



# **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION PARA HOSPITALES, ESCUELAS, VIVIENDA DE INTERES SOCIAL, CARRETERAS, AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO ANTE LOS SISMOS, LAS INUNDACIONES Y LOS VIENTOS FUERTES**

**Julio, 2008**



# INDICE

|                                                                                                                              | Pag. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Introducción                                                                                                              | 5    |
| 1.1 Avance de los países centroamericanos con relación a las medidas preventivas para la construcción segura de obra pública | 7    |
| 1.2 Breve descripción de las amenazas                                                                                        | 17   |
| 2. Criterios generales de construcción                                                                                       | 20   |
| 2.1 Edificaciones                                                                                                            | 20   |
| 2.1.1 Hospitales                                                                                                             | 21   |
| 2.1.2 Instituciones de Primera Respuesta                                                                                     | 39   |
| 2.1.3 Escuelas                                                                                                               | 40   |
| 2.1.3 Vivienda de interés social                                                                                             | 47   |
| 2.2 Otras estructuras                                                                                                        | 61   |
| 2.2.1 Carreteras                                                                                                             | 61   |
| 2.2.2 Agua y saneamiento                                                                                                     | 73   |
| 3. Conclusiones                                                                                                              | 82   |
| 4. Recomendaciones                                                                                                           | 83   |
| 4.1 Recomendaciones para la región                                                                                           | 83   |
| Recomendaciones de seguimiento                                                                                               | 87   |
| 4.2 Recomendaciones y ruta de seguimiento por país                                                                           | 88   |

|    |                                            |     |
|----|--------------------------------------------|-----|
| 5. | Glosario                                   | 106 |
| 6. | Bibliografía                               | 107 |
| 7. | Anexos                                     |     |
| 1. | Representantes institucionales consultados | 111 |
| 2. | Normas que se adjuntan                     | 113 |
| 3. | Equipo consultor                           | 114 |

# 1. INTRODUCCIÓN

Las construcciones seguras en la Región son cada vez más frecuentes, gracias al empeño de los países centroamericanos de implementar instrumentos, tecnologías, metodologías, indicadores y normas constructivas. Pues para que las construcciones sean seguras, en analogía con el cuerpo humano, deben ser protegidas, y tenerse bajo control para que se conserven con buena salud. Por lo tanto, deben reconocerse los factores de riesgo y los síntomas de malestar. Es como cuando se recurre a un médico para prevenir alguna enfermedad, así se debe recurrir a un técnico para asegurar las construcciones contra posibles amenazas.

Al referirse a las construcciones “seguras”, debe tenerse en cuenta tres fases bien distintas que se complementan, que son, una primera fase de “preinversión”, de carácter intelectual, una segunda fase (también compleja e importante), de carácter operativo, que es la “inversión” y una tercera fase de “operación y mantenimiento”.

En la preinversión, lo que los técnicos deben tomar en mayor consideración es la ubicación de las construcciones (evaluar si la zona es vulnerable) y realizar un diseño adecuado. Para ello, se requiere de personas con muchas capacidades adquiridas, graduados y habilitados oficialmente para el ejercicio de su profesión, que conocen las consecuencias que podrían darse con algún evento extremo.

Posteriormente está la segunda fase, en las manos de los ejecutores que muchas veces no conocen la importancia de todos los aspectos que realizan. Ya que los técnicos, a pesar que tengan la mejor disponibilidad, buena voluntad y presencia en las obras, pueden solamente indicar cómo el trabajo debe realizarse hasta el final. Y como ningún técnico puede sustituir al personal de construcción, estos últimos deben ser responsables, para que todo el trabajo de la primera fase pueda verificarse por completo.

En la última fase, la de operación, debe velarse por el mantenimiento de los establecimientos. Es por ello que, quienes diseñen instrumentos constructivos deben preocuparse del desarrollo de las tres fases.

Entonces, la construcción segura significa mucho más que simplemente construir nuevas viviendas, edificios e infraestructura; significa utilizar materiales seguros, procedimientos constructivos seguros y nuevas tecnologías, considerando, amenazas naturales y socionaturales. Significa, que tanto los constructores como los planificadores, se comprometan con la utilización de métodos de construcción y de materiales seguros para reducir el riesgo de las edificaciones y la infraestructura.

Adicionalmente a ello, los niveles de seguridad deben ser elegidos por el promotor del proyecto y por el diseñador, de común acuerdo, en función del uso y del tipo de estructura; de la situación del proyecto, de las consecuencias del daño; de la protección a personas y bienes; de los costos necesarios de las obras para la reducción del riesgo ante eventuales eventos.

Es necesario también resaltar que las medidas de prevención, con relación a la seguridad y al comportamiento de las construcciones, al menos durante su vida útil, están relacionados con la

“honestidad intelectual” de los técnicos que gestionan todo el proceso, desde la idea, la planificación, y la construcción de una obra hasta que es utilizada.

El objetivo fundamental del presente documento es servir de guía a los planificadores del sector público (tanto del nivel nacional como del nivel municipal) que gestionan, diseñan, evalúan, contratan o construyen, y supervisan proyectos de inversión pública. El mismo, fue realizado con el apoyo del Programa de Cooperación Regional con Centroamérica, línea: Prevención de Desastres-Plan de Acción AECID-CEPRENAC, con financiamiento de España.

Tiene el propósito de identificar, de manera clara, los criterios de seguridad de las construcciones públicas, por lo que han sido compilados criterios generales para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, que puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas, de viento e inundaciones. Los criterios presentan recomendaciones para hospitales, escuelas, vivienda de tipo social, carreteras y proyectos de agua y saneamiento. Tales criterios fueron divididos en aspectos relacionados con la localización, aspectos estructurales, aspectos no estructurales y aspectos funcionales.

Cabe resaltar, que el propósito del documento, no es el de un código de diseño o construcción, sino más bien de proveer conceptos fundamentales, para lo cual, se hace referencia a documentos específicos que contienen recomendaciones técnicas apropiadas para alcanzar los objetivos deseados. Su fin último es reducir el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible los bienes públicos.

# **1.1 AVANCE DE LOS PAÍSES CENTROAMERICANOS CON RELACIÓN A MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN SEGURA DE OBRA PÚBLICA**

La región centroamericana está ubicada en el Cinturón de Fuego “circumPacífico”, con una masa territorial angosta, bañada por los océanos Pacífico hacia el oeste y Atlántico al este, con una diversa morfología compuesta por altas montañas, ríos y volcanes, valles entre montañas y planicies aluviales y grandes zonas costeras; su geografía la predispone a la incidencia de un amplio número de amenazas: hidrometeorológicas, geológicas, vulcanológicas, tectónicas, sequías, incendios forestales y otros. Debido a esa posición geográfica, la región centroamericana es una de las regiones del mundo con mayor probabilidad de ocurrencia de desastres, lo que además se combina con los procesos de acumulación de riesgos que presenta, tanto por sus niveles de vulnerabilidad, como por el incremento de las amenazas socio-naturales y antropogénicas.

Como ningún desastre puede suceder sin la previa existencia de riesgo, la región centroamericana ha sido afectada por diferentes eventos en tiempos históricos. Algunas compilaciones ilustrativas de la importancia de estos eventos se dan en el Manual sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Integrado (OEA, 1993).

Estos desastres, lejos de disminuir han aumentado progresivamente durante las tres últimas décadas. De acuerdo con el Plan Regional para la Reducción de Desastres de Centroamérica, se estima un crecimiento anual del 5% en el número de desastres<sup>1</sup>.

Desde la perspectiva económica, entre 1970 y 2002, las pérdidas generadas por los desastres en la región superaron los 10 mil millones de dólares, lo que equivale a decir que en los últimos 32 años la región perdió un promedio anual superior a los 318 millones de dólares.

Uno de los mayores desastres que azotó la región, fue provocado por el Huracán Mitch, en 1998, que causó enormes daños en términos de pérdidas humanas, sociales, económicas y ambientales e incremento de los niveles de pobreza de los países, estimándose pérdidas equivalentes al 30% del producto interno bruto (PIB) de la región. El Huracán Mitch, los terremotos de El Salvador; la temporada de huracanes 2005, destacándose el Stan en Guatemala, Nicaragua y El Salvador, pusieron en evidencia la creciente vulnerabilidad de la región ante la ocurrencia de los fenómenos naturales de gran magnitud (CEPREDENAC, 2006).

---

<sup>1</sup> En el período 1970-1980 ocurrieron 101 eventos catastróficos, mientras que en el período 1980-2000 ocurrieron 418 eventos.

Derivado de estos eventos, y en su esfuerzo de subsistencia, los países centroamericanos se han visto en la necesidad de desarrollar tecnologías y sistemas constructivos capaces de soportar los efectos de los eventos catastróficos. Su progreso en las acciones preventivas contra las amenazas es resultado de la interacción entre los problemas locales, propios de cada país, y la experiencia acopiada de otros países (como Estados Unidos, específicamente California, y Acapulco, México). Esto es particularmente válido en las decisiones de normas constructivas para viento y sismos.

## **Guatemala**

- **Normas de construcción**

En 1996 se publicó la primera edición de las normas estructurales de diseño y construcción de la República de Guatemala por parte de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) como un medio inicial para disminuir la vulnerabilidad de las edificaciones que se pudieran desarrollar en el futuro y construir de manera segura, además de permitir la evaluación de construcciones existentes. Las normas publicadas en esa oportunidad fueron las siguientes:

NR1 Bases generales de diseño y construcción.

NR2 Demandas estructurales, condiciones del sitio y niveles de protección.

NR3 Diseño estructural de edificaciones.

NR7-1 Concreto reforzado.

NR7-3 Mampostería reforzada.

A partir del año 2001 se hizo la edición preliminar de las normas con el concurso de instituciones gubernamentales, las cuales dieron su apoyo para completar lo que se encontraba pendiente, principalmente las normas siguientes:

NR4 Requisitos especiales para vivienda y otras construcciones menores.

NR5 Requisitos para la construcción de obras de infraestructura y obras especiales.

NR6 Disminución de riesgos y rehabilitación.

NR7-5 Sistemas constructivos de acero estructural.

La finalidad última de estas normas es evitar la pérdida de vidas humanas, y reducir el daño y las pérdidas económicas por terremotos en el futuro, tal como se hace en los principales códigos sísmicos internacionales. Las mismas, son normas modernas, que suponen un importante avance técnico y que será la base de las posteriores normas sismorresistentes guatemaltecas.

Guatemala cuenta con una zonificación sísmica, por lo que las normas proporcionan los criterios que han de seguirse dentro del territorio guatemalteco.

Sin embargo son normas de observación general, o recomendadas, por lo que su cumplimiento no es obligatorio, ello deja al criterio de las instituciones públicas o privadas su uso.

- **Ordenamiento territorial**

A la fecha, Guatemala no cuenta con una Ley de Ordenamiento Territorial, ni con planes de ordenamiento territorial que puedan proporcionar la información necesaria para la selección de las alternativas de ubicación en función de los peligros naturales. Solamente el municipio de Guatemala cuenta una propuesta de ordenamiento territorial que aún no ha sido oficializada. Además de ello, el municipio ha desarrollado algunas normativas, siendo estas las siguientes:

- Reglamento de construcción.
- Reglamento específico de construcción de proyectos.
- Reglamento de control urbano para protección por riesgos.
- Reglamento específico de localización de establecimientos abiertos al público.
- Reglamento específico de normas de urbanización y construcción de proyectos habitacionales de interés social.
- Reglamento específico de impacto vial.

En algunos de los municipios del resto del país han sido formulados planes estratégicos territoriales, y planes de desarrollo local, a los que les ha precedido un análisis de riesgo. Actualmente, existen iniciativas de diversas organizaciones no gubernamentales en realizar planes de ordenamiento territorial en algunos municipios, amparados por el Código Municipal.

A nivel República, Guatemala cuenta con mapas de amenaza a escala 1:250,000, tanto para amenaza sísmica, como por inundación y por deslizamiento. Solo para pocas cuencas prioritarias cuenta con mapas de amenaza por inundación y deslizamiento, a escala 1:25,000. Cuenta también con mapas de amenaza sísmica, a la misma escala, para las principales ciudades. Además, cuenta con mapas de amenaza volcánica para ciertos volcanes en erupción. Estos mapas fueron elaborados con el apoyo de Japan International Corporation Agency (JICA).

## **El Salvador**

- **Normas de construcción**

El Salvador, como otros países de Centroamérica, ha sido incitado en gran parte por el impacto de los terremotos, lo que ha provocado un difundido interés en la elaboración de normas de construcción. Fue en 1965 cuando se publicó la primera edición del "Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones", el cual tiene parámetros similares a la norma constructiva de Acapulco, México. En 1989 el Colegio de

Ingenieros y Arquitectos de El Salvador actualizó la norma y publicó el "Reglamento de Emergencia de Diseño Sísmico de la República de El Salvador". Esta última volvió a ser actualizada, en 1996, por el Ministerio de Obras Públicas, siendo la norma (Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones) que actualmente se encuentra vigente.

El Salvador cuenta con varias normas técnicas relacionadas a la construcción:

- Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.
- Diseño y Construcción de Estructuras de Acero.
- Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería.
- Diseño y Construcción de Estructuras de Madera.
- Norma Técnica para Diseño por Sismo.
- Norma Técnica para Diseño por Viento.
- Norma Técnica para Diseño de Cimentaciones y Estabilidad de Taludes.
- Norma Técnica para el Control de Calidad de los Materiales Estructurales.
- Norma Especial para Diseño y Construcción de Viviendas.
- Ley de Carreteras y Caminos Vecinales.

Después de los terremotos del año 2001, se procedió a revisar y modernizar la Normativa de la Seguridad Estructural de las Construcciones: Norma para Hospitales y Norma para Vivienda.

- **Ordenamiento territorial**

El municipio de San Salvador es una zona de multi-amenaza: es conocido como el Valle de las Hamacas, una zona altamente sísmica donde aproximadamente cada 15 a 20 años sucede un terremoto; las inundaciones más graves ocurren cuando hay fuertes tormentas de corta duración; los derrumbes y deslizamientos son producto de lluvias constantes de menor intensidad que humedecen taludes y, eventualmente, causan desprendimientos. Ante estos riesgos, el municipio publicó en 1993, la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador y de los Municipios Aledaños; así como su Reglamento.

Además, el municipio de San Salvador cuenta con la Cartografía Geomorfológica para Incorporar el Análisis de Riesgo en el Plan de Desarrollo Urbano del Área Metropolitana de San Salvador. A nivel República se cuenta con mapas de amenaza sísmica, amenaza volcánica, susceptibilidad a deslizamientos e inundaciones, y otros.

En materia de ordenamiento territorial, los avances se han dado solamente en el Área Metropolitana de San Salvador y sus municipios aledaños, no así, en el resto de municipios del país.

## **Honduras**

- **Normas de construcción**

Honduras ha elaborado una propuesta de Reglamentación de Construcciones y Normas Técnica Complementarias facilitada por el Centro Regional de Investigación de Desastres (CRID), en el año 2000. Recientemente, elaboró una propuesta de Código Hondureño de Construcción del Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras (CICH). Esta propuesta incluye normas para el diseño por viento y por sismo. Además incluye criterios de procedimientos dinámicos para determinar las fuerzas sísmicas; requisitos para marcos en regiones de riesgo sísmico moderado, y construcción de cimentación en zonas sísmicas, de acuerdo a la zonificación de sismos del país; normas sobre la utilización y calidad de materiales en diferentes estructuras, y requisitos para la utilización del concreto en clima caliente.

A diferencia de normas de construcción de algunos países centroamericanos, esta propuesta contempla requisitos específicos para pilotes, según el material utilizado para su construcción.

Dentro de los requisitos para el diseño, describe las presiones del diseño por viento, sistemas y marcos principales, elementos y componentes de estructuras.

- **Ordenamiento territorial**

Honduras cuenta con una ley de ordenamiento territorial, la cual en su artículo 27 inciso c transfiere competencia administrativa a departamentos y municipalidades para la construcción de la infraestructura de servicios públicos municipales, en el marco de una gestión amplia de control y regulación de los asentamientos poblacionales de las diferentes jurisdicciones.

Los proyectos de ordenamiento hidrológicos, han sido considerados en el artículo 34 de la Ley General de Ambiente de Honduras, con el propósito de regularizar el régimen de las aguas, evitar arrastres sólidos, protección de embalses, represas, vías de comunicación, tierras agrícolas y con el fin de proteger a las poblaciones contra los efectos nocivos de las aguas. Estos proyectos parten de la consideración de las cuencas hidrográficas como unidad de operación y manejo.

Dentro de esta ley también se contempla los usos urbanos e industriales, a efectos de una buena planificación urbana, que pretende la reglamentación de la construcción, lo cual es un aporte de carácter legislativo al tema de la construcción.

Finalmente, el municipio Tegucigalpa cuenta con una norma de zonificación.

## Nicaragua

- **Normas de construcción**

En relación a las normas, reglamentos o códigos de construcción, antes de 1972 no existía tal instrumento. Después del terremoto de 1972 se elaboró el primer reglamento nacional de construcción con carácter provisional. En 1983 se publicó el Reglamento Nacional de Construcción con criterios de sismo resistencia. El reglamento inicial contempló la utilización de métodos estáticos para edificaciones pequeñas y de métodos dinámicos para edificaciones grandes. Los coeficientes sísmicos se predeterminaron en función del grupo, tipo de estructura y zona sísmica.

El reglamento fue modificado en el 2004, adoptando criterios de diseño ante vientos. La propuesta se orientó a Requisitos Generales de Diseño y Construcción. La actualización se dio por iniciativa del Gobierno de Nicaragua, a través del Comité de Infraestructura del SINAPRED, y la entidad encargada fue la Dirección de Normas del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). La modificación se realizó a través de un proceso de consulta con la comunidad de Ingenieros de Nicaragua.

En la modificación de este reglamento se consideraron los avances en la tecnología de la construcción, así como estudios actualizados de fallas geológicas, comportamiento de volcanes y carga de viento en caso de huracanes. Una de las tecnologías a que se refiere el reglamento son las mallas electrosoldadas o prefabricados. Otro de los avances importantes, es la certificación de actualización del código de construcción, para que los ingenieros puedan obtener su licencia.

Nicaragua también cuenta con la Norma Mínima de Dimensionamiento de Desarrollos Habitacionales, ratificada en el 2005, la cual surgió del análisis, la revisión y actualización de las normas construidas por el Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MINVAH), en 1982, y a la cual se le incorporó nuevos conceptos construidos a través de un proceso de consulta con instituciones, organismos y asociaciones relacionadas al tema. Esta norma contiene parámetros mínimos necesarios para el dimensionamiento de los componentes de una urbanización, como son el área de vivienda, circulación y equipamiento. Aborda también aspectos urbanísticos necesarios de aplicar para lograr una distribución equilibrada de los espacios, que de alguna manera contribuye a disminuir la ocurrencia de desastres.

Por otro lado, el Instituto de la Vivienda Urbana y Rural junto con el MTI, se han propuesto acciones para reglamentar la construcción de viviendas con tierra, ya que en Nicaragua la construcción con tierra, cobra relevancia. En la actualidad el 20% de viviendas se construyen con adobe.

- **Ordenamiento territorial**

La Ley 337, creada en el 2000, es el principal instrumento normativo para la reducción de riesgos a desastres en Nicaragua. La misma crea el Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED), sistema que a su vez, permite la formulación del Programa Nacional de Reducción de Riesgos, de la Estrategia del Desarrollo del Sistema y del Plan Nacional de Gestión de Riesgo. A partir de estos, las agrupaciones e instituciones que conforman el Sistema han elaborado los instrumentos para el mejor aprovechamiento de la normativa existente; entre ellos están: la Política Nacional de Ordenamiento Territorial, Normas, Pautas y Criterios para el Ordenamiento Territorial, Propuestas de Ley de Ordenamiento Territorial, Ley de Urbanismo, y otros.

## **Costa Rica**

- **Normas de construcción**

Costa Rica cuenta con el Reglamento de Construcciones que fue publicado en marzo de 1983. Este regula: permisos de construcción, vías públicas urbanas, disposiciones generales para edificios, edificios para habitación unifamiliar y multifamiliar, condominios, edificios para comercios y oficinas, instalaciones deportivas, sitios de reunión pública, edificios para educación, edificios de asistencia hospitalaria, expendios de alimentos, ferias con aparatos mecánicos, aeropuertos, estacionamientos, estaciones de servicios, diseño de estructura de servicios, albañilería, techos y entrepisos, estructuras de acero, materiales de construcción, suelos y cimentaciones, reglas especiales para edificios de uno y dos pisos, instalaciones de servicios, obras provisionales del proceso de construcción, reparación, remodelación, modificación, construcción de zanjas y estructuras subterráneas, pavimentos, obras de superficie de calles, evaluación de la resistencia de las estructuras existentes, protección de estructuras contra incendio y seguridad e higiene en la construcción.

El Reglamento de Costa Rica fue aprobado por la Junta Directiva del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU), el cual fue creado en 1954.

Es necesario mencionar, que en Costa Rica, varios municipios cuentan con su propio reglamento de construcción y que utilizan mapas de microzonificación de la amenaza.

- **Ordenamiento territorial**

Costa Rica está organizada en provincias, cantones y distritos. Debido a su estrategia ecoturística, el ordenamiento territorial se concibe como una estrategia para lograr el desarrollo sostenible. Dentro de este contexto, se han realizado esfuerzos para elaborar planes de ordenamiento territorial.

En Costa Rica existe desde 1968 la Ley de Planificación Urbana que da lineamientos de planificación territorial. Sin embargo, en el país existen varias leyes relacionadas, directa o indirectamente, con los procesos de ordenamiento territorial.

Debido a su enfoque conservacionista, Costa Rica se vio en la necesidad de regular el uso del suelo de las áreas protegidas para garantizar la conservación de éstas. Para ello institucionalizó el Plan Regulador de Ordenamiento de Uso de Suelo que reglamenta el Estudio de Impacto Ambiental para la planificación local.

El Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) ha ejecutado desde febrero de 1996 el proyecto Sistema Nacional para el Desarrollo Sostenible (SINADES), el cual ha permitido desarrollar procesos vinculados con el ordenamiento territorial. El MIDEPLAN facilita los planes regionales, que a través de la Ley 5525, crea el Sistema Nacional de Planificación para las regiones y subregiones.

El siguiente nivel incluye los planes reguladores cantonales, en donde el Plan de Ordenamiento Local es competencia de cada municipio y del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU).

El ordenamiento territorial en Costa Rica se ha desarrollado partiendo de componentes aislados con una base legal que incluye la participación de diferentes instancias. Aunque el aspecto de manejo de recursos naturales está bastante regulado en el país, todavía existen cantones sin planes de ordenamiento territorial.

## **Panamá**

- **Normas de construcción**

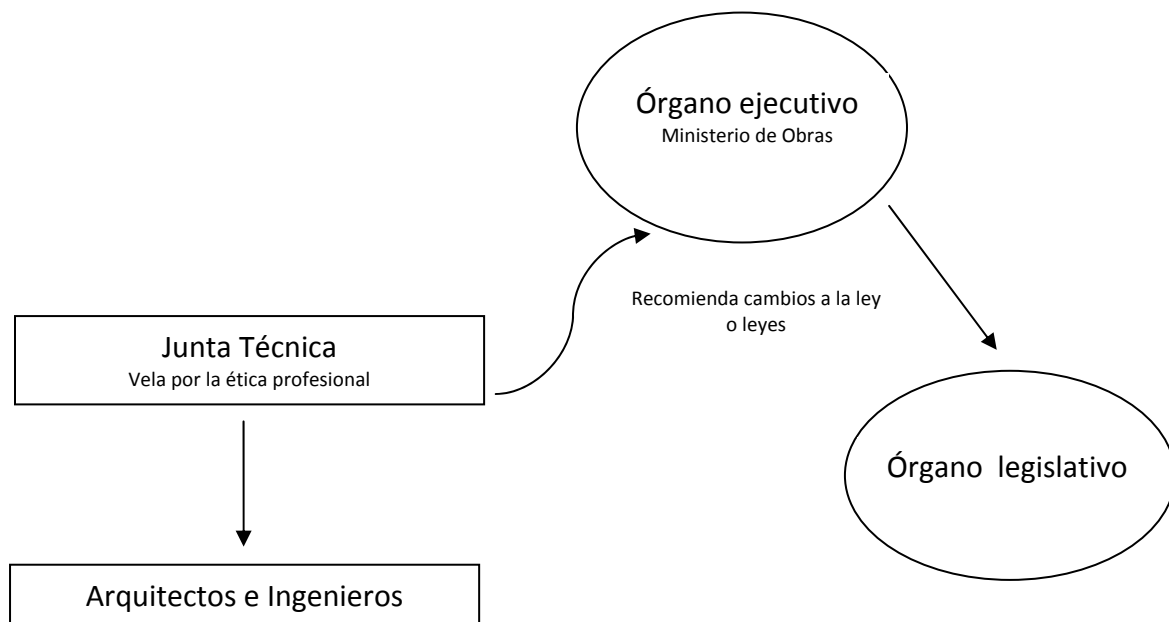
El antecedente del Reglamento de Construcción de Panamá es la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura que fue creada en 1959 con atribuciones técnicas, normativas y de vigilancia. La Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura es una entidad gubernamental con jurisdicción en todo el territorio panameño.

La Junta está compuesta por siete miembros principales y varios suplentes. El Presidente es el Presidente de la Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos, cuyo suplente es el Secretario General de dicha Sociedad; un principal y su suplente en representación del Ministerio de Obras Públicas; un principal y su suplente en representación de los profesores de la Universidad Tecnológica de Panamá; un principal y un suplente en representación de los profesores de la Facultad de Arquitectura; tres miembros principales y sus suplentes designados por cada uno de los Colegios que integran la Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos.

La Junta Técnica vigila el cumplimiento de la Ley 15 de 1959 sobre el ejercicio profesional de ingeniería y arquitectura y recomienda al Órgano Ejecutivo normas para el ejercicio profesional. Sus funciones son descritas en el artículo 12 de esta ley.

El personal y los gastos de la Junta Técnica son cubiertos por el Ministerio de Obras Públicas, los cuales se incluyen cada año en el presupuesto de este Ministerio. Entre el personal de la Junta Técnica está un Secretario Administrativo cuyo nombramiento es hecho por el Ministerio de Obras Públicas por recomendaciones de la Junta Técnica, de acuerdo al artículo 14 de la Ley 15 de 1959.

**Esquema 1: Funcionamiento de la Junta Técnica**



La última versión del Reglamento de Construcción de Panamá es del año 2004 e incluye información específica sobre cargas de gravedad, cargas de viento, cargas sísmicas, geotécnica, vivienda unifamiliar, concreto reforzado, concreto pre-esforzado, especificaciones para acero, madera, mampostería e infraestructuras.

- **Ordenamiento Territorial**

Panamá establece en el Artículo 22, de su Ley General de Ambiente, que la Autoridad Nacional de Ambiente promoverá el establecimiento del ordenamiento ambiental del Territorio Nacional y velará por los usos del espacio en función de sus aptitudes ecológicas, sociales y culturales, su capacidad de carga, el inventario de recursos naturales

renovables y no renovables y la necesidad de desarrollo, con coordinación con las autoridades competentes.

En el 2000, a través del Decreto 207 se crea la estructura orgánica de la Autoridad Nacional de Ambiente (ANAM) y en consecuencia del Departamento de Ordenamiento Territorial Ambiental como parte de la Dirección Nacional de Evaluación y Ordenamiento Ambiental. Este Departamento debe elaborar y analizar información geoespacial digital que forme parte de un Sistema de Información Territorial; así como facilitar los Planes de Ordenamiento Ambiental, entre otras cosas.

En el 2006, se crea la ley que reglamenta el ordenamiento territorial para el desarrollo urbano con el fin de lograr un crecimiento armónico de las poblaciones asentadas en cascos urbanos. En esta ley se establecen parámetros de planificación: nacional, regional y local.

Oficialmente existen diez planes de ordenamiento territorial validados y aprobados, los cuales han sido facilitados por la ANAM. Los Planes incluyen provincias o áreas como Punta Peña.

## 1.2 BREVE DESCRIPCION DE LAS AMENAZAS

### Amenaza sísmica

El criterio utilizado para determinar la capacidad del movimiento del suelo para ocasionar daño en el ambiente construido es de alguna manera intuitivo: largos desplazamientos del suelo (3 pies por 3 pulgadas), rápidos cambios en el movimiento (medidos en unidades de aceleración) o la duración del movimiento.

Aunque los sismos se relacionan con terremotos, no es el único daño que ocasionan; en vista que provocan movimiento, pueden ocasionar otras amenazas geológicas como:

**Cuadro 1: Amenazas geológicas que ocasionan los sismos**

| AMENAZA              | DESCRIPCION                                                                                                                                                                                               | EJEMPLO                                                                               |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Grietas</b>       | Son grietas en el suelo provocadas cuando una falla rompe hacia la superficie de la tierra. Las grietas pueden ser de varios metros de profundidad y las estructuras alrededor de esta zona sufren daños. |   |
| <b>Licuefacción</b>  | Ocurre cuando la pérdida de suelo granular y arena, en la presencia de agua, cambia temporalmente de sólido a líquido. Normalmente ocurre cerca de fuentes de agua.                                       |   |
| <b>Deslizamiento</b> | Ocurre cuando las capas superiores de suelo y roca caen por el movimiento que ocasiona el sismo.                                                                                                          |  |

El terremoto es el daño más temible de un sismo. El terremoto se define como la sacudida del terreno que se produce por choque de placas tectónicas. Los terremotos tectónicos suelen producirse en zonas donde la concentración de fuerzas generadas por los límites de las placas tectónicas dan lugar a movimientos de reajuste en el interior y en la superficie de la Tierra. Es por esto que los sismos de origen tectónico están íntimamente asociados con la formación de fallas geológicas.

Una falla es una discontinuidad que se forma en las rocas superficiales de la Tierra por fractura, cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas. Existen fallas sísmicamente activas y otras que no lo son.

Las fallas sísmicamente activas son las que muestra evidencias de movimientos durante los últimos 1,8 millones de años. Estas son las fallas que deben considerarse para el estudio de la amenaza sísmica.

### **Amenaza por vientos fuertes**

Los vientos fuertes son asociados generalmente con las depresiones y tormentas tropicales. Hay vientos locales asociados con otros factores meteorológicos adicionales, entre ellos la fuerte diferencia de temperaturas ambientales entre el mar y los continentes.

A medida que los vientos aumentan, la presión ejercida contra los objetos se multiplica a una tasa desproporcionada. La presión ejercida contra una pared aumenta con el cuadrado de la velocidad del viento, de modo que un aumento triple en la velocidad del viento equivale a un aumento de nueve veces en la presión. De este modo, un viento de 25 m/h causa aproximadamente 1.6 libras de presión por pie cuadrado. En vientos de 75 m/h, esa fuerza se transforma en 450 libras, y en vientos de 125 m/h, llega a ser de 1,250 libras.

### **Amenaza por inundaciones**

La inundación es provocada por desbordes laterales de las aguas de los ríos, lagos y mares, cubriendo temporalmente los terrenos bajos, adyacentes a sus riberas, llamadas zonas inundables. Suelen ocurrir en épocas de grandes precipitaciones, marejadas y maremotos (tsunami).

Se conocen como zonas inundables las que son propensas a inundarse por aguaceros intensos, tormenta y huracanes.

Las zonas inundables se clasifican de acuerdo con las causas que generan las inundaciones. Estas causas son las siguientes:

1. Encharcamiento por lluvias intensas sobre áreas planas.
2. Encharcamiento por deficiencias de drenaje superficial.
3. Desbordamiento de corrientes naturales.
4. Desbordamiento de ciénagas.
5. Avalanchas producidas por erupción volcánica, sismos, deslizamientos y formación de presas naturales.
6. Obstáculos al flujo por la construcción de obras civiles: Puentes, espolones y obras de encauzamiento, viviendas en los cauces y represamientos para explotación de material aluvial.
7. Sedimentación.

Estas causas pueden presentarse en forma individual o colectiva.

Los efectos de las inundaciones dependen de las características de las crecientes que son generadas por lluvias intensas, y de otros eventos relacionados con ellas, como son los deslizamientos de taludes, la formación y el rompimiento de presas naturales, y las obstrucciones al flujo por destrucción de obras civiles.

Algunos de los problemas que se presentan con las inundaciones son los siguientes:

- Daños en estructuras, vías de comunicación, y producción agropecuaria, con pérdida de vidas humanas en algunos casos.
- Drenaje lento de las áreas inundadas las cuales se convierten en depósito de aguas prácticamente estancadas.
- Ataques del flujo sobre las márgenes del cauce principal lo cual produce cambios de curso permanentes y pérdida de áreas productivas.

**OBSERVACION:** Aunque para efectos de este estudio únicamente se analiza la amenaza sísmica, por vientos e inundación, en la Región Centroamericana existen otras amenazas importantes como los deslizamientos y las erupciones.

## 2. CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION

Los criterios de construcción aquí presentados son de carácter general, es decir que son requisitos mínimos y generales para la ejecución de las diferentes actividades que conforman la construcción de viviendas, hospitales, escuelas, agua potable y saneamiento para que sean resistentes ante los sismos, los vientos fuertes y las inundaciones.

### 2.1 EDIFICACIONES

Los criterios de construcción son similares para la mayoría de las edificaciones. Se entenderá por edificación a las construcciones destinadas a albergar personas. Para efectos de este documento se incluyen las viviendas, los hospitales y las escuelas.

Ahora bien, los hospitales y las escuelas se clasifican como edificaciones esenciales, es decir que son estructuras necesarias después de un desastre, ya sea porque funcionan operaciones esenciales para atender a las víctimas de un desastre o porque albergan a damnificados.

Una definición adoptada sobre estructuras esenciales es que *“Son aquellas edificaciones que albergan instalaciones y/o dependencias cuyo funcionamiento en situaciones de emergencia debido a un desastre, es crítica y vital para afrontar las consecuencias inherentes del desastre”* (Organización Panamericana para la Salud).

## 2.1.1 HOSPITALES

En el marco de la Conferencia Mundial sobre Desastres celebrada en Kobe, Hyogo, Japón en 2005 se estableció el objetivo de integrar la planificación de la reducción de riesgo de desastre en el sector de la salud, promoviendo el desarrollo de hospitales a salvo de desastres. Sin embargo, la mayoría de los hospitales de la región centroamericana han sufrido daños severos por desastres.

Según la Organización Panamericana para la Salud, un hospital seguro es:

Un establecimiento de salud cuyos servicios permanecen accesibles y funcionando a su máxima capacidad y en su misma infraestructura inmediatamente después de que ocurre un desastre natural.

Un hospital seguro no debe colapsar en un desastre matando pacientes y personal, debe continuar funcionando y proveyendo sus servicios. Para ello, es organizado con planes de contingencia y personal de salud entrenado para mantener la red funcionado.

Aunque el objetivo de mantener un hospital funcionando óptimamente luego de un desastre puede parecer muy ambicioso, es posible construir hospitales que soporten desastres ocasionados por amenaza sísmica, inundación y vientos fuertes.

América Latina, México y Colombia han hecho avances importantes para reforzar sus hospitales y garantizar que los nuevos establecimientos de salud cumplan con los requisitos necesarios para que soporten los desastres.

A continuación se presentan criterios de construcción de hospitales durante todo el ciclo del proyecto. La mayoría de los criterios aquí presentados han sido facilitados por documentos de la OPS/OMPS quien impulsa la “Campaña Mundial de Reducción de Desastres 2008-2009: Hospitales seguros frente a los Desastres, reducir el riesgo, proteger las instalaciones de salud, salvar vidas”.

### **Características de los hospitales**

El hospital es un establecimiento de salud destinado a la atención integral de pacientes en servicios ambulatorios y de hospitalización. Los hospitales públicos deben ser planificados, contruidos, equipados y administrados en estrecha colaboración con los entes rectores de salud.

Los hospitales se clasifican de acuerdo al grado de complejidad, número de camas y ámbito geográfico de acción. La siguiente clasificación es la más utilizada en Latinoamérica.

1. Por el grado de complejidad

**Cuadro 2: Clases de hospitales según su complejidad**

| Tipo     | Características                                                                                                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo I   | Brinda atención general en las áreas de medicina, cirugía, pediatría, gineco-obstetricia y odontología.                                                     |
| Tipo II  | Además de lo señalado para el Hospital Tipo I, brinda atención básica en los servicios independientes de medicina, cirugía, gineco-obstetricia y pediatría. |
| Tipo III | A lo anterior se suma la atención en determinadas subespecialidades.                                                                                        |
| Tipo IV  | Brinda atención de alta especialización.                                                                                                                    |

2. Por el número de camas

Hospital Pequeño, hasta 49 camas.

Hospital Mediano, de 50 hasta 149 camas.

Hospital Grande, de 150 hasta 399 camas.

Hospital Extra Grande, 400 camas a más camas.

3. Por el ámbito geográfico de acción:

Hospital Nacional.

Hospital de Apoyo Departamental.

Hospital de Apoyo Local.

Los hospitales están compuestos por varios sub-sistemas que interactúan entre sí en forma dinámica. Los más importantes son:

- Sistema Asistencial.
- Sistema Administrativo Contable.
- Sistema Gerencial.
- Sistema Informático.
- Sistema Técnico.
- Sistema de Docencia e Investigación.

**Sistema Asistencial:** Incluye las áreas que atienden directamente al paciente, es decir los consultorios externos ambulatorios y las áreas de internación, para los pacientes que requieren ser hospitalizados.

**Sistema Administrativo Contable:** Incluye las tareas administrativas del hospital como la admisión y el egreso de los pacientes, la oficina de recursos humanos y la farmacia. El área contable se encarga de la facturación de los servicios.

**Sistema Gerencial:** Este sistema varía según el hospital pero normalmente incluye a la Gerencia Médica que dirige el funcionamiento general del hospital.

**Sistemas de Informático:** Se refiere a los servicios, las redes de computadoras y programas que tiene el hospital. Este sistema es gerenciado por el Departamento de Informática.

**Sistema Técnico:** Incluye las dependencias que proveen soporte, mantenimiento preventivo y Bioingeniería en una institución.

**Sistema de Docencia e Investigación:** Los profesionales de la salud se capacitan en los hospitales, por lo que el Sistema de Docencia e investigación incluye los programas de residencias y becas para los estudiantes de medicina o enfermería.

- ➡ Los hospitales se clasifican dentro de la Categoría IV siguiendo el patrón de clasificación de los códigos de construcción de Estados Unidos. La Categoría IV se refiere a estructuras esenciales.

### **Aspectos estructurales de los hospitales**

En un hospital se deben considerar aspectos estructurales que garanticen que la estructura soportará cualquier amenaza para que no colapse. La ingeniería estructural permite diseñar hospitales que resistan sismos de hasta 8 Grados en la escala Richter, así como huracanes, tornados, inundaciones y vientos de gran magnitud.

### **Aspectos no estructurales de los hospitales**

El término no estructural se refiere a aquellos componentes del hospital que están unidos a las partes estructurales (tabiques, ventanas, techos, puertas, cerramientos, cielos rasos, etc.), que cumplen funciones esenciales en el edificio (plomería, calefacción, aire acondicionado, conexiones eléctricas, etc.), o que simplemente están dentro de las edificaciones (equipos médicos, mecánicos, muebles, etc.).

Los aspectos no estructurales se pueden agrupar en tres categorías: arquitectónicos, mobiliario y equipo, e instalaciones.

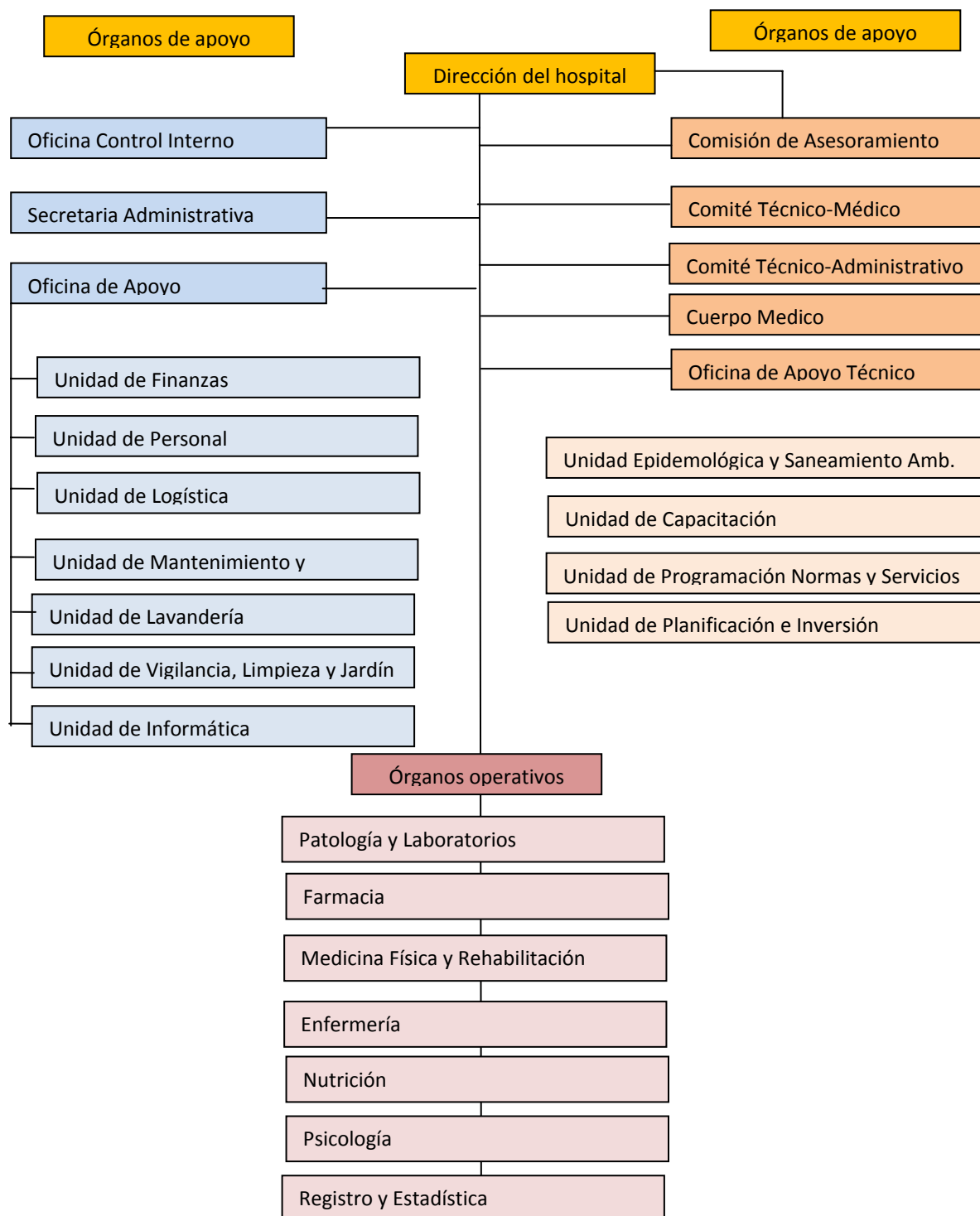
**Cuadro 3: Descripción de los aspectos no estructurales de los hospitales**

| <b>ASPECTOS NO ESTRUCTURALES</b>            | <b>DESCRIPCIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Componente arquitectónico</b>            | <p>Aquí se incluyen los aspectos arquitectónicos que tiene un hospital:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falsos techos</li> <li>▪ Vidrios y ventanas</li> <li>▪ Fachadas</li> <li>▪ Tabiques</li> <li>▪ Muros exteriores</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Instalaciones</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Sistema de aire y ventilación:</b> Los hospitales requieren de un sistema de aire y ventilación para evitar la propagación de enfermedades.</li> <li>▪ <b>Sistema de tuberías y cañerías:</b> En este sistema se encuentran los gases médicos (por ejemplo, oxígeno), agua, vapor y aspersores de fuego.</li> <li>▪ <b>Planta energética:</b> Dentro de sus instalaciones, los hospitales deben tener una planta energética.</li> <li>▪ <b>Agua:</b> Los hospitales tienen cisternas y pozos propios de agua.</li> <li>▪ <b>Saneamiento:</b> Los hospitales tienen instalaciones de saneamiento de desechos biológicos y no biológicos.</li> <li>▪ <b>Otros:</b> Aquí se pueden categorizar instalaciones como los elevadores.</li> </ul> |
| <b>Mobiliario y equipo</b>                  | <p>Aquí se incluye el mobiliario y el equipo especial de los hospitales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Camas</li> <li>▪ Camillas</li> <li>▪ Camas operatorias</li> <li>▪ Tanques de oxígeno</li> <li>▪ Ultrasonidos</li> <li>▪ Equipos de radiología</li> <li>▪ Equipos de radiación</li> <li>▪ Etc.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Sistemas de comunicación electrónica</b> | <p>Los hospitales tienen sistemas de comunicación como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Antenas</li> <li>▪ Radios</li> <li>▪ Cables</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## Aspectos funcionales de los hospitales

También llamados aspectos administrativos y organizaciones, se refiere a cómo funciona un hospital. Aquí se incluyen la distribución de los espacios, la organización del personal y los procesos administrativos.

Figura 1: Ejemplo de un organigrama utilizado un hospital Tipo IV



## • **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION DE HOSPITALES**

Al igual que todos los proyectos de desarrollo, los hospitales deben contemplar las tres fases del ciclo de los proyectos: la Preinversión, la Inversión, y la Operación y Mantenimiento.

Es fundamental que un hospital realice estudios detallados en la Preinversión que es el área en donde se estudia la localización de la estructura o el análisis del sitio, aspecto que puede reducir en un 50% la vulnerabilidad de riesgo a desastre.

Los gobiernos deben contemplar en la inversión un sistema de monitoreo del proceso de construcción para cerciorarse de que los hospitales se construyen en base a los anteproyectos que se establezcan en la Preinversión.

A continuación se presentan los criterios de construcción básicos para hospitales, los cuales se encuentran clasificados según la amenaza (sísmica, inundación y vientos).

Los criterios se desarrollan en:

- Localización del hospital.
- Aspectos estructurales.
- Aspectos no estructurales.
- Aspectos funcionales.

Los aspectos funcionales o administrativos operacionales son los mismos para las tres amenazas por lo que se encuentran en el último apartado.

## • **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION DE HOSPITALES ANTE LA AMENAZA SISMICA**

Los criterios de construcción de hospitales deben considerar ante la amenaza sísmica:

- ➡ Una metodología para establecer el diseño de una estructura que soporte el movimiento del suelo considerando las aceleraciones sísmicas y el tipo de suelo.
- ➡ Procedimientos para el análisis sísmico para la construcción de las estructuras y componentes no estructurales.
- ➡ Algunos requerimientos de diseño como los materiales, sistemas y componentes.
- ➡ Especificaciones para edificios de diseño irregular y sus limitaciones de uso.
- ➡ Especificaciones sobre las limitaciones del alto de los edificios.

### **Localización del hospital ante la amenaza sísmica**

La localización de los hospitales es sumamente importante para protegerlos de sismos. El objetivo de estudiar con precisión la localización de un hospital es reducir el riesgo a que el establecimiento sufra daños por un desastre.

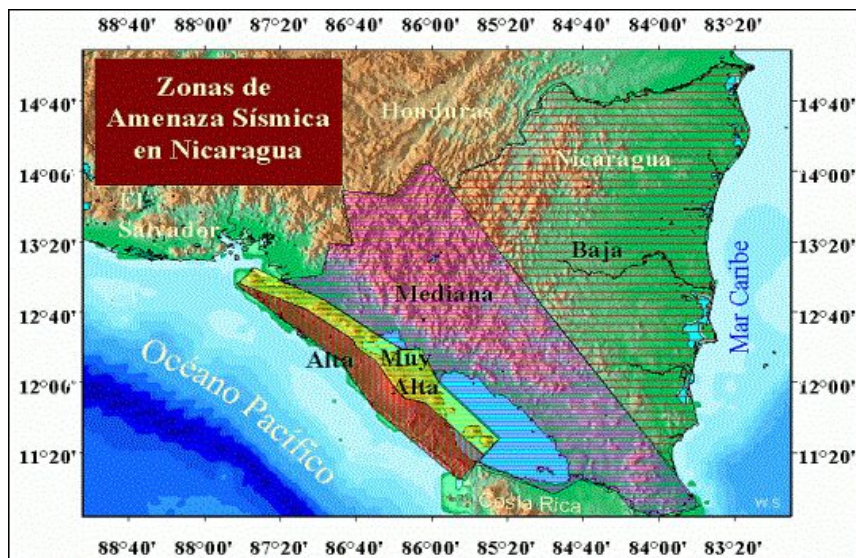
En algunos países existen mapas de amenaza sísmica que permiten visualizar con claridad en donde se ubican está la amenaza. En la región Centroamérica hay avances este mapeo.

En los mapas de amenaza sísmica se deben considerar:

- Las fallas sísmicas.
- Mecánica y dinámica de los suelos.
- Período de recurrencia de sismos.
- Magnitud de los sismos.

La amenaza sísmica es una de las más serias a las que los hospitales pueden ser expuestos si estos no se localizan en un área segura. Por lo que, la localización de un hospital debiera estar lejos de fallas sísmicas. Es así como, la localización geográfica es el factor más importante para reducir el riesgo de un terremoto aunque también debe considerarse la condición del suelo.

**Figura 2: Mapa de zonas de amenaza sísmica en Nicaragua. Fuente INETER**



- ➡ En donde proceda, los hospitales deben ubicarse según la zonificación de los Planes de Ordenamiento Territorial y deben ser aprobados por el ente regulador (Ministerios de Salud).

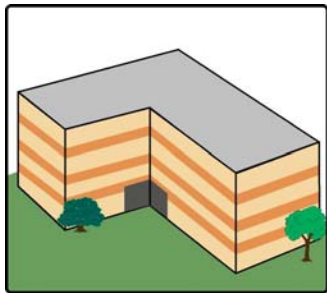
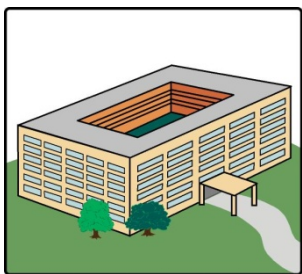
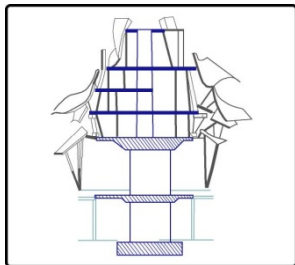
### **Aspectos estructurales de un hospital ante la amenaza sísmica**

La vulnerabilidad estructural se relaciona con el potencial daño de los componentes estructurales de una construcción. Aquí se consideran las fundaciones, paredes, columnas, gradas, pisos, techos y otros tipos de componentes estructurales que ayudan a que el edificio no se caiga. El nivel de vulnerabilidad de estos componentes depende de los siguientes factores:

- El nivel en el que el diseño estructural puede soportar una amenaza.
- La calidad de los materiales de construcción.
- El mantenimiento que recibe el establecimiento.
- La forma estructural y arquitectura del edificio.

Los hospitales deben ser sismorresistentes; es decir, que la estructura debe soportar un sismo de gran magnitud. En Centroamérica los hospitales son proyectos importantes y complejos, en donde se hace una gran inversión. Por lo que, aunque el costo de hacer una estructura sismorresistente puede ser elevado, esto asegura que la inversión no se perderá.

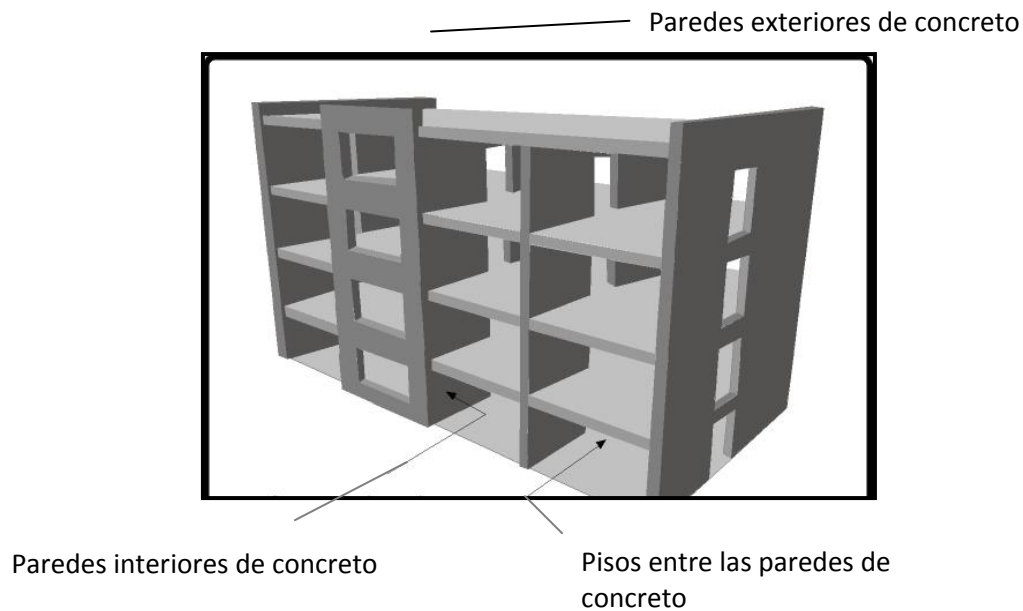
**Cuadro 4: Descripción de los aspectos de diseño a considerar para un hospital antisísmico (FEMA, 2007)**

| CARACTERÍSTICAS                            | EJEMPLO                                                                             | ASPECTOS A CONSIDERAR                                                                                                             |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Entrada doble en esquina                   |    | Puede ocasionar concentraciones de stress y fuerzas torsionales en sismos y contribuye a localizar las presiones altas de viento. |
| Cuadrado con patio interno                 |    | Puede ocasionar concentraciones de stress y fuerzas torsionales en sismos.                                                        |
| Muy irregular de forma en tres dimensiones |  | Puede ocasionar concentraciones de stress y fuerzas torsionales en sismos.                                                        |

- ➡ Se recomiendan tipos estructurales que resisten los sistemas de fuerza lateral. Estos sistemas son muros de cortante con elementos de borde, marco arriostrado, muros de cortante confinados de acero.

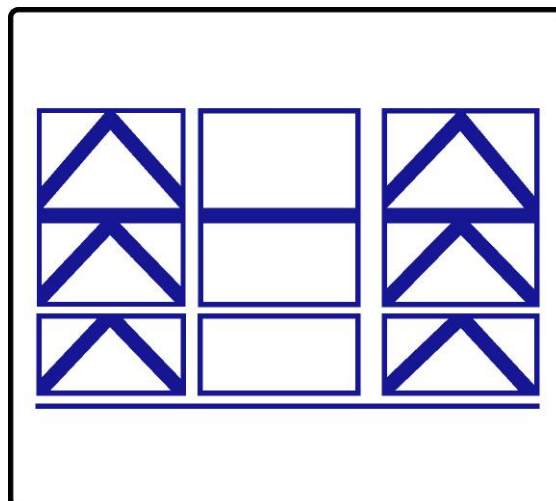
Los muros de cortante con elementos de borde son paredes de concreto en el diseño de una estructura que proveen rigidez lateral y fuerza en las cargas laterales. Existen dos tipos de muros de cortante, uno en donde las paredes cargan el peso de la gravedad y otros en donde el sistema de las columnas cargan la gravedad.

**Figura 3: Muros de cortante**



El marco arriostrado consiste en una estructura juntada con una columna de acero y vigas. Se resisten las fuerzas laterales por los aceros diagonales puestos en vigas seleccionadas.

**Figura 4: Marco arriostrado**



El sistema de muros de cortante confinados de acero consiste en una estructura completa colocada en vigas y columnas de acero.

**Figura 5: Sistema de muros de cortante confinados**



- ➡ Además, se recomienda utilizar sistemas que aíslen la base de la estructura, ya que esto permite que la estructura se mueva junto con el suelo evitando daños.
- ➡ Los hospitales deben utilizar concreto reforzado y acero como materiales de construcción idóneos para soportar la amenaza sísmica.
- ➡ La construcción deberá ser de materiales resistentes al fuego con un coeficiente retardatorio no menor de tres horas.
- ➡ Deben tener columnas largas.

## **Aspectos no estructurales de un hospital ante la amenaza sísmica**

La vulnerabilidad no estructural se refiere a todos aquellos aspectos internos que hacen que un hospital funcione y considera los componentes arquitectónicos.

### **Elementos Arquitectónicos**

- ➡ Aislar los elementos de modo que no se produzca la interacción con los elementos de la estructura resistente.
- ➡ Seleccionar el elemento de manera que resista las deformaciones que la estructura impone.
- ➡ Proveer de apoyos laterales y anclajes para dar estabilidad al elemento.
- ➡ Los cielos falsos deben estar debidamente arriostrados.

### **Mobiliario y equipo**

- ➡ El mobiliario y equipo pesado debe estar anclado al piso.

### **Instalaciones**

- ➡ Para evitar el daño de las instalaciones se debe prestar atención a los apoyos, arriostres y refuerzos en las zonas de empalmes y de unión.
- ➡ El tanque de almacenamiento de agua debe estar en alto y tener una capacidad de suministrar 60 litros de agua por día por cama.
- ➡ Los almacenamientos de agua subterránea no deben estar a ras del suelo porque se pueden contaminar.
- ➡ Los gases deben estar debidamente señalizados.

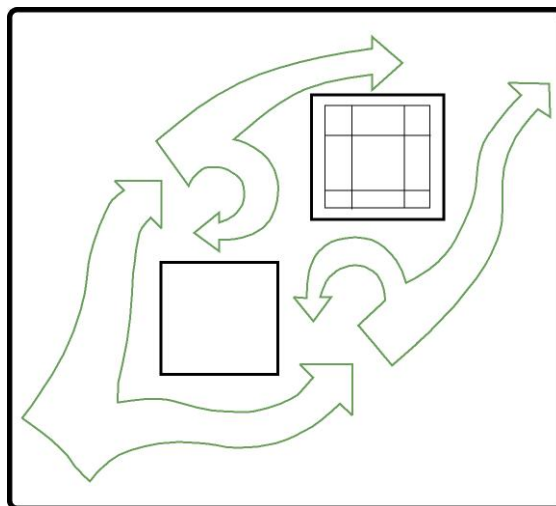
- **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION DE HOSPITALES ANTE AMENAZA POR VIENTOS**

#### **Localización del hospital ante la amenaza por vientos**

En el caso de vulnerabilidad ante la amenaza por vientos, los hospitales deben considerar:

- ➡ Condiciones meteorológicas.
- ➡ La velocidad máxima del viento.
- ➡ Antecedentes históricos.
- ➡ Los hospitales no deben estar localizados en sitios de Exposición D.
- ➡ Se recomiendan ubicar los hospitales en áreas de Exposición B o A.
- ➡ Se recomienda no ubicar los hospitales en la mitad de una montaña.
- ➡ Cerca de la estructura no deben de haber carteles, árboles y postes grandes.
- ➡ La carretera de acceso al hospital debe estar libre de árboles, postes y carteles grandes que puedan obstruirla.
- ➡ Algunas estructuras adyacentes pueden favorecer la protección de hospitales a vientos fuertes.

**Figura 6: Localización favorable de estructuras adyacente. Fuente: Normas Técnicas de Diseño para Vientos por Ing. Armando Ugarte Solís.**



### **Aspectos estructurales ante la amenaza por vientos**

- ➡ Determinar la resistencia estructural ante la carga de viento.
- ➡ En un edificio con pre-ingeniería de metal se requieren consideraciones especiales para asegurar que la estructura tiene más superfluidad que otros edificios. Debe asegurarse que la estructura es no vulnerable a un colapso progresivo.
- ➡ Las paredes exteriores de soporte de mampostería u hormigón armado pueden ser diseñadas para tener suficiente fuerza para resistir cargas internas y externas, si se analizan los vientos.
- ➡ Se recomiendan instalaciones similares a las de la resistencia sísmica como elementos de borde, marco arriostrado, muros de cortante confinados de acero.
- ➡ Deben evitarse los sistemas de columnas planas.

### **Aspectos no estructurales ante la amenaza por vientos**

- ➡ Los ductos de aire no deben estar instalados en el techo.
- ➡ Los condensadores de aire acondicionado deben tener instalaciones especiales en el techo.

### **Elementos arquitectónicos**

- ➡ Cubiertas de techos: Deben utilizarse un concreto mezclado en el lugar reforzado con una profundidad mínima de cuatro pulgadas.
- ➡ Paredes exteriores de carga: Debe utilizarse un concreto mezclado en el lugar reforzado con una profundidad mínima de 6 pulgadas.
- ➡ La instalación de las puertas debe ser suficientemente fuerte para resistir la presión del viento positiva y negativa. Los arquitectos deben requerir que las puertas hayan sido probadas con cargas de viento.
- ➡ Las ventanas deben ser suficientemente fuertes para resistir la presión del viento positiva y negativa. De preferencia deben poseer vidrios que al romperse inicien la ruptura desde el centro, cortando en pedazos uniformes el vidrio.

- ➡ Se sugiere poner en puertas y ventanas protecciones plegables de material metálico que impidan el ingreso de corrientes de viento al establecimiento o la utilización de viguetas de madera.
- ➡ Las coberturas de los techos no deben tener aberturas y deben estar sujetas con ganchos especiales.

## • **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION DE HOSPITALES ANTE AMENAZA POR INUNDACION**

### **Localización del hospital ante la amenaza por inundación**

El área de inundación es el factor más importante, ya que determina hasta donde se puede inundar un establecimiento. Para esto se requiere información histórica y técnica.

En Centroamérica existen esfuerzos para contar con mapas de amenaza por inundación que determinan el cauce normal del río y la carga del cauce por efectos meteorológicos como tormentas y huracanes.

Esta información debe ser utilizada en el diseño del hospital aunque por criterio básico los hospitales no deben estar cerca de los cauces de los ríos.

La cercanía de un hospital a los cauces de los ríos no solo representa una amenaza para el hospital y sus pacientes sino para la población cercana por los desechos orgánicos y patológicos que genera un establecimiento de esta índole.

Ahora bien, los mapas de inundación son aproximaciones y no deben tomarse como información absoluta para la construcción de un hospital.

### **Aspectos estructurales ante la amenaza por inundación**

- ➡ Se debe determinar el diseño de elevación ante inundación.
- ➡ Las áreas operativas deben instalarse en la parte alta del hospital.

### **Aspectos no estructurales ante la amenaza por inundación**

- ➡ En el área propensa a inundación deben existir drenajes especiales.
- ➡ Los sistemas sanitarios deben ser diseñados para minimizar o eliminar la infiltración de agua por inundación en los sistemas.
- ➡ Las instalaciones eléctricas, de agua y oxígeno deben estar salvaguardadas del agua en caso de inundación.

- ➡ Las instalaciones de gases y eléctricas deben estar elevadas.
- ➡ En zonas altamente propensas a la inundación se deben construir cámaras protectoras de instalaciones esenciales (cuartos para equipo).
- ➡ Las paredes interiores deben ser removibles para poder limpiarlas y secarlas con facilidad.
- ➡ Se deben colocar pisos resistentes al agua pero que no sean resbalosos.
- ➡ Se debe usar resina epóxica u otro tipo de pintura impermeable que evite la contaminación.
- ➡ Se recomienda instalar circuitos eléctricos separados.

**Figura 7: Inundaciones ocasionadas por el Huracán Mitch**



## • **CRITERIOS GENERALES FUNCIONALES DE HOSPITALES PARA LAS TRES AMENAZAS**

La vulnerabilidad organizacional se refiere a la capacidad de organización de un hospital cuando ocurre un desastre. Aquí se deben considerar aspectos como, la exposición de personal, la inclusión de voluntarios y la evacuación de pacientes.

**Cuadro 6: Descripción de los aspectos funcionales a considerar para un hospital**

| <b>ASPECTOS FUNCIONALES</b>                                          | <b>ACCIONES RECOMENDADAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Plan de emergencia ante desastres</b>                             | <p>Debe existir un plan para actuar en situación de emergencia o desastres, el cual debe estar actualizado y difundido entre todos los trabajadores del hospital.</p> <p>El plan debe ser probado mediante simulacros con el personal del hospital.</p> <p>El plan debería ser impulsado por un Comité Hospitalario de Atención de la Emergencia y coordinado con otras instancias hospitalarias.</p> |
| <b>Plan de contingencia</b>                                          | Los planes de contingencia son acciones que se realizan para seguir funcionando a pesar de, por ejemplo, el racionamiento del agua o energía.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Sistemas de alerta</b>                                            | Deben existir alertas para alarmar al recurso humano del hospital sobre la emergencia que se suscitará.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Reservas para la atención de una emergencia</b>                   | El hospital debe tener una reserva para utilizarse en casos de emergencia. La reserva debe estar inventariada y debe ser actualizada mensualmente.                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Rutas de evacuación despejadas y señalizadas</b>                  | Deben existir rutas de evacuación señalizadas y despejadas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Capacitación y protocolos para la atención masiva de víctimas</b> | El personal del hospital debe estar capacitado y conocer los protocolos de atención masiva de víctimas y ubicar ordenadamente a los voluntarios.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Respaldo de la información</b>                                    | El hospital debe tener un respaldo de su información ( <i>backup</i> ) en caso que el sistema informático se dañe.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### 2.1.2 INSTITUCIONES DE PRIMERA RESPUESTA

Como parte de las instituciones que brindan la primera respuesta a la hora de un desastre, es necesario asegurar que las edificaciones que albergan a las instituciones de de protección civil, a los bomberos, a la cruz roja y a la policía también sean seguras.

Estas instituciones deben contar con planes de emergencia y contingencia para actuar a la hora de un desastre. Se recomienda que los países tengan inventariados el equipo de comunicación y transporte que se puede utilizar a la hora de un desastre y que exista una óptima coordinación entre las instancias relacionadas con la primera respuesta.

Las instancias de primera respuesta deben darle un adecuado mantenimiento a las edificaciones en donde se encuentran, deben ser estructuralmente sismorresistentes y estar ubicadas en zonas no vulnerables a inundaciones y vientos fuertes.

Otra edificación importante en el nivel municipal, aunque no se relaciona directamente con la primera respuesta, es la alcaldía, quien es la responsable de atender la emergencia en el nivel local.

**Figura 8: Ambulancia dañada por vientos.**



## 2.1.3 ESCUELAS

Las escuelas son estructuras fundamentales que se deben proteger contra las amenazas naturales porque la mayoría de sus ocupantes son niños que representan el futuro de la región. Las escuelas deben ser seguras desde el punto de vista estructural, no estructural y funcional.

Aunque en la región han existido avances en la atención de la emergencia en las escuelas, la construcción de estas sigue haciéndose sin un diseño definido que permita que las estructuras sean seguras.

Además, en la mayoría de los países las escuelas se utilizan como albergues cuando ocurre una emergencia por lo que es imprescindible que además de que no sufran daños severos puedan permanecer óptimamente para el servicio de los damnificados.

Por su importancia las escuelas también se clasifican dentro de la Categoría IV, es decir como una estructura fundamental.

Actualmente, el Fondo de las Naciones Unidas para la Niñez (UNICEF) con la Estrategia Integral para la Reducción de Desastres (EIRD) están impulsando el Proyecto “Fortalecimiento de la Gestión Local del Riesgo en el Sector Educativo en Centroamérica” como parte del V Plan de Acción DIPECHO en Centroamérica, el cual incluye aspectos de la construcción segura de las escuelas.

### **Características de las escuelas**

La escuela es un edificio donde los niños reciben educación formal. En la mayoría de los países de Latinoamérica, la construcción de una escuela se autoriza cuando una población cuenta con un mínimo de 17 estudiantes. Las dimensiones usadas en la actualidad para un aula tipo es 6.70 m. x 8.00 m. aproximadamente para un total de 60.04 m<sup>2</sup>, la cuales tienen capacidad par 35 estudiantes.

La estructura de una escuela debe proveer un espacio seguro y sano a los estudiantes, el ambiente debe motivar un ambiente de enseñanza y aprendizaje, el ambiente de aprendizaje debe ser resultado de una planificación y un diseño adecuado.

Las escuelas deben considerar:

- Que el diseño proteja a la escuela de las amenazas.
- Un diseño cuidadoso de la iluminación y el aprovechamiento de la luz del día.

- Que el diseño considere salvaguardar las vidas de los ocupantes de la escuela.

La mayoría de las escuelas tienen una forma cuadrada con un patio interno o frontal aunque también existen diseños en escuadra. Las escuelas tienen en general varios salones del mismo tamaño con baños intermedios y áreas comunes destinadas para hacer deporte y actividades artísticas.

El mobiliario y equipo consiste en escritorios, pizarrones y sillas aunque algunas escuelas modernas pueden tener computadoras y laboratorios.

### **Aspectos estructurales de las escuelas**

Las escuelas deberían considerar aspectos estructurales que garanticen que el establecimiento no colapsará. Debido al tamaño relativamente pequeño de la mayoría de las escuelas y la simplicidad de su diseño la estructura no debería colapsar con una amenaza natural.

### **Aspectos no estructurales de las escuelas**

Como parte de los acabados, en la mayoría de las escuelas se utilizan materiales como mampostería, ladrillo, estuco, metal y vidrio.

Los sistemas mecánicos de las escuelas son relativamente sencillos. Las instalaciones hidráulicas están colocadas en los baños y las instalaciones eléctricas son pocas (a menos de que la escuela sea moderna y tenga laboratorios de computadora, ciencias, etc.).

### **Aspectos funcionales de las escuelas**

Las escuelas deben considerar planes de emergencia para evacuar a los estudiantes cuando ocurre un desastre. Los maestros y los niños deben ejercitar simulacros de evacuación para salvaguardar la vida.

- **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION DE ESCUELAS ANTE AMENAZA SISMICA**

En el diseño de la escuela se debe analizar:

- Qué tipos de daños son aceptables.
- Cuáles son las implicaciones a largo plazo del costo y beneficio de mitigar el riesgo a desastre.

#### **Localización de la escuela**

- ➡ Las escuelas deben estar localizadas en suelos duros o rocosos.
- ➡ Las escuelas debe localizarse en áreas de baja sismicidad según los mapas de microzonificación.

#### **Aspectos estructurales de las escuelas**

- ➡ Los aspectos estructurales deben ser básicamente los mismos que para los hospitales aunque en el caso de las escuelas, éstas se deben evacuar.
- ➡ Debe ponerse especial atención en los principios estructurales claves como el suministro de una carga directo y la redundancia estructural.
- ➡ El diseño estructural debe ser conectado correctamente con los aspectos no estructurales.

#### **Aspectos no estructurales de las escuelas**

- ➡ Los techos deben estar asegurados.
- ➡ El equipo y mobiliario pesado debe estar asegurado y lejos del alumnado.
- ➡ En las clases debe existir un espacio mínimo de dos metros entre los escritorios y las librerías.

## • CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION DE ESCUELAS ANTE AMENAZA POR VIENTOS

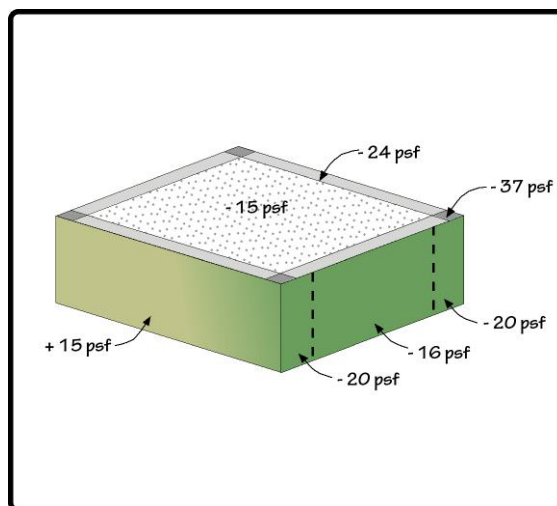
### Localización de la escuela

- ➡ En el mapa de microzonificación deberá determinarse la frecuencia y magnitud de la amenaza por vientos a la que puede ser expuesta la estructura.
- ➡ De ser posible, las escuelas deberán estar localizadas en áreas con protección natural (montañas) pero evitando alrededor árboles grandes o carteles que le pueden caer encima.
- ➡ Las escuelas propensas a amenaza por vientos no deben ser localizadas en cimas de montañas y colinas.
- ➡ Cerca de la escuela no deben existir árboles de más de 6 pulgadas de diámetro.

### Aspectos estructurales de las escuelas

- ➡ Se deben calcular las cargas permisibles de viento.
- ➡ El diseño estructural debe hacerse acorde a la amenaza que representa el viento.
- ➡ Las escuelas deben tener dos accesos.
- ➡ El techo debe ser plano para evitar que la velocidad del viento se incremente.

Figura 9: Estructura con techo plano



### **Aspectos no estructurales de las escuelas**

- ➡ Se deben eliminar elementos arquitectónicos exteriores que pueden causar turbulencia como gradas y chimeneas.
- ➡ Las puertas principales deben soportar la carga de viento y no deben estar cerca de las aulas.
- ➡ Se recomienda el diseño de un vestíbulo.
- ➡ Las puertas deben tener ganchos para asegurarlas.
- ➡ Se recomienda echar espuma de poliuretano en el techo, ya que los protege.
- ➡ Las ventanas deben resistir las cargas negativas y positivas de los vientos. De ser posible, los vidrios deben romperse de su centro.
- ➡ Las conexiones exteriores deben estar aseguradas.

- **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION DE ESCUELAS**  
**ANTE AMENAZA POR INUNDACION**

#### **Localización de las escuelas**

- ➡ Las escuelas deben ser localizadas fuera del cauce natural/histórico de los ríos.

#### **Aspectos estructurales de las escuelas**

- ➡ Las escuelas deberán ser construidas con sistemas de elevación.
- ➡ Si la escuela definitivamente está cerca de un área de inundación se puede considerar la construcción de una borda.
- ➡ No se recomienda construcción de sótanos.

#### **Aspectos no estructurales de las escuelas**

- ➡ Se deben utilizar materiales no corrosivos.
- ➡ Las pinturas deben ser impermeables.
- ➡ Las puertas deben tener ganchos a prueba de colación de agua.
- ➡ Las alcantarillas deben poder soportar la máxima cota de inundación, hacia abajo.
- ➡ Los tanques de agua deben localizarse en la parte alta de la escuela.
- ➡ Las instalaciones deben estar elevadas.
- ➡ Los pisos deben ser impermeables.
- ➡ Los controles eléctricos deben estar separados. Debe existir un sistema automatizado para evitar el corto circuito en laboratorios de computación.
- ➡ Los laboratorios químicos deben localizarse en la parte alta.

## • **CRITERIOS FUNCIONALES DE LAS ESCUELAS PARA LAS TRES AMENAZAS**

- ➡ Las escuelas deben contar con un Plan de Emergencia que les permita evacuar a los estudiantes y maestros de forma ordenada y en poco tiempo. El plan de emergencia debe ser conocido por el personal docente, administrativo y el alumnado. Los planes deben ser validados y coordinados por un Comité de Emergencia en donde exista la participación activa de docentes, personal administrativo y alumnos. Se deben realizar simulacros periódicamente para evaluar el Plan de Emergencia.
- ➡ Se recomienda que la escuela mantenga una bodega con alimentos no perecederos, agua potable y medicinas con capacidad de salvaguardar la vida de los alumnos por 24 horas, en caso de que los accesos a la escuela se hayan dañado.
- ➡ Debe existir una base de datos actualizada de las personas encargadas de los alumnos, en caso de emergencia. La base de datos debe incluir teléfonos fijos, celulares y dirección.
- ➡ La escuela debe contar con un Plan de Contingencia en caso de que el establecimiento se utilice como albergue. En esta planificación deberá considerarse el uso que se le dará a las aulas, la ubicación de la cocina, de los baños portátiles, etc., así como la capacidad máxima que tiene para albergar damnificados.
- ➡ Debe existir un Comité que evalúe una vez al año el estado estructural y no estructural de la escuela para que esta tenga un adecuado mantenimiento.

### 2.1.3 VIVIENDA DE INTERES SOCIAL

*Una urbanización residencial es la habilitación de tierras mediante la dotación de infraestructura, servicios y equipamiento urbano, con el fin de destinarlas a la construcción de viviendas.<sup>2</sup>*

La vivienda como núcleo de una ciudad y como resguardo para el ser humano, debe cumplir ciertos requisitos para proporcionar confort y seguridad, entendiéndolo como la armonía e interacción de la construcción con el medio donde se encuentra situada, además de la seguridad de los habitantes. En este sentido es indispensable tomar en cuenta las amenazas naturales que hacen vulnerable a una población al ubicar las urbanizaciones en lugares inadecuados.

Las urbanizaciones se organizan en dos categorías:

- Lotes residenciales unifamiliares o bifamiliares (vivienda unifamiliar) y;
- Lotes residenciales multifamiliares (urbanización multifamiliar).

#### **Vivienda unifamiliar**

Es un edificio habitado por una única familia que no está en contacto físico con otras edificaciones, normalmente están rodeadas por todos sus lados por un terreno perteneciente a la vivienda.

#### **Urbanizaciones multifamiliares**

Son aquellas que contemplan el uso multifamiliar de la propiedad en condominio horizontal, sobre un superlote; la forma de condominio y su desarrollo interior está regido por medio de un reglamento especial. En esta categoría puede ubicarse a la vivienda mínima (de interés social) o de **Quinta Categoría**.

---

<sup>2</sup> Reglamento Específico de Normas de Urbanización y Construcción de Proyectos Habitacionales de Interés Social del Municipio de Guatemala. Guatemala.

## **Características de la vivienda mínima o de quinta categoría**

Este tipo de construcción requiere de la aplicación de normas mínimas, con el fin de que puedan ser adquiridas a bajo costo, ya que va dirigida a la población de bajos ingresos.

Existen diferentes modelos de vivienda de interés social que van desde los 30 m<sup>2</sup> en los cuales se construyen tres ambientes consistentes en dos (2) dormitorios y el corredor o área social y letrina lavable, hasta viviendas de 80 y 85 m<sup>2</sup> que cuentan con todos los servicios y están conformadas por tres dormitorios, sala-comedor, servicio sanitario; cocina, patio interior, y área exterior de jardín o parqueo de vehículo.

### **Aspectos estructurales de la vivienda de interés social**

En la actualidad, para los modelos más económicos se usa cimiento corrido rectangular, muros de Block de 25Kg/cm<sup>2</sup>, estructura de cimiento, columnas y soleras con materiales de alta resistencia, piso de torta de cemento alisado y cisado en sus juntas, estructura de techo de metal y cubierta de lámina. En los modelos de mayor área se utiliza el mismo tipo de estructura con la diferencia que el techo es de losa, además los cimientos, columnas y techo son diseñados con capacidad para levantar un segundo piso.

No obstante la vivienda de interés social debe ser de bajo costo, este tipo de sistema constructivo encarece en cierta medida la construcción, por lo que es indispensable que se apliquen otros sistemas más económicos como adobe, quincha u otro material local, siempre que cumplan con los requisitos de seguridad ante las amenazas de sismo, inundación y vientos fuertes.

### **Aspectos no estructurales de la vivienda social**

El terreno, al ser urbanizado debe contar con sistema de alumbrado público y acometidas domiciliarias de energía eléctrica (en lugares donde exista el servicio), tratamiento adecuado de calles, sistema de drenajes de agua de lluvia, sistema de drenajes de aguas negras y sistema de agua potable y letrinas.

En las viviendas los espacios abiertos sin techo, como el jardín y el patio son aspectos no estructurales que permiten la iluminación, la ventilación y el soleamiento, están delimitados por áreas de construcción y/o colindando a una o dos vecindades.

## • CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION PARA URBANIZACIONES DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL

Los criterios de construcción básicos para proyectos de vivienda de interés social, deben clasificarse según la amenaza. *Es necesario que todas las edificaciones estén bien concebidas en cuanto a su sistema resistente, y bien proyectadas en el aspecto estructural, procurando una selección cuidadosa de materiales, detalles y métodos constructivos.*<sup>3</sup> Los criterios generales que deben tomarse en cuenta para la urbanización y construcción de viviendas de interés social seguras ante las amenazas de inundación, sismos y vientos fuertes son:

- Localización.
- Aspectos estructurales.
- Aspectos no estructurales.

Para obtener datos sobre estos criterios debe realizarse un estudio de pre inversión con el objetivo principal de comprender las condiciones locales, necesidades y expectativas de las familias. Este estudio consiste en el análisis de la factibilidad del proyecto en aspectos básicos tales como la propiedad y legalidad de la tierra, las condiciones físicas del terreno, la posibilidad de suministro de agua potable, electricidad, transporte, etc.

El estudio considerará aspectos tales como:

- **Legalidad:** Las familias no deberían tener problemas en el futuro sobre la propiedad de la tierra. Dependiendo de los ingresos podría ser tierra que el Estado les ha donado a los beneficiarios, tierra propia de los beneficiados o compra financiada a bajo costo.
- **Ambiente:** Se determina la medida de impacto ambiental que la ejecución del proyecto pudiera generar en la comunidad. En este aspecto deberá tomarse en cuenta el mapeo y esquemas de sismos, inundaciones y vientos del sitio seleccionado. Si existieran datos deberán actualizarse y en el caso que no existieran deberá hacerse el análisis que determine los desastres que se han suscitado, el tiempo entre uno y otro y la posibilidad de que sucedan nuevamente, además las áreas con mayor riesgo.
- **Tecnología:** El desarrollo de de la urbanización aplica los aspectos técnicos de construcción establecidos de acuerdo a la región, tomando en cuenta por ejemplo estándares como Códigos Nacionales de Construcción y normas tecnológicas que cada país establezca.

---

<sup>3</sup> Código Sísmico de Costa Rica. Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica. Costa Rica 2002.

- **Social:** Contribución y participación por parte de las familias involucradas y el costo beneficio del proyecto.

La vivienda como parte integral del diseño urbano, debe contemplar los siguientes aspectos generales:

- Aprovechamiento de las características y uso potencial del suelo.
- Aprovechamiento de las mejores condiciones de orientación y ventilación en función de los elementos naturales.
- Equilibrio e interrelación funcional entre los componentes del conjunto.
- Privacidad visual y acústica.
- Crecimiento progresivo de la vivienda.
- Espacios en función de las necesidades a satisfacer.
- Estructuras seguras y adecuadas ante amenazas de sismo, vientos fuertes e inundaciones.

La inversión financiera para viviendas de interés social puede proceder de organismos internacionales, organizaciones no gubernamentales (ONG's), organismos gubernamentales o financieras. El tiempo de construcción de las viviendas se estima entre cuatro a seis meses, dependiendo del modelo de vivienda y se construyen en forma simultánea por grupo de viviendas.

Para tener una idea del total que debería invertirse por vivienda, se toma como ejemplo, las viviendas construidas por Hábitat para la Humanidad, que apoya a familias de escasos recursos.

Los préstamos de Hábitat para la Humanidad van desde US\$2,500 a US\$7,000, amortizables de 5 a 15 años con pagos de US\$20 a US\$30 según el ingreso de la familia, donde el organismo recupera el 40% que utiliza para seguir construyendo. Las casas miden de 36 a 42 m<sup>2</sup>, poseen de 2 a 3 ambientes, un servicio sanitario adentro o letrina afuera, sala, comedor y cocina.

Hábitat para la Humanidad construye tres tipos de viviendas. Las familias de ingreso medio bajo reciben casas de 45 a 60 m<sup>2</sup>, las de ingreso bajos de 36 a 45 m<sup>2</sup>, y en extrema pobreza adecuan la vivienda a los ingresos de la familia. También se dan microcréditos para mejoramiento de viviendas, cubriendo lo más esencial como baño y dormitorios.

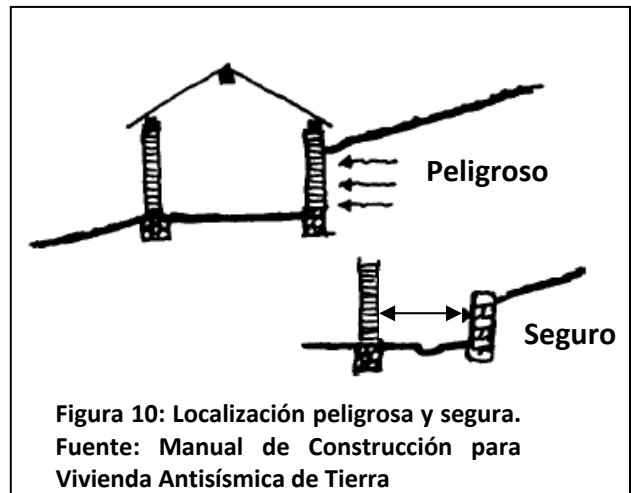
Como Habitat para la Humanidad existen otros organismos que construyen viviendas de interés social, los cuales recuperan un porcentaje medio de la inversión. Los gobiernos también invierten a través de fondos propios, donaciones o préstamos.

- **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION PARA URBANIZACIONES DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL ANTE LA AMENAZA SISMICA**

En el caso de sismo de menor intensidad, puede tolerarse que una vivienda sufra de agrietamiento pero no puede sufrir daños estructurales. En sismos de mayor intensidad la vivienda puede sufrir daños estructurales pero no colapsar.

#### **Localización de la vivienda**

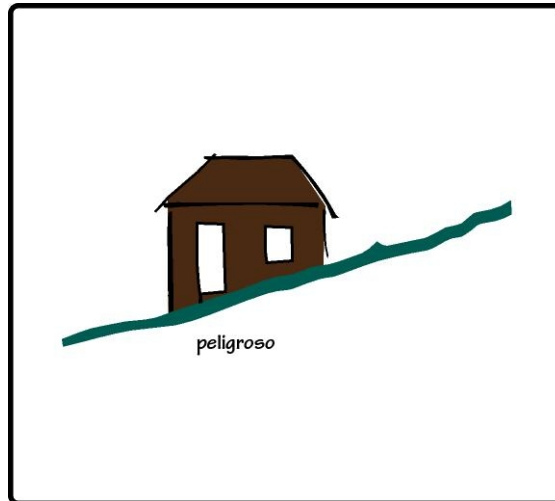
- ➡ Deberá contarse con un mapeo de sismo.
- ➡ Las viviendas deberán separarse de sus linderos con los predios vecinos una distancia adecuada con el fin de evitar daños por el posible contacto de las dos construcciones durante un sismo.
- ➡ Considerar si el terreno está a la orilla de un barranco. Los más peligrosos son los barrancos cortados.



- ➡ Las condiciones geológicas del terreno y el área donde éste se ubique, no deberá presentar ninguna amenaza o peligro visible o evidente para la urbanización o comunidad por asentar.
- ➡ No debe emplazarse la vivienda en el corte de una pendiente del terreno debido a que los impactos horizontales de la tierra durante el sismo, pueden provocar el colapso del muro adyacente.

- ➡ No debe emplazarse la vivienda sobre una pendiente, para evitar el deslizamiento de la edificación.

**Figura 11: Vivienda ubicada en sitio peligroso**



- ➡ En el caso en el que se deba emplazar la vivienda en un terreno con pendiente, es preciso crear una plataforma con suficiente distancia hacia los bordes de la pendiente.
- ➡ Las zonas de pendiente fuerte no son aptas para las construcciones, su uso debería ser exclusivo para bosque o zona de protección, por lo que no se recomienda el desarrollo poblacional, turístico y agrícola.
- ➡ Es recomendable que las viviendas masivas y pesadas se emplacen en terrenos suaves y arenosos, para reducir la fuerza del impacto del sismo. Mientras que las viviendas livianas y flexibles como las de bahareque se pueden emplazar en terrenos rocosos.

### **Aspectos estructurales de las viviendas**

- ➡ Para el diseño de los elementos estructurales, deberán considerarse todas las cargas muertas, cargas vivas de sismo, considerando las diferentes intensidades.
- ➡ Se deberán considerar también cargas como empujes de líquidos o tierra, así como cambios de temperatura, contracción, asentamientos diferenciales, etc.; en los casos que estas cargas sean significativas.
- ➡ Deben considerarse tres tipos de cargas o acciones sobre las estructuras: cargas permanentes, cargas variables y cargas accidentales.

- ➡ Cuando las plantas son irregulares, deben separarse las juntas y la unión debe ser flexible y liviana.
- ➡ Los muros deberán estar anclados a los pisos, techos y otros elementos estructurales que proporcionen el soporte lateral requerido para el muro.
- ➡ Los muros deben estar diseñados de tal forma que no caigan hacia el exterior pues esto ocasiona el colapso de la cubierta.
- ➡ Los elementos y sistemas estructurales de la cimentación deben mantener su capacidad de transmitir cargas verticales y horizontales.
- ➡ Los muros y las cubiertas deben ser estables para que durante la ocurrencia de sismos no sufran deformaciones, así mismo deben ser construidos aisladamente para evitar el colapso.
- ➡ Deberán construirse muros gruesos y de mediana altura, puesto que los muros delgados y altos colapsan fácilmente aun estando reforzados.
- ➡ Las paredes deberán ser rigidizadas con una viga corona.

### **Aspectos no estructurales de las viviendas**

- ➡ Cuando los muros no contribuyan a resistir fuerzas laterales, se sujetarán a la estructura de manera que no restrinjan la deformación de ésta en el plano del muro, pero a la vez que se impida el volteo de estos muros en dirección normal a su plano. Preferentemente estos muros serán de materiales flexibles.
- ➡ El mobiliario, los equipos y otros elementos cuyo volteo o desprendimiento puedan ocasionar daños físicos o materiales ante movimientos sísmicos, como anaqueles, tableros eléctricos o telefónicos, etcétera, deben fijarse de tal manera que se eviten daños ante movimientos sísmicos.

### **Materiales de Construcción**

- ➡ En el caso que se use el sistema constructivo de block, este debe ser de 25 kg.
- ➡ Deberán usarse materiales locales que cumplan con los requisitos de confort climático según la región y criterios constructivos seguros de acuerdo a las normas establecidas en cada país.

- ➡ A pesar que el bahareque ha sido eliminado de algunos códigos de sismo, es un material apto para la construcción si se toman en cuenta normas antisísmicas, además el costo es bajo y es un material climáticamente adaptable.
- ➡ Estructuras de madera y de bambú con muros de cerramientos livianos ofrecen una óptima resistencia sísmica, y causan menos daños en caso de colapsar.
- ➡ Todos los materiales deben cumplir con las especificaciones técnicas establecidas en los cálculos y planos y además deben ser guardados en lugares apropiados para evitar su descomposición.

- **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION DE URBANIZACIONES DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL ANTE AMENAZA POR VIENTOS**

### Localización de la vivienda

Recomendaciones:

➡ Contar con un diagrama de vientos del sitio.

➡ De acuerdo a la rugosidad del terreno la clasificación es la siguiente:

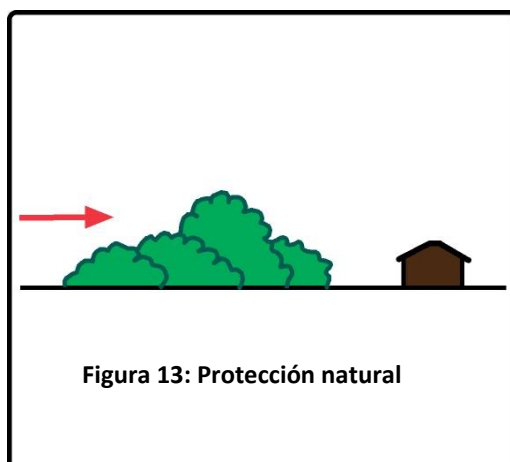
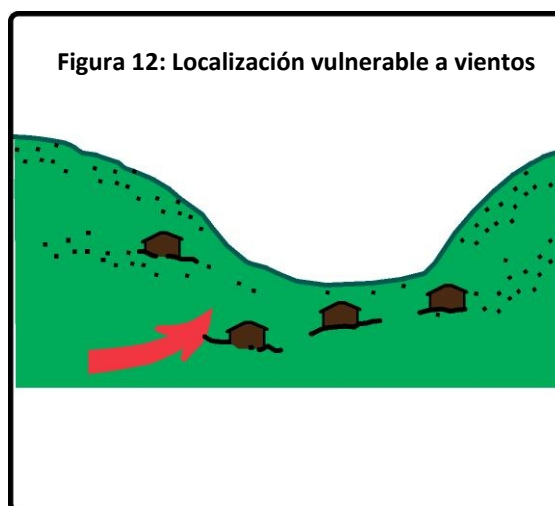
**R1.** Escasas o nulas obstrucciones al flujo del viento, como en campo abierto.

**R2.** Terreno plano u ondulado con pocas obstrucciones.

**R3.** Zona típica urbana y suburbana. El sitio está rodeado predominantemente por construcciones de mediana y baja altura o por áreas arboladas.

**R4.** Zona de gran densidad de edificios altos, por lo menos la mitad de las edificaciones que se encuentran en un radio de 500 metros alrededor de la estructura en estudio tiene altura superior a 20 m<sup>4</sup>.

➡ Tomar ventaja de los rompe vientos naturales, tales como árboles o muros.



<sup>4</sup> Reglamento Nacional de Construcción de Nicaragua, Requisitos Generales de Diseño y Construcción, Pág. 42, 2005.

- ➡ Tener cuidado en los lugares sobre colinas en donde la velocidad del viento puede ser mucho mayor.
- ➡ También se debe tener cuidado en los valles, puesto que pueden aumentar la velocidad del viento.

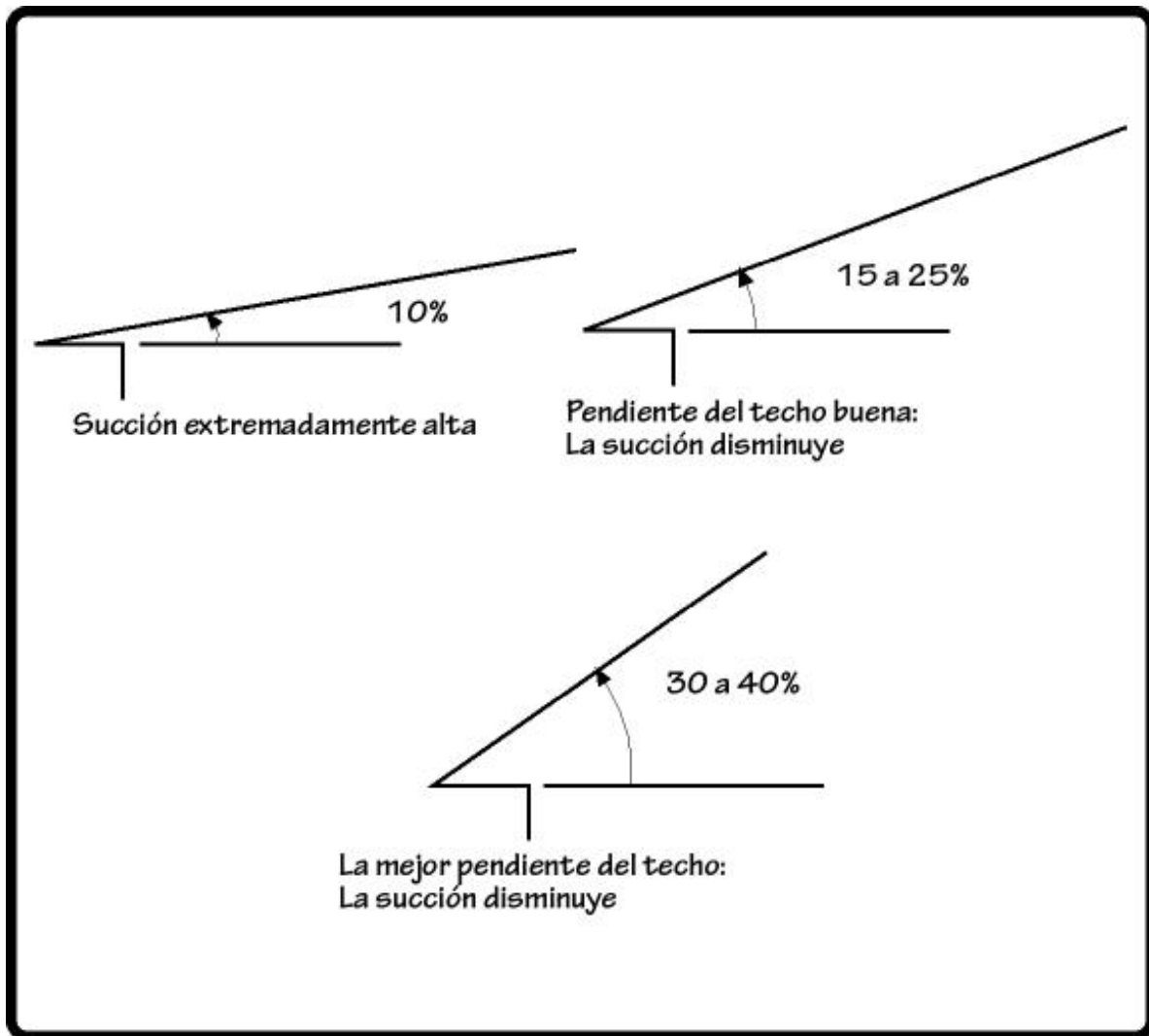
### **Aspectos estructurales de la vivienda**

- ➡ En las zonas donde pueda acumularse anormalmente la ceniza por efecto del viento o de la lluvia, se calculará la sobrecarga debido a las acumulaciones previsibles.
- ➡ Las cubiertas a cuatro aguas son idóneas para este tipo de amenaza.
- ➡ Para el diseño de los elementos estructurales, se deberán considerar todas las cargas muertas y cargas vivas de viento, considerando las diferentes intensidades.
- ➡ Los techos deben tener una inclinación adecuada de tal forma que la succión no sea demasiado alta ya que esto ocasionaría el desprendimiento de la cubierta.

### **Aspectos no estructurales de la vivienda**

- ➡ Deberá realizarse un diseño local de los elementos particulares directamente expuestos a la acción del viento, tanto los que forman parte el sistema estructural, tales como cuerdas y diagonales de estructuras triangulares expuestas al viento, como los que constituyen sólo un revestimiento (láminas de cubierta y elementos de fachada y vidrios).

Figura 14: Techos



### Materiales de Construcción

- ➡ Los materiales recomendables son: lozas de concreto o de madera con lámina (menos costo). Los techos de madera y lámina frente a la amenaza de viento deben considerar un buen anclaje, esto también dependerá de la velocidad de los vientos.

## • **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION DE URBANIZACIONES DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL ANTE AMENAZA POR INUNDACION**

### **Localización de la vivienda**

➡ En el caso de terrenos con pendientes de más del 20% con laderas a orillas de cauces de agua, se deberán presentar, acompañado al anteproyecto de la urbanización, estudios geológicos de la zona a urbanizar que demuestren que los terrenos son aptos para construir.

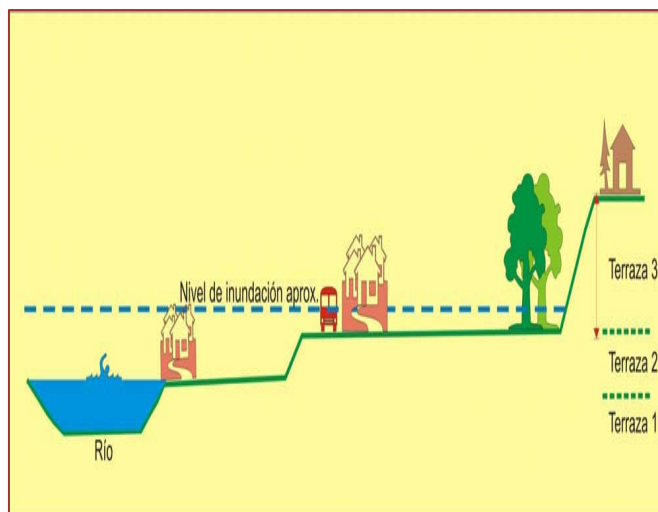
➡ Deberá tomarse en cuenta el nivel de inundación de un cuerpo de agua con el fin de ubicar las viviendas en los lugares donde no se vean afectadas.

➡ Cuando la urbanización esté cruzada por un cauce de agua se podrán hacer trabajos de canalización o entubamiento, en cuyo caso deberá preverse rebalses para avenidas máximas manteniendo sobre el tubo un canal abierto adicional.

➡ Contar con un estudio de la cuenca dentro de la cual se encuentra comprendido el proyecto a efecto de tomar en cuenta el desarrollo de otros proyectos tanto aguas arriba como abajo. En el caso de tener el terreno pendientes mayores al 10% y preverse su terraceo deberá procurarse la salida adecuada de las aguas pluviales de los lotes, prevenirse la erosión de taludes y el empozamiento de pequeños valles que pueda tener el terreno.

➡ La entrega de aguas pluviales a un colector, quebrada, o río, debe tomar en cuenta el nivel máximo probable de las avenidas de este último, a fin de no obstaculizar la incorporación de las aguas. Esta entrega no debe ser hecha en forma perpendicular al curso del colector, sino que en un ángulo no mayor de 45°.

➡ Las inundaciones también pueden presentarse de acuerdo al tipo de suelo. Si los suelos son fangosos, el área de proyecto tendrá una disposición mayor de sufrir



**Figura 15: Casos frecuentes de amenaza y vulnerabilidad.**

inundaciones, para lo cual deben tomarse las precauciones en la cimentación de la vivienda. Otra forma de mitigar las inundaciones de este tipo es sanear el área (hacer salidas de agua). El tipo de cimentación para el área dependerá de la capacidad de soporte del suelo.

- ➡ El diseño de las vías debe considerar la orientación y localización de calles y avenidas, de tal modo que faciliten la buena disposición de los bloques de viviendas. Así mismo, se debe tomar en cuenta la topografía del terreno con el fin de facilitar la adecuada evacuación de las aguas pluviales.
- ➡ Las municipalidades, deben realizar mapas de zonificación de inundaciones. Las consideraciones de diseño y construcción frente a la amenaza de inundación, dependerá más de las normas que dispongan las municipalidades.
- ➡ Los drenajes deben estar bien diseñados y con el respectivo mantenimiento.
- ➡ Ante amenaza latente de inundación, se recomienda construir sobre pilotes y/o losas de cimentación a una altura adecuada. Esta altura es resultado de los estudios de suelos que son necesarios al construir en sitios amenazados por inundación; de acuerdo a la estabilidad del suelo y profundidad de las capas óptimas así será la profundidad y altura a considerar para la construcción sobre pilotes.
- ➡ Las bajadas de agua pluvial deben protegerse para evitar su obstrucción y con esto el empozamiento de agua en losas o el colapso de las canales.
- ➡ En las zonas donde pueda acumularse agua por efecto de la lluvia, se calculará la sobrecarga debido a las acumulaciones previsibles.
- ➡ La construcción de vivienda-lancha o vivienda flotante se constituye como una alternativa idónea, no obstante la disposición financiera es indispensable, ya que el costo es alto.

#### **Aspectos no estructurales de las viviendas**

- ➡ Para conjuntos mayores de 500 unidades de vivienda se requiere la construcción de una planta de tratamiento de aguas negras propia.
- ➡ Donde no exista sistema de alcantarillado sanitario se debe prever la evacuación de las aguas servidas de la ducha, lavamanos, lavatrastos y lavandero por medio de un sistema de evacuación de aguas residuales.

- ➡ Cuando se emplee tanque séptico este deberá ubicarse en un sitio donde el riesgo de contaminar las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano sea bajo. El sitio debe permitir una pendiente aceptable para la instalación de las cloacas de la edificación y demás elementos del sistema de disposición propuesto; facilitar su inspección, operación y mantenimiento y resultar factible la disposición final de las aguas tratadas, estipulándose como mínimo las siguientes distancias: de las fuentes de abastecimiento de agua 20.00 m; de los linderos de la parcela 2.00 m; del sistema de disposición final 2.00 m; de las construcciones existentes o futuras dentro de la parcela 2.00 m; de las construcciones de terrenos contiguos 5.00 m y de los estanques subterráneos de abastecimiento de agua potable 10.00 m.

## 2.2 OTRAS ESTRUCTURAS

A continuación se describen los criterios generales de otras estructuras importantes como las carreteras. La construcción de estas estructuras tiene criterios diferentes a los de las edificaciones, ya que son estructuras no habitables pero si funcionales para las personas.

### 2.2.1 CARRETERAS

La carretera es una vía (calzada) que une una localidad con otra y puede tener intersecciones con otras carreteras.

La mayoría de los países de la región centroamericana clasifican las carreteras según su importancia.

**Cuadro 7: Clasificación de carreteras**

| Denominación     | Características                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Centroamericanas | <ul style="list-style-type: none"><li>• Unen la capital con fronteras o desde otra ruta centroamericana.</li><li>• Unen puertos de importancia desde la capital o desde otra ruta centroamericana.</li><li>• Atraviesan longitudinalmente o transversalmente la república.</li><li>• Reúnen las mejores condiciones de diseño que la topografía les permite.</li></ul> |
| Nacionales       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Une cabeceras departamentales.</li><li>• Une rutas centroamericanas, con cabeceras departamentales.</li><li>• Conecta rutas centroamericanas.</li><li>• Une rutas centroamericanas con puertos de importancia comercial para el país.</li><li>• Es red auxiliar de rutas centroamericanas.</li></ul>                           |
| Departamentales  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Interconecta cabeceras departamentales.</li><li>• Une cabeceras departamentales entre sí.</li><li>• Une cabeceras municipales con rutas centroamericanas o rutas nacionales u otras departamentales.</li><li>• Su derecho de vía es de 20 metros.</li></ul>                                                                    |
| Caminos rurales  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Interconecta a las comunidades rurales de los correspondientes municipios.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                           |

Las carreteras se dividen en:

#### *Zona de dominio público*

Comprende los terrenos ocupados por las carreteras y sus elementos funcionales. Los elementos funcionales son, entre otros, las áreas destinadas al descanso, estacionamiento, auxilio y atención médica de urgencia, peaje, parada de autobuses y otros fines auxiliares o complementarios.

#### *Zona de servidumbre*

Consiste en dos franjas de terreno situadas a ambos lados de la misma, cuyo límite se encuentra a una distancia de veinticinco metros en autopistas, autovías y vías rápidas y de ocho metros en el resto de las carreteras, medidas desde el final de la zona de dominio público.

#### *Zona de afección*

Las zonas de afección consisten en dos franjas de terreno a ambos lados de la carretera que llegan hasta cien metros en autopistas, autovías y vías rápidas y cincuenta metros en el resto de las carreteras, más allá del final de las zonas de servidumbre.

#### *Línea de edificación*

A ambos lados de las carreteras se establece la línea límite de edificación, desde la cual queda prohibido cualquier tipo de obra de construcción, reconstrucción o ampliación, a excepción de las que sean imprescindibles para la conservación y mantenimiento de las construcciones existentes.

#### *Línea de servicios generales*

A ambos lados de la carretera, y en una franja de terreno de cuatro metros de anchura situados con inmediación a la línea exterior de servidumbre hacia la carretera, se establece la denominada línea de servicios generales destinada a servir de alojamiento a los servicios públicos no directamente relacionados con el servicio de la carretera.

Los elementos de una carretera se pueden clasificar como estructurales y no estructurales, siendo los primeros aquellos en los cuales se desplazará el tránsito y que necesitan un diseño especializado.

## Aspectos estructurales de las carreteras

### *Sub-rasante*

- ➡ Si el terreno de fundación es pésimo, debe desecharse el material que lo compone siempre que sea posible, y sustituirse este por un suelo de mejor calidad.
- ➡ Si el terreno de fundación es malo, habrá que colocar una sub-base de material seleccionado antes de colocar la base.
- ➡ Si el terreno de fundación es regular o bueno, podría prescindirse de la sub-base.

### *Sub-base*

Sirve de drenaje al pavimento.

- ➡ Se deben controlar o eliminar en lo posible, los cambios de volumen de elasticidad y plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la sub-rasante.
- ➡ Hay que controlar la ascensión capilar del agua proveniente de las capas friáticas cercanas o de otras fuentes, protegiendo así el pavimento contra los hinchamientos que se producen en épocas de lluvia. Este hinchamiento es causado por el agua capilar, fenómeno que se observa especialmente en suelos limosos, donde la ascensión del agua capilar es grande.
- ➡ El material de la sub-base debe ser seleccionado y tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado. Este material puede ser arena, grava, escoria de altos hornos o residuos de material de cantera.

### *Base*

La base tiene por finalidad, absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y además, repartir uniformemente estos esfuerzos a la sub-base y por medio de esta al terreno de fundación.

Las bases pueden ser granulares, o bien estar constituidas por mezclas estabilizadas con cemento u otro de material que sirva para unir las mezclas, como la cal. La piedra triturada que se emplea en la base, debe llenar los siguientes requisitos:

- Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura.
- Ser de tamaño uniforme.

- El porcentaje de desgaste no debe ser alto (o estar de acuerdo a las especificaciones técnicas de diseño y de los materiales).
- La graduación del material de la base debe estar dentro de los límites establecidos en las especificaciones técnicas.

Por lo general la capa base que se emplea es de piedra triturada, grava o mezclas estabilizadas.

#### *Carpeta de rodadura*

Esta tiene como función principal proteger la base impermeabilizando la superficie, para evitar así posibles infiltraciones del agua de lluvia que podría saturar total o parcialmente las capas inferiores. La misma puede ser de pavimento asfáltico o de concreto hidráulico, en algunos casos se compone de otros materiales como el adoquín.

Los elementos no estructurales son aquellos que no están contemplados en los anteriores y que forman parte de una carretera como: las cunetas, obras de drenaje, obras de protección de taludes y otros.

## • **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION PARA CARRETERAS ANTE LA AMENAZA SISMICA**

El diseño de carreteras y su trazo geométrico debe tomar en cuenta los aspectos de amenaza y vulnerabilidad.

Los sismos influyen en los deslizamientos que se producen en las laderas adyacentes a las carreteras por los cortes que se realizan al momento de su ejecución y posteriormente cuando se pone en operación.

Otro de los factores que son importantes de destacar es la influencia de la lluvia sobre los suelos para que se produzcan fenómenos de licuefacción y haya deslizamientos. La sobresaturación de los suelos blandos también produce derrumbes de taludes en lugares donde este tiene una inclinación muy alta.

➡ Se debe tomar en cuenta, al momento del diseño, por sismo lo siguiente:

- El mapa sísmico de los lugares por donde la carretera pasará.
- Aproximaciones de los puentes.
- Ampliaciones que la carretera puede tener.

### **Localización**

Una carretera debe tomar en cuenta los mapas sísmicos para realizar el diseño y con esto minimizar el riesgo a los derrumbes y deslizamientos provocados por los sismos.

Los trabajos topográficos que se hacen para diseñar una carretera tienen por objeto proyectarla con un buen trazo. La carretera siempre se diseña siguiendo las curvas de nivel.

➡ Se recomienda proyectar las carreteras principales con pendientes menores del 30% para un mejor desplazamiento, siempre y cuando la topografía del lugar lo permita, la magnitud de la pendiente elegida depende de la topografía y del volumen de tránsito que va a circular.

## Aspectos estructurales de las carreteras

El análisis estructural de las carreteras incluye la capacidad de soporte, la estabilidad del suelo, la calidad del suelo, los bancos de préstamo y la situación de los mantos freáticos.

Los criterios generales de construcción de carreteras ante sismos deben considerar:

- ➡ La capacidad de soporte del suelo: es la carga por unidad de superficie que no produce más que una deformación prevista para diferentes condiciones de carga.
- ➡ El análisis de los suelos, ya que basado en él se diseñará la subrasante que deberá soportar la sub base y la base como elementos estructurales importantes de la carretera.
- ➡ La ubicación y profundidad de los mantos freáticos. Se recomienda que los mantos freáticos se ubiquen de manera precisa para tener conocimiento de cómo realizar obras de protección que estén relacionadas con la subrasante para realizar un buen diseño que lleve a buen término el proyecto.
- ➡ Los rellenos deben ubicarse en zonas topográficas que tengan condiciones adecuadas de drenaje para las aguas pluviales. Estos deben ser tratados como estructuras especiales y contar con una estrategia de protección contra la erosión tanto hídrica como eólica. En lugares en donde el relleno sea muy grande se recomienda utilizar puentes o bóvedas. Para los rellenos sobre suelos arcillosos de alta a muy alta plasticidad, se debe efectuar un tratamiento de eliminación de las arcillas para obtener una base y sub-base sólida para el desarrollo de la misma.



## Aspectos no estructurales de las carreteras

- ➡ Se recomienda realizar un estudio topográfico de primer orden (estación total) de acuerdo al tipo de carretera diseñada. En el trazo considerar la posibilidad de generación de daños importantes a la estructura de la carretera, u otros daños en las obras accesorias, que pueden ser causados por un sismo. Este trazo proporcionará una visión general de los sitios que necesitan de protección especial. Se deben considerar en el diseño, las obras de protección contra derrumbes de taludes, deslizamiento parcial de la carretera -por estar fundada sobre un relleno- y daños a las estructuras accesorias como: cunetas, pasos de agua o sistemas de drenaje pluvial.
- ➡ El análisis de los suelos proveerá información para determinar qué obras de protección se diseñarán que contribuyan a evitar el deslizamiento, el deslave o derrumbe de taludes en el área de influencia; así como reducir el riesgo de daño a la carpeta de rodadura.
- ➡ Se debe de tomar en cuenta la erosión (por viento o agua) que se produce en los suelos de fundación de una carretera al momento de preparar un relleno. Además, se deben prever obras de protección para evitar la misma.
- ➡ Los bancos de préstamo deben estar ubicados cerca del lugar de construcción para evitar sobre acarreo y producir un incremento en los costos de construcción de la carretera.
- ➡ En el caso de carreteras que se desee ampliar deberá hacerse un estudio de la recurrencia sísmica de los últimos veinte años. Se deberá considerar obras de protección para los taludes que se originen de esta ampliación, evitando los derrumbes con el consiguiente aumento de costos por mantenimiento.
- ➡ En el diseño de taludes se deberá especificar las pendientes máximas y los sistemas de protección a usarse, de acuerdo con el análisis de suelos específico. Ello deberá tomarse en cuenta en donde las pendientes sean mayores de 20% o donde más del 50% del trazo se desarrolle en cortes pronunciados en laderas.



- ➡ Evitar taludes altos en caminos estrechos, debido a que los derrumbes constantes dañan el pavimento, dando por resultado un alto rubro por mantenimiento.
- ➡ Al momento de diseñar la carretera procurar que tenga un buen alineamiento, esto redundará en no tener que hacer obras de corrección que tengan costos altos, especialmente en proyectos de montaña cuando se considera asfaltar la misma.
- ➡ En la construcción, operación y mantenimiento se debe aplicar el manual de señalización vial aprobado por todos los países centroamericanos y publicado por la Secretaría de Integración Económica de Centroamérica (SIECA)<sup>5</sup>.
- ➡ El control de gestión ambiental deberá estar incluido en plan de gestión ambiental, el cual deberá acompañarse en el documento general de diseño del proyecto.
- ➡ Para cada proyecto se deberá formular un plan de educación vial y ponerlo en ejecución al momento de iniciar la operación y el mantenimiento.

---

<sup>5</sup> Secretaría de Integración Económica de Centroamérica. SIECA. Manual de Normas ambientales. 2002.

## • **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION DE CARRETERAS ANTE LAS INUNDACIONES**

No existe para el diseño de carreteras una normativa contra inundaciones, que sea específico, sino más bien otros aspectos sobre la amenaza y la vulnerabilidad dentro del trazo geométrico.

El diseño debe considerar los accidentes geográficos, así como la variación climática y las zonas de vida, los cual se aborda en el Estudio de Impacto Ambiental de una carretera.

### **Localización**

Las carreteras deberán estar a una distancia mínima prudencial con relación a las crecidas máximas de los ríos; así como de los cauces más cercanos cuando sea en paralelo. Cuando se atravesase un accidente geográfico o una corriente de agua se debe observar la crecida máxima, y a partir de ella diseñar la sub rasante para evitar que el agua dañe toda la estructura. Si la carretera está cerca de un área de inundación debe considerar la construcción de una obra de protección.

### **Aspectos estructurales**

- ➡ Se recomienda realizar un estudio de la hidrología superficial y subterránea, el cual deberá tomar en cuenta la cota altimétrica de la crecida mayor histórica, para proveer de estructuras de prevención por inundación.
- ➡ En terrenos que poseen una alta tasa de infiltración, se recomienda la realización de un análisis de aguas subterráneas para cerciorarse que el manto freático está cercano a la superficie (2.0 m aproximadamente). Cuando sea necesario se deberá ejecutar obras de protección contra hundimientos, agrietamientos o deslizamientos.

### **Aspectos no estructurales en el diseño de carreteras**

- ➡ En suelos poco cohesivos que generen un cambio en la topografía del trazado del proyecto, se deberá hacer un mapeo de zonas de depósito aluvial por acción del agua.
- ➡ En las áreas de fuerte pendiente, sobre todo con antecedentes de inestabilidad, se deberá mantener las salidas de agua superficial en buen estado y vigilancia permanente.

- ➡ Los taludes que se encuentren en áreas propensas a inundación pueden ser protegidos por bordas o por un sistema de gaviones que eviten la erosión.
- ➡ En los taludes o laderas con alto riesgo de erosión, se deberá reforestar con especies de raíces profundas y/o con especies nativas que provean de seguridad al suelo.

**Cuadro 8: Resumen de criterios generales de análisis por inundaciones**

| <b>Criterio general</b>                     | <b>Aspectos a considerar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Hidrología superficial y subterránea</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas de cuencas, subcuencas y microcuencas que estén en el trazo de la carretera.</li> <li>• Cotas altimétricas de crecida o avenida histórica de mayor altura.</li> <li>• Estructuras de prevención de inundaciones.</li> <li>• Análisis de agua subterránea dentro del trazo de la carretera.</li> <li>• Diseño de obras de protección contra hundimientos, deslizamientos o agrietamientos.</li> </ul> |
| <b>Zonas de sedimentación</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeo de zonas de depósitos aluviales que afecten las zonas cercanas a la ubicación de un puente.</li> <li>• Análisis de suelos para determinar el riesgo de cambio de topografía que influya en el trazo de la carretera.</li> </ul>                                                                                                                                                                      |
| <b>Estabilidad de taludes</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de salidas de agua superficial.</li> <li>• Mantenimiento de taludes.</li> <li>• Realización de obras de protección.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Reforestación</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforestación en taludes de alto riesgo.</li> <li>• Formulación de un plan de mantenimiento de bosques con especies nativas o especies de raíces profundas para evitar la erosión.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                              |

## • **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION DE CARRETERAS ANTE LOS VIENTOS FUERTES**

### **Aspectos estructurales**

En el diseño de la carretera ante la amenaza de vientos fuertes se deben considerar:

- ➡ El análisis histórico que permita contar con una visión general de la incidencia del viento, lo cual permitirá realizar un mapeo general del área que afecte este factor.
- ➡ El análisis de la dirección del viento, el cual tiene una gran influencia en el diseño de los taludes y sus obras de protección.
- ➡ El análisis de la velocidad del viento para determinar la carga que deben resistir los taludes o las laderas por las que la carretera se conduce.
- ➡ El análisis de la duración del viento fuerte, el cuál proporcionará un parámetro para el diseño de obras de protección. La incidencia prolongada del viento podría afectar la conservación del talud o ladera.

### **Aspectos no estructurales**

Todas las carreteras deben contar con un derecho de vía, que las protege de la caída de árboles grandes, de rótulos de propaganda y de otras circunstancias causadas por el viento fuerte. Para este aspecto debe observarse el Código de Señalización de la Secretaría de Integración Económica de Centroamérica (SIECA), el cual es aceptado por toda la región centroamericana.

Las medidas a tomar en caso de desastres se pueden clasificar en medidas preventivas fuertes y leves. Una medida preventiva fuerte puede ser la construcción de obras de arte de protección del talud y una medida preventiva leve puede ser la restricción del ingreso y empleo de vías en áreas peligrosas.

A continuación se incluye un cuadro con medidas de reducción de riesgo a desastres para carreteras.

**Cuadro 9: Guía para fortalecer los planes de prevención de desastres en carreteras**

| <b>Criterio</b>                           | <b>Concepto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reconocimientos de puntos críticos</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección para el levantamiento de un inventario de desastres en carreteras y puentes.</li> <li>• Identificación de factores sociales y nivel de riesgo.</li> <li>• Determinación de las secciones de control de mayor amenaza / Secciones de Control de alto riesgo.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Mantenimiento rutinario</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación diaria.</li> <li>• Inspección detallada.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Gestión del peligro inminente</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación de precipitación pluvial y Alerta Temprana para Áreas Extensas.</li> <li>• Respuesta a Emergencia (antes del desastre). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Transmisión de la información.</li> <li>○ Organización en emergencia.</li> <li>○ Inspección de emergencia.</li> <li>○ Medidas de emergencia.</li> <li>○ Restauración temporal.</li> <li>○ Registro de desastres.</li> </ul> </li> </ul>                                                                      |
| <b>Medidas de prevención de desastres</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de medidas de prevención. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Control de agua superficial y subterránea.</li> <li>○ Utilización de pendiente estándar de taludes.</li> <li>○ Control de hundimientos y agrietamientos.</li> <li>○ Diseño de obras de contención.</li> </ul> </li> <li>• Investigación geológica/geotécnica. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Diseño de medidas de prevención para la construcción y operación y mantenimiento.</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>Análisis y selección de opciones</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de efectos y consecuencias de las opciones consideradas.</li> <li>• Acciones preventivas y correctivas de las opciones.</li> <li>• Costos y beneficios de la gestión ambiental.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

**Fuente:** Adaptación de la Guía para reducción de desastres. Bolivia, 2008.

## 2.2.2 AGUA Y SANEAMIENTO

Un sistema de agua potable está destinado a proveer de agua para consumo humano a la población que sirve. Asimismo, el sistema de saneamiento está destinado a conducir las aguas servidas a una planta de tratamiento para reducir los vectores contaminantes, y poder verterla a un cuerpo receptor para que este termine de purificarla o reducir el grado de contaminación.

Los sistemas de agua potable tienen varios componentes, los cuales pueden estar afectados por diferentes riesgos y sufrir diferentes daños en el momento de un desastre. Los componentes son los siguientes:

1. Nacimiento de agua o pozo perforado. Son los lugares en donde el agua brota o se convierte en agua superficial. Ambas situaciones deben tener un aforo en tiempo de estío para poder proyectar la población a la que se servirá.
2. Tanque de captación. Es la obra de ingeniería en donde el agua se almacena para su posterior tratamiento y distribución.
3. Tanque de tratamiento. Muchas veces debido al sistema de tratamiento, ese es solo una pequeña caseta en donde se hace pasar el agua para su tratamiento y desinfección.
4. Línea de conducción. Es la tubería que lleva el agua hasta la población para su posterior distribución.
5. Tanque de distribución. Es la obra de ingeniería en donde se almacena el agua ya tratada, y del mismo se envía por la red para consumo humano.
6. Red de distribución. Es el sistema de tuberías por las cuales se distribuye el agua a los diferentes domicilios.

Los sistemas de saneamiento tienen los componentes siguientes:

1. Red de captación domiciliar. Capta las aguas servidas de toda la población.
2. Sistema de tratamiento. Los sistemas de tratamiento de aguas servidas pueden ser de diferentes tamaños y tecnologías, se adaptan al tamaño de la población a servir y se diseñan de acuerdo a ésta.
3. Sistema de desfogue. Los sistemas de desfogue son los que llevan las aguas tratadas hasta el cuerpo receptor.

Dados, los efectos negativos que los diferentes fenómenos naturales causan sobre acueductos y alcantarillados, se deben observar los siguientes puntos para la construcción segura de ambos sistemas.

**Matriz 1: Efectos de las amenazas sobre los sistemas de agua potable y aguas servidas**

| Efecto sobre los sistemas de agua potable y aguas servidas                                   | Sismo                                                                               | Viento fuerte                                                                       | Inundación                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Falla estructural en la infraestructura de los sistemas.                                     |  |  |  |
| Ruptura de tuberías.                                                                         |  |  |  |
| Obstrucciones en captaciones, desarenadores, plantas de tratamiento, tuberías de conducción. |  |  |  |
| Contaminación biológica y química de las aguas para abastecimiento.                          |  |  |  |
| Reducción cuantitativa de la producción de las fuentes de agua para abastecimiento.          |  |  |  |
| Interrupción del servicio eléctrico, fuentes de comunicación y vías de acceso.               |  |  |  |
| Escasez de personal.                                                                         |  |  |  |
| Escasez de equipo, repuestos y materiales.                                                   |  |  |  |

 Alto impacto

 mediano impacto

 bajo impacto

**Fuente: Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento. OPS. 2001.**

- **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO ANTE LA AMENAZA SISMICA**

Los principales efectos de un sismo en los sistemas de agua y saneamiento pueden ser:

*Fallas en rocas y subsuelo:* Al producirse este fenómeno pueden cambiar los mantos freáticos y por ende el aforo de los nacimientos o de los pozos perforados.

*Hundimiento de la superficie del terreno:*

Se pueden dar asentamientos diferenciales por la calidad del suelo en donde se efectúe la fundación del tanque de captación, o el de distribución, causando un agrietamiento en las paredes con lo que se causarían fugas o contaminación.



*Derrumbes, deslizamientos de tierra y avalanchas de lodo:* Estos fenómenos

pueden ser prevenidos al diseñar las obras de captación, tratamiento y distribución, al diseñar fuera del cauce de ríos, cerca de taludes de obras en construcción o laderas con alto riesgo de deslizamiento y sin protección. Las obras deben tener una localización tal, que estos fenómenos naturales no afecten la infraestructura y puedan seguir prestando el servicio de abastecimiento.

*Licuación o licuefacción de los suelos:* Los suelos sobresaturados que pasan el umbral de capacidad de infiltración provocan que haya una licuefacción ello puede ocasionar un desastre en el nacimiento de la toma de agua para su captación.

### **Localización**

Los tanques de captación y distribución deberán estar ubicados en zonas que estén lejanas a fallas sísmicas, convenientemente ubicados de acuerdo a mapas sísmicos de la región. Así mismo estarán alejados de pozos de absorción de aguas servidas y en una posición altimétrica superior a estos. Se recomienda que el periodo de diseño del sistema sea como máximo de 20 años, ya que el mismo depende del aforo de la fuente.

No deben estar situados en laderas, ni cercanos a taludes de corte ya que corren el riesgo de ser destruidos por un sismo que produzca deslaves o deslizamientos de tierra.

### **Aspectos estructurales**

Para evitar los daños por sismo a las estructuras de los sistemas de agua potable y aguas servidas se recomienda:

- ➡ Diseñar las estructuras de captación, almacenamiento y distribución de agua potable; así como las de captación, conducción y tratamiento de aguas servidas, bajo normas sísmicas de diseño.
- ➡ Procurar que las juntas, tengan una buena protección para evitar pérdidas de agua potable o derrame de aguas servidas.
- ➡ Las estructuras de concreto deberán diseñarse para evitar filtraciones. En este sentido, los espesores de los elementos de estas estructuras se diseñarán por resistencia y también para evitar filtración.
- ➡ Deberá usarse tubería de hierro galvanizado con preferencia en cruces aéreos, de ríos o quebradas y para instalación de la tubería en terrenos rocosos.
- ➡ En las uniones, en los cruces y en donde se localicen llaves de paso, de limpieza o de otra naturaleza, se incluirán anclajes de concreto simple. Las proporciones del concreto deben estar especificadas por el ingeniero responsable de la obra.
- ➡ Con los diámetros de tubería que son pequeños, la construcción del anclaje no requiere ningún encofrado especial sólo el concreto se mezcla y se coloca en la parte más ancha contra la pared de la zanja.
- ➡ Las uniones, los cruces o las llaves de paso, de limpieza o de otra naturaleza van asentadas sobre una capa de concreto no menor de diez centímetros de espesor y adheridas al respectivo anclaje que abarca todo el ancho de la zanja.
- ➡ El diseño y cálculo de los bloques de anclaje es responsabilidad del ingeniero delegado residente de la obra.

### **Aspectos no estructurales**

- ➡ Procurar que la infraestructura eléctrica que sirve para el bombeo tenga una planta eléctrica de repuesto para poder funcionar si el fluido eléctrico es cortado.

- ➡ Los sistemas de tratamiento de agua para su pureza y calidad deben diseñarse para funcionar siempre, es decir, deben estar diseñados y protegidos para evitar ser dañados por sismos. Se recomienda también que los sistemas de tratamiento para aguas servidas tengan el mismo trato ya que con esto se estaría evitando la contaminación de cuerpos receptores.
- ➡ Puede haber variación de caudal por movimiento de las aguas subterráneas y superficiales, por lo que debe tenerse en cuenta dentro de un plan de contingencia, la captación de otras fuentes de agua.
- ➡ Para contrarrestar los daños que pudiera causar un deslizamiento por sismo, se recomienda diseñar las estructuras fuera de lugares que tengan alta pendiente. Si esto no se pudiera evitar, entonces se deberán diseñar obras de protección contra sismo. Estas obras de protección evitarán que las fuentes y sistemas de agua sean contaminados; así como que cambien las características fisicoquímicas del agua y que las aguas servidas puedan contaminar el ambiente.
- ➡ Para sistemas de aguas servidas debe hacerse una inspección completa para evitar que se produzca una contaminación por rotura de tubería y que esta no cumpla la función de conducirla a la planta de tratamiento.
- ➡ La planta de tratamiento de aguas servidas deberá estar protegida contra estos fenómenos y la topografía en donde se construya deberá tener pendientes máximas de 30%.
- ➡ No se deberá alterar los cauces naturales de los ríos construyendo desviaciones que puedan formar represas naturales que representen peligro a los pobladores, ya que al romperse pueden acarrear grandes cantidades de lodo o de agua.
- ➡ Deberá realizarse un análisis de cuenca antes de hacer el diseño para tener conocimiento de la dirección de los flujos de agua y cuáles son los accidentes topográficos que hay que salvar para realizar un diseño apropiado.
- ➡ Los estudios hidrológicos e hidrográficos deberán realizarse, ya que son importantes para determinar el crecimiento de las fuentes de agua superficiales y de los mantos freáticos que servirán para aprovisionar el sistema de captación.
- ➡ Deberá realizarse un análisis de la calidad del agua en los aspectos siguientes: físico, químico y bacteriológico, aguas arriba y aguas abajo para tener conocimiento del mismo y diseñar sistemas de tratamiento adecuados, tanto para el tratamiento de consumo humano como para el tratamiento y posterior vertimiento de las aguas servidas.

- **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO ANTE LAS INUNDACIONES**

### **Localización**

Los sistemas de agua potable ante las inundaciones deben estar ubicados fuera de antiguos cauces de ríos o en cotas altimétricas superiores, que eviten que estos sean destruidos; en el caso de las líneas de conducción deben diseñarse obras específicas para salvar los accidentes geográficos por donde estas pasen. Las obras de infraestructura de tratamiento de aguas servidas estarán localizadas como mínimo a 5 metros de la cota altimétrica histórica de la crecida máxima del lugar, y los desfogues estarán a nivel del río y en dirección de la corriente.

### **Aspectos estructurales**

- ➡ Se recomienda que los pasos aéreos de las tuberías de conducción se diseñen tomando en cuenta las crecidas máximas de los ríos, o del accidente geográfico que deba atravesar, para evitar un colapso.
- ➡ Para evitar que ocurran derrumbes y deslizamientos de suelos así como accidentes durante la ejecución de la obra, las excavaciones no deben efectuarse con demasiada anticipación.
- ➡ Para evitar hundimientos o asentamientos diferenciales que afecten las estructuras (cuando los materiales encontrados en donde se fundará la estructura, no son los apropiados tales como: terrenos sin compactar o terreno con material orgánico, basura u otros materiales fangosos) deberá limpiarse y luego rellenar con material selecto y compactado en capas de 20 a 30 centímetros según se necesite, para lograr una buena cimentación.

### **Aspectos no estructurales**

Los aspectos que a continuación se mencionan no están relacionados con las estructuras propiamente dichas de los sistemas de agua potable y aguas servidas pero inciden en otros aspectos, como la captación de agua para consumo, la localización de la planta para tratamiento y posterior vertimiento en el cuerpo receptor.

Las recomendaciones son:

- ➡ Realizar un estudio de cuenca hidrográfica para obtener el conocimiento de las corrientes superficiales de agua, su morfología, climatología y otras variables.
- ➡ Hacer un estudio hidrogeológico de la zona para obtener el conocimiento de las aguas subterráneas del lugar.
- ➡ Realizar un estudio de suelos para conocer su capacidad soporte para las obras de captación, tratamiento y distribución. De igual forma, se recomienda tomar en cuenta la capacidad de absorción del mismo y determinar su punto de saturación.
- ➡ Elaborar mapas pluviométricos de actualización anual para diseñar las obras de acuerdo a ellos.
- ➡ Realizar un estudio topográfico para conocer cuáles son los accidentes que se tienen que salvar, evitando que las corrientes superficiales dañen las estructuras de conducción, almacenamiento y distribución. El diseño debe realizarse de acuerdo a la altimetría observada.

## • **CRITERIOS GENERALES DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO ANTE VIENTOS FUERTES**

Los vientos fuertes no tienen gran incidencia en las estructuras de los sistemas de agua potable y aguas servidas, salvo en aquellas que operan con fluido eléctrico del bombeo para la captación y la distribución.

### **Localización**

- ➡ Las estructuras de captación, almacenamiento y distribución deberán estar construidas lejos de árboles, postes y otros elementos que el viento pueda derribar o causar daño. La infraestructura de saneamiento se recomienda localizar en una topografía lejana de la ciudad y en las partes más bajas por lo que este fenómeno no le afecta.

### **Aspectos estructurales**

Los vientos fuertes pueden provocar a la infraestructura:

- Daños a los tendidos del fluido eléctrico que alimentan las bombas para la captación y la distribución, ya que si este se interrumpe también se verá interrumpido el flujo del agua. La gran mayoría de los sistemas en Centroamérica son diseñados por gravedad y a estos no les afecta este fenómeno natural.
- Daños a la infraestructura cercana a las fuentes de agua: en pocos de los casos los vientos fuertes dañan las estructuras de captación y de distribución aunque pueden dañar tanques elevados para distribución. Los sistemas de saneamiento regularmente son abiertos y únicamente están rodeados de árboles a cierta distancia de la infraestructura por lo que no se ven afectados por este fenómeno.

Se recomienda:

- ➡ Diseñar adecuadamente la infraestructura para evitar que árboles, rótulos u otra estructura causen daños por los vientos fuertes al caer sobre ésta.
- ➡ Que la tubería de conducción esté protegida para evitar que los árboles, rótulos u otra infraestructura caigan sobre ella y provoque su rotura, dando por resultado la falta de abastecimiento a la población.

### **Aspectos no estructurales**

Los vientos fuertes pueden provocar incremento en la precipitación pluvial, provocando posteriormente inundaciones en ciudades completas y haciendo colapsar los sistemas de agua potable y aguas servidas.

- ➡ En el caso de incremento de la precipitación pluvial se recomienda realizar obras de protección en el ingreso de las aguas pluviales, tales como bordas, muros de contención y canales de desvío de las aguas de lluvia. Esto evitará que los sistemas de aguas servidas se vean sobrecargados y que las plantas de tratamientos se vean desbordadas en su capacidad o destruidas, si la magnitud del evento la sobrepasa.

### 3. CONCLUSIONES

1. La región centroamericana ha alcanzado una moderada capacidad de gestión del desarrollo seguro y los desastres. En los últimos años se han dado avances en políticas públicas, normativas y aspectos administrativo-financieros.
2. Actualmente, la mayor capacidad de la región se encuentra en la administración de procesos reactivos para la atención de emergencias y desastres.
3. Las disposiciones políticas, normativas y administrativo-financieras relacionadas con la construcción y administración segura del territorio se encuentran muy dispersas. Algunos países han avanzado más que otros en algunos aspectos. Sin embargo, mucho de los avances se encuentran todavía en “papel” haciéndose necesario que las disposiciones se conviertan en instrumentos de dirección y gestión para los gobiernos nacionales y locales.
4. La gestión territorial se basa, principalmente, en criterios urbanísticos, ambientales, espaciales y muy poco en la criterios de seguridad ante las amenazas del territorio, relacionadas a los desastres. Para ciertas amenazas, resulta imperativo ahondar en la seguridad territorial más que en la seguridad de las construcciones.
5. La gestión territorial en la Región, enfocada a una seguridad territorial, no se visualiza como una especie de “contrato social” en defensa del patrimonio colectivo y como un elemento de consenso de intereses.
6. El análisis de riesgo como herramienta para garantizar un desarrollo seguro es aun incipiente, y por ende, se dificulta la gestión normativa para calificar como inhabitables ciertos sitios.
7. La responsabilidad pública y profesional en la autorización de inversiones y diseño de proyectos no se contempla en los marcos legales existentes.
8. El sector informal de la construcción, muchas veces es mayor que el formal; por lo que las políticas públicas deben preocuparse por aumentar el sector formal; procurándose que se cumpla tal formalidad (disposiciones legales y administrativas), reduciendo los problemas de inseguridad en las construcciones.

## 4.RECOMENDACIONES

### 4.1 RECOMENDACIONES PARA LA REGION

1. La región debe promover una alianza público privada para el tema de construcciones seguras. En el marco del SICA se puede desarrollar un marco de cooperación técnica y política entre la iniciativa privada y el gobierno para lograr reducir la vulnerabilidad de la infraestructura de la región. Panamá y Nicaragua son ejemplos vivientes del éxito que representa la alianza entre los colegios profesionales, las cámaras de construcción, las universidades y el gobierno para la generación y el establecimiento de criterios de construcción. Por lo que se recomienda replicar estos ejemplos en el nivel regional.
2. Se recomienda además, que los gobiernos de la Región Centroamericana involucren a las diferentes Cámaras de Construcción en la actualización de sus normativas de construcción, así como en su divulgación y en la capacitación de los agremiados. Las capacitaciones deberían enfocarse cada vez más en las consecuencias que podrían darse con algún evento extremo; así como en ética profesional.
3. Las Cámaras de Construcción también pueden colaborar en reducir el impacto de los desastres, apoyando a las empresas constructoras en cumplir con la legislación y normativa, tanto actual como futura. Ello, en un ambiente de libre mercado en el cual estas empresas estén dispuestas a funcionar en condiciones adecuadas y brindar un nivel de calidad de producción. Tal como sucede en países desarrollados, las empresas de construcción se certifican en normas ISO<sup>6</sup>.
4. Las mayores dificultades que afronta la región en materia de construcción, es la poca eficacia del control de la calidad, principalmente con el acero de refuerzo y en el plano estructural con los bloques de concreto y agregados gruesos, además de la falta de equipo especializado.
5. Es por ello, que además de la certificación de las empresas, resulta importante la certificación de la calidad de los materiales, y de la mano de obra. En este último aspecto, los países pueden avanzar en formulación de normas de competencia laboral (para albañiles, carpinteros, herreros, etc.) para que posean una estándar de calidad, e iniciar de esta manera a certificar la calidad de la mano de obra. Un sistema de certificación de competencias laboral podría desarrollar currícula de

---

<sup>6</sup> Organización Internacional de Normas, por sus siglas en inglés.

capacitación, y dar su aporte en cerrar la brecha entre lo que se está formando y lo que requiere el sector.

6. La creación de un ente colegiado en cada país, que involucre a los colegios de ingenieros y arquitectos, a la cámara de construcción y a los responsables de autorizar la obra pública (como hospitales, escuelas, carreteras y puentes, sistemas de agua potable y saneamiento) sería de mucho beneficio para la aprobación de reglamentos y códigos de construcción. Un ejemplo de ello lo representa Panamá.
7. Aunque en la región las inundaciones son una amenaza recurrente e importante, no existe un avance sobre los criterios de construcción segura ante las inundaciones. Debido a que todos los países necesitan avanzar en la generación de criterios para reducir la vulnerabilidad ante las inundaciones se recomienda realizar un ejercicio con el apoyo de CEPREDENAC y de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD).
8. La región necesita avanzar en la auditoría y seguimiento de los proyectos de construcción para garantizar que realmente los proyectos se realicen con criterios seguros de construcción. Este puede ser un esfuerzo regional en donde se desarrollen los marcos de referencia para auditar y darle seguimiento a los proyectos de construcción.
9. Los países requieren normativas básicas de planificación segura ante riesgo sísmico, por inundaciones, vientos huracanados y deslizamientos. Dentro de las principales normativas que los países deben tener para procurar la construcción segura se encuentran los códigos de construcción. Tales códigos deben considerar la calidad de materiales de construcción; así como la supervisión de las edificaciones. Igualmente importantes son las leyes de ordenamiento territorial y los reglamentos de zonificación, a nivel municipal, tanto para sismos, inundaciones, deslizamientos, erupciones y vientos. Además, se recomienda que los países cuenten con regulaciones para las empresas que fabrican materiales de construcción.
10. Las normativas deberían indicar que los órganos competentes en el proceso de planificación del territorio y de los usos del suelo, deben considerar los análisis de amenaza y de riesgo; para lo cual es recomendable elaborar y aprobar planes especiales.
11. Específicamente, la región debe avanzar en acciones para reglamentar la construcción de viviendas con adobe, ya que en Centroamérica la construcción con adobe. Se requiere que este material tenga parámetros de calidad para que pueda resistir ante lluvias, huracanes y temblores.

12. Es necesario que en la región centroamericana se promuevan estudios sobre nuevas alternativas de construcción segura de vivienda. En algunos países centroamericanos, se han realizado algunos estudios sobre la construcción con bambú y adobe para tratar de reducir los costos de las viviendas, utilizándose un diseño estructural que permite que las viviendas sean seguras.
13. La caracterización de cada territorio es la primera variable a considerar para la evaluación de la amenaza, para lo que es necesario efectuar una recopilación histórica de los eventos ocurridos y determinar los valores máximos y los esperados, o más probables asociados a periodos de retorno<sup>7</sup> predeterminados. Los mapas de amenaza habrán de proporcionar una visión lo más precisa posible acerca de las probables consecuencias de una catástrofe en el territorio considerado, lo que permitirá hacer previsiones. Por ejemplo, esta información constituye una referencia obligada para el cálculo estructural, por lo que se presupone que las edificaciones cuyo proyecto se ajuste a los cálculos estructurales propuestos es posible que sufran daños pero éstos no serán muy graves y, en todo caso no esté previsto el colapso de las mismas.
14. De igual forma, será necesario evaluar la vulnerabilidad de construcciones existentes. Para la estimación de ésta se deberían realizar estudios que comprendan las construcciones cuya destrucción, con probabilidad razonable, pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio imprescindible para la comunidad o aumentar los daños por efectos catastróficos asociados. Estas edificaciones deberían ser intervenidas o reforzadas para llevarlas a un nivel de seguridad equivalente al de una edificación nueva diseñada y construida de acuerdo con criterios de construcción segura.
15. Para el caso de edificaciones esenciales como los hospitales y las escuelas, se recomienda que el ente rector especifique las directrices de construcción segura. Aunque las municipalidades dan el permiso de construcción, el ente rector debería dar el aval técnico para la construcción de hospitales y escuelas públicas y privadas. Por lo que se necesita que los entes rectores de la región tengan un mayor protagonismo y liderazgo para garantizar que los hospitales y las escuelas cumplan con los requerimientos de construcción segura.
16. Para que lo anterior sea posible, es necesario fortalecer los sistemas de predicción de la amenaza. Por ejemplo, en el caso de inundaciones, el sistema debería proporcionar datos meteorológicos hidráulicos e hidrológicos correspondientes a una serie de puntos estratégicamente distribuidos por el territorio donde esté situada la cuenca; transmitir, en tiempo real dichos datos, a los centros de tratamiento y procesar rápidamente esta información y ser capaz de elaborar a

---

<sup>7</sup> Periodo de retorno: no es el tiempo que pasa entre dos eventos, sino el tiempo en que con una alta probabilidad se producirá un evento de una determinada magnitud.

corto y medio plazo la previsión de inundaciones, así como simular los efectos. Resultaría importante, que a un sistema de esta naturaleza, se le incorpore la información territorial necesaria que permita evaluar las posibles consecuencias de los diferentes supuestos.

17. La responsabilidad de los diseños de los diferentes elementos que componen la edificación, así como la adopción de todas las medidas necesarias de seguridad del edificio, debe recaer en los profesionales bajo cuya dirección se elaboren los diferentes diseños. El diseñador debe ser un ingeniero civil cuando se trate de diseños estructurales y estudios geotécnicos<sup>8</sup>, y un arquitecto o ingeniero civil en el caso de diseños de elementos no estructurales.
18. El revisor del estudio de preinversión también debería ser un ingeniero civil, cuando se trate de diseños estructurales y estudios geotécnicos, y un arquitecto o ingeniero civil en el caso de diseños de elementos no estructurales. Las disposiciones administrativas, para el caso de edificios muy altos y hospitales, por ejemplo, podrían incluir solicitar una segunda opinión técnica.
19. Lo anterior, debería estar ligado a un conjunto específico de normas, instrucciones y procedimientos, no solo por la necesidad de mejorar la calidad y eficiencia de las intervenciones públicas, sino para transparentar los procesos y mecanismos adoptados. Ampliando, además, el uso de herramientas que permitan la informatización de los subsistemas de compras y contrataciones para la formulación y revisión de la preinversión.
20. Se recomienda realizar una integración de las disposiciones legales asociadas al tema de la administración territorial y el riesgo de desastres. Para que posteriormente, el CEPREDENAC lidere un movimiento regional para la homologación de los marcos políticos, legales, normativos, administrativos y financieros destinados a la gestión segura del territorio y el desarrollo.

---

<sup>8</sup> Los diseñadores estructurales deberían acreditar estudios de posgrado o experiencia mayor de cinco años en el área de estructuras. Los profesionales que realicen los estudios geotécnicos deberían poseer una experiencia mayor de cinco años en diseño geotécnico de fundaciones, o acreditar estudios de posgrado en el área de geotécnica.

## RECOMENDACIONES DE SEGUIMIENTO:

1. Se recomienda divulgar esta Guía en cada una de las Comisiones Nacionales del sistema CEPREDENAC. Ello permitirá que sea conocida por todas las instituciones y sectores. De igual forma, se recomienda divulgarla en instancias colegiadas de participación, a nivel local, y a las municipalidades.
2. Se recomienda incluir los criterios de construcción segura en las políticas de salud, educación, vivienda, infraestructura y otros; así como promover la voluntad política para su concreción en planes, programas y proyectos.
3. Se recomienda compartir esta Guía a las instancias del Sistema de Naciones Unidas, como OPS, UNICEF, PNUD y a organismos multilaterales como BID, Banco Mundial, Unión Europea y otras que se encuentran realizando esfuerzos en la materia, para conjunción de esfuerzos.
4. A partir de esta Guía, se recomienda la elaboración de material mediado (como cartillas y trífolios) de fácil comprensión para los pobladores, en idiomas autóctonos. A ello deberá sumarse la difusión por radio, medio de comunicación que suele llegar a los sitios más recónditos de Centroamérica.
5. A nivel académico, se recomienda utilizar esta Guía como material de estudio de la próxima edición del Curso de Posgrado de Especialización en Análisis y Reducción de Riesgo a Desastres en Procesos de Desarrollo, llevado a cabo por AECID y CEPREDENAC, a nivel Centroamericano. De igual forma, las coordinaciones nacionales de CEPREDENAC podrían recomendar su utilización en las licenciaturas de arquitectura e ingeniería; así como a nivel de maestrías relacionadas con el tema.
6. En esta línea, es recomendable ampliar el contenido de la Guía, para la inclusión de las amenazas de deslizamientos y erupciones. Los estudiantes universitarios, en cada país, podrían contribuir grandemente en las investigaciones para concluir en consideraciones generales y específicas.
7. Por último, se recomienda a CEPREDENAC la formulación de metodologías para el análisis Costo-Beneficio de las construcciones. Dado que la no utilización del criterio de construcción segura puede significar una reducción en el costo de las construcciones, pero a la larga un alto costo en la pérdida de vidas y de activos económicos.

## **4.2 RECOMENDACIONES Y RUTA DE SEGUIMIENTO POR PAÍS**

### **Guatemala**

Guatemala presenta débiles avances en materia de criterios de construcción segura. En el país hacen falta instrumentos legales. Sin embargo, debido a que la aprobación de un código de construcción o de una ley de ordenamiento territorial dentro del organismo legislativo podría significar un tiempo considerable, se recomienda iniciar un proceso de inclusión de criterios de construcción segura dentro de las instituciones públicas nacionales y municipales vinculadas al desarrollo de proyectos. La figura legal inicial sería el Reglamento, por Acuerdo Gubernativo. Este punto de partida servirá para que las inversiones públicas sean más sostenibles.

A largo plazo, se recomienda que la actual, así como las sucesivas administraciones de SE-CONRED incidan en los colegios profesionales de ingenieros y arquitectos para que promuevan una legislación relacionada con los criterios de construcción segura, que incluya diversas amenazas, como inundaciones, deslizamientos, erupciones y otras.

### **El Salvador**

En los últimos años El Salvador ha logrado avanzar sustancialmente en el tema de construcción segura. En la actualidad cuenta con instrumentos legales para la construcción segura ante la amenaza sísmica y por vientos, y aunque no cuenta con una ley de ordenamiento territorial aplicable a nivel nacional, se han visto avances significativos.

Además, El Salvador necesita avanzar en el tema de información geográfica sobre las amenazas y replicar el ejemplo de zonificación urbana del área metropolitana para las otras regiones del país.

### **Honduras**

Honduras requiere promover la propuesta sobre Normas de Construcción, que fuera elaborada en el 2000. Esta propuesta debe ser conocida y discutida entre las instituciones públicas nacionales y locales para lograr su aprobación, y con ello contribuir a que las construcciones sean seguras.

Aunque el país cuenta con un instrumento legal relacionado con el ordenamiento territorial es imprescindible que profundice en la información geográfica, contribuyendo a garantizar que los planes de ordenamiento territorial sean más realistas y útiles para la reducción de los riesgos.

## **Nicaragua**

Nicaragua ha logrado avanzar respecto a la generación de criterios de construcción segura. En la actualidad cuenta con normas y reglamentos de construcción; así como con una propuesta de ley de ordenamiento territorial.

Los municipios requieren mayor capacitación para poder desarrollar planes de ordenamiento territorial y utilizar la información geográfica que se posee. Además, necesitan apoyo técnico para poder hacer cumplir las normas de construcción.

Otra recomendación, es apoyar a las instituciones públicas en la auditoría de los proyectos de construcción para que realmente cumplan lo establecido en la normativa.

## **Costa Rica**

Costa Rica ha avanzado sustancialmente en materia de criterios de construcción y ordenamiento territorial. Sin embargo, necesita generar mayor capacidad técnica en las provincias para que puedan gestionar sus propios planes de ordenamiento territorial.

## **Panamá**

Panamá tiene instrumentos legales que le permiten desarrollar construcciones seguras. Sin embargo, la mayoría de la aplicación de estos instrumentos se lleva a cabo en el área metropolitana por lo que es imprescindible apoyar a la provincia para que pueda gestionar las normas de construcción y los planes de ordenamiento territorial.

**A continuación se presenta una ruta específica de seguimiento por cada país.**

## • RUTA DE SEGUIMIENTO POR PAÍS

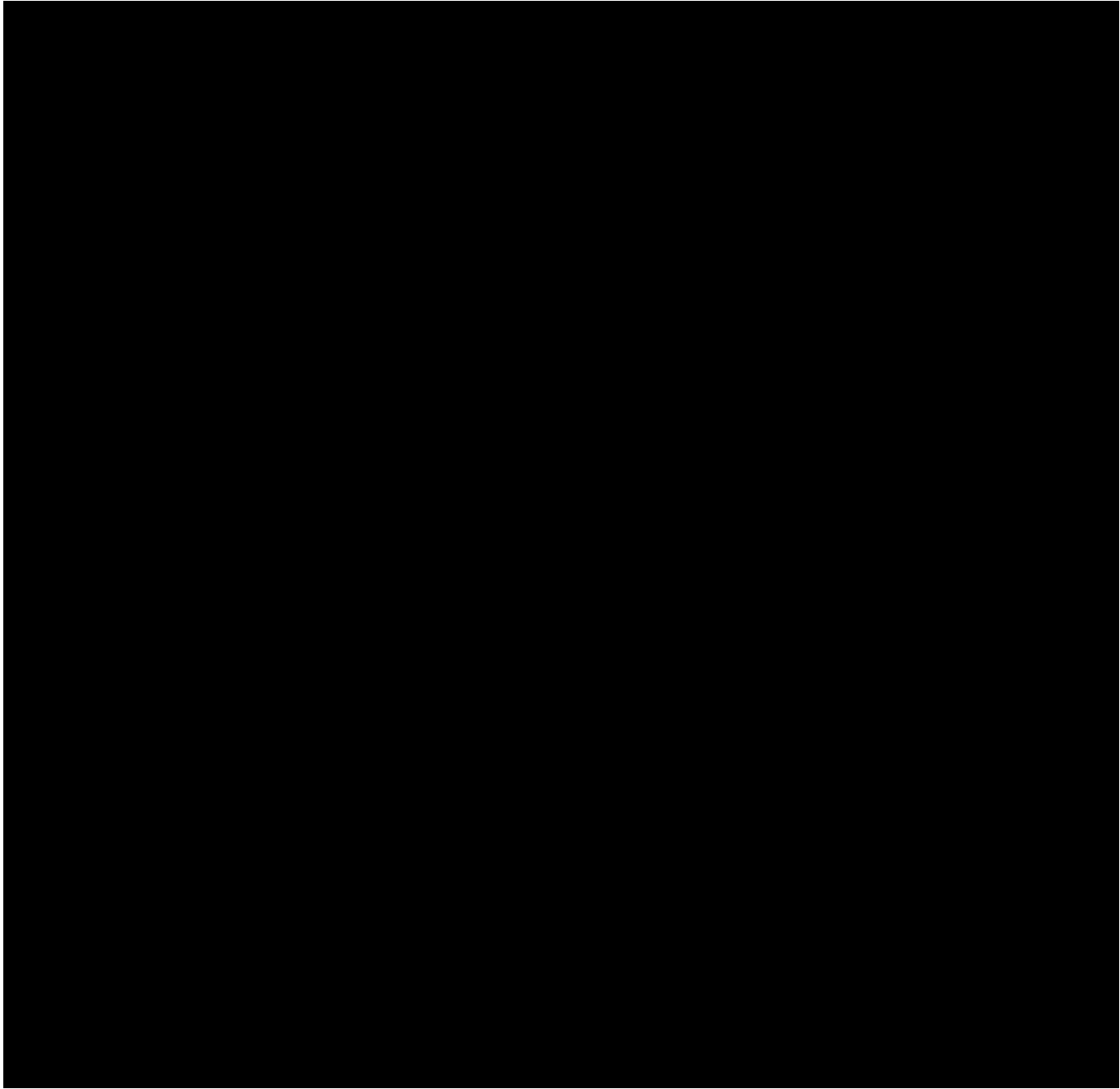
| GUATEMALA                                                                           |                                                 |                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resultado                                                                           | Criterio                                        | Observaciones                                                                                                                                     |
| <b>I. NORMATIVA</b>                                                                 |                                                 |                                                                                                                                                   |
| <b>1. Ley de Ordenamiento Territorial</b>                                           |                                                 |                                                                                                                                                   |
|    | Propuesta                                       | Se elaboró la propuesta para su aprobación y está siendo revisada por una Comisión del Congreso de la República.                                  |
|                                                                                     | Aprobada por Acuerdo Gubernativo                |                                                                                                                                                   |
|                                                                                     | Aprobada por Decreto                            |                                                                                                                                                   |
| <b>2. Reglamento o código de construcción</b>                                       |                                                 |                                                                                                                                                   |
|    | Propuesta                                       | La propuesta de normas de construcción fueron elaboradas para su aprobación y posterior aplicación por todos los entes rectores a nivel nacional. |
|                                                                                     | Aprobada por Acuerdo Gubernativo                |                                                                                                                                                   |
|                                                                                     | Aprobada por Decreto                            |                                                                                                                                                   |
| <b>3. Ley de aguas</b>                                                              |                                                 |                                                                                                                                                   |
|  | Propuesta                                       | Se han elaborado propuestas para su aprobación y están pendientes de ser conocida por el Congreso de la República.                                |
|                                                                                     | Aprobada por Decreto Legislativo                |                                                                                                                                                   |
| <b>4. Código de ética para la construcciones</b>                                    |                                                 |                                                                                                                                                   |
|                                                                                     | Propuesta por el colegio de profesionales       |                                                                                                                                                   |
|                                                                                     | Aprobada por el colegio de profesionales        |                                                                                                                                                   |
| <b>5. Normas por amenaza</b>                                                        |                                                 |                                                                                                                                                   |
|  | Norma específica para la amenaza sísmica        | La Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) promulgó las normas para diseño de estructuras bajo sismo                  |
|  | Norma específica para la amenaza por vientos    | Estas normas están consideradas dentro de las normas de AGIES                                                                                     |
|                                                                                     | Norma específica para la amenaza por inundación |                                                                                                                                                   |

|                                                                                     |                                                                              |                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>6. Normativa específica para infraestructura esencial</b>                        |                                                                              |                                                                                                                            |
|                                                                                     | Normas específicas que regulan la construcción de hospitales                 |                                                                                                                            |
|                                                                                     | Normas específicas que regulan la construcción de escuelas                   |                                                                                                                            |
|                                                                                     | Normas específicas que regulan la construcción de vivienda social            |                                                                                                                            |
|                                                                                     | El ente rector de salud vigila la construcción de hospitales                 |                                                                                                                            |
|                                                                                     | El ente rector de educación vigila la construcción de escuelas               |                                                                                                                            |
|                                                                                     | El ente rector de vivienda vigila la construcción de vivienda social         |                                                                                                                            |
| <b>II. INFORMACION GEOGRAFICA</b>                                                   |                                                                              |                                                                                                                            |
|    | Microzonificación sísmica                                                    | Solamente existe para cinco (5) ciudades, elaborado por JICA-INSIVUMEH                                                     |
|                                                                                     | Microzonificación por vientos                                                |                                                                                                                            |
|    | Microzonificación por inundación                                             | Solamente existe para cinco (5) cuencas hidrográficas, elaborado por JICA-INSIVUMEH                                        |
| <b>III. AUDITORIA</b>                                                               |                                                                              |                                                                                                                            |
|                                                                                     | Proceso establecido para el control del cumplimiento de las normas           |                                                                                                                            |
|                                                                                     | Institución establecida para el control del cumplimiento de las normas       |                                                                                                                            |
| <b>IV. INSTITUCIONALIDAD</b>                                                        |                                                                              |                                                                                                                            |
|                                                                                     | Organización público-privada para el desarrollo de criterios de construcción |                                                                                                                            |
| <b>V. MATERIALES DE CONSTRUCCION</b>                                                |                                                                              |                                                                                                                            |
|                                                                                     | Criterios específicos normados sobre materiales de construcción              |                                                                                                                            |
|                                                                                     | Laboratorios para evaluar la calidad de los materiales                       |                                                                                                                            |
|                                                                                     | Estudios técnico-científicos sobre materiales de construcción                |                                                                                                                            |
|                                                                                     | Regulación para las empresas que fabrican materiales de construcción         |                                                                                                                            |
| <b>VI. PLANIFICACION</b>                                                            |                                                                              |                                                                                                                            |
|                                                                                     | Integración de la variable riesgo en los planes nacionales                   |                                                                                                                            |
|  | Integración de la variable riesgo en los planes municipales                  | Se ha introducido el tema en todas aquellas municipalidades en las que se elaboró la planificación estratégica territorial |
| <b>VII. DIVULGACION</b>                                                             |                                                                              |                                                                                                                            |
|                                                                                     | Se promueven criterios de construcción segura a nivel nacional               | 91                                                                                                                         |
|                                                                                     | Se promueven criterios de construcción segura a nivel municipal              |                                                                                                                            |

| EL SALVADOR                                                                         |                                  |                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resultado                                                                           | Criterio                         | Observaciones                                                                                                                                                                     |
| <b>I. NORMATIVA</b>                                                                 |                                  |                                                                                                                                                                                   |
| <b>1. Ley de Ordenamiento Territorial</b>                                           |                                  |                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                     | Propuesta                        | Existe una propuesta de Ley a nivel de país.                                                                                                                                      |
|                                                                                     | Aprobada por Acuerdo Gubernativo |                                                                                                                                                                                   |
|    | Aprobada por Decreto             | "Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador y de los Municipios Aledaños". ESTA LEY ES APLICABLE EXCLUSIVAMENTE EN EL AREA METROPOLITANA |
| <b>2. Reglamento o código de construcción</b>                                       |                                  |                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                     | Propuesta                        |                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                     | Aprobada por Acuerdo Gubernativo |                                                                                                                                                                                   |
|  | Aprobada por Decreto             | DECRETO EJECUTIVO "Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones", actualizado en 1996 por el Ministerio de Obfros Públicas.                                     |
| <b>3. Ley de aguas</b>                                                              |                                  |                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                     | Propuesta                        | Existe una propuesta de Ley de aguas.                                                                                                                                             |

|                                                                                     |                                                                               |                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4. Código de ética para la construcciones</b>                                    |                                                                               |                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                     | Propuesta por el colegio de profesionales.                                    |                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                     | Aprobada por el colegio de profesionales.                                     |                                                                                                                                                                                                               |
| <b>5. Normas por amenaza</b>                                                        |                                                                               |                                                                                                                                                                                                               |
|    | Norma específica para la amenaza sísmica.                                     | "Norma Técnica para Diseño por Sismo"                                                                                                                                                                         |
|    | Norma específica para la amenaza por vientos.                                 | "Norma Técnica para Diseño por Viento"                                                                                                                                                                        |
|                                                                                     | Norma específica para la amenaza por inundación.                              | Existe una normativa, pero no se cuenta con una norma específica. En los últimos años, se han generado planos de identificación de áreas de inundación a nivel del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS). |
| <b>II. INFORMACION GEOGRAFICA</b>                                                   |                                                                               | A nivel República existen mapas de las distintas amenazas y el municipio de San Salvador cuenta con Cartografía Geomorfológica. A nivel de AMSS existen mapas geomorfológicos.                                |
|  | Microzonificación sísmica.                                                    | Existen estudios elaborados por la cooperación Italiana para un área del AMSS pero tienen la debilidad de que no se tuvo información geológica real sino que solo datos generales.                            |
|  | Microzonificación por vientos.                                                |                                                                                                                                                                                                               |
|  | Microzonificación por inundación.                                             | Se cuenta con zonificación de las áreas de inundación en el AMSS e información a nivel de país.                                                                                                               |
| <b>III. AUDITORIA</b>                                                               |                                                                               |                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                     | Proceso establecido para el control del cumplimiento de las normas            |                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                     | Institución establecida para el control del cumplimiento de las normas        |                                                                                                                                                                                                               |
| <b>IV. INSTITUCIONALIDAD</b>                                                        |                                                                               |                                                                                                                                                                                                               |
|  | Organización público privada para el desarrollo de criterios de construcción. | El Ministerio de Obras Públicas a través del Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano                                                                                                                   |

|                                                                                     |                                                                          |                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>V. MATERIALES DE CONSTRUCCION</b>                                                |                                                                          |                                                                                                                                                                                           |
|    | Criterios específicos normados sobre materiales de construcción.         | "Norma Técnica para el Control de Calidad de los Materiales Estructurales" y existen normas de diseño y construcción para 4 métodos constructivos: Concreto, Acero, Mampostería y Madera. |
|                                                                                     | Laboratorios para evaluar la calidad de los materiales.                  | La Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA) tiene un laboratorio de grandes obras.                                                                                             |
|                                                                                     | Estudios técnico-científicos sobre materiales de construcción.           |                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                     | Regulación para las empresas que fabrican materiales de construcción.    |                                                                                                                                                                                           |
| <b>VI. PLANIFICACION</b>                                                            |                                                                          |                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                     | Integración de la variable riesgo en el plan nacional.                   |                                                                                                                                                                                           |
|    | Integración de la variable riesgo en los planes municipales.             | El municipio de San Salvador cuenta con Cartografía Geomorfológica para incorporar el Análisis de Riesgo en el Plan de desarrollo Urbano del área Metropolitana.                          |
| <b>VII. INFRAESTRUCTURA ESCENCIAL</b>                                               |                                                                          |                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                     | Normas específicas que regulan la construcción de hospitales y escuelas. | "Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones", actualizado en 1996 por el Ministerio de Obras Públicas.                                                                |
|                                                                                     | El ente rector de salud vigila la construcción de hospitales.            |                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                     | El ente rector de educación vigila la construcción de escuelas.          |                                                                                                                                                                                           |
| <b>VIII. DIVULGACION</b>                                                            |                                                                          |                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                     | Se promueven los criterios de construcción a nivel nacional.             |                                                                                                                                                                                           |
|  | Se promueven los criterios de construcción a nivel municipal.            | Unicamente en el Area Metropolitana de San Salvador.                                                                                                                                      |



|                                                                                     |                                                                              |                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>6. Normativa específica para infraestructura esencial</b>                        |                                                                              |                                                                |
|                                                                                     | Normas específicas que regulan la construcción de hospitales                 | No existe                                                      |
|                                                                                     | Normas específicas que regulan la construcción de escuelas                   | No existe                                                      |
|                                                                                     | Normas específicas que regulan la construcción de vivienda social            | No existe                                                      |
|                                                                                     | El ente rector de salud vigila la construcción de hospitales                 |                                                                |
|                                                                                     | El ente rector de educación vigila la construcción de escuelas               |                                                                |
|                                                                                     | El ente rector de vivienda vigila la construcción de vivienda social         |                                                                |
| <b>II. INFORMACION GEOGRAFICA</b>                                                   |                                                                              |                                                                |
|    | Microzonificación sísmica                                                    |                                                                |
|                                                                                     | Microzonificación por vientos                                                | No existe                                                      |
|    | Microzonificación por inundación                                             |                                                                |
| <b>III. AUDITORIA</b>                                                               |                                                                              |                                                                |
|                                                                                     | Proceso establecido para el control del cumplimiento de las normas           | No existe                                                      |
|                                                                                     | Institución establecida para el control del cumplimiento de las normas       | No existe                                                      |
| <b>IV. INSTITUCIONALIDAD</b>                                                        |                                                                              |                                                                |
|  | Organización público-privada para el desarrollo de criterios de construcción | Cámara de Construcción                                         |
| <b>V. MATERIALES DE CONSTRUCCION</b>                                                |                                                                              |                                                                |
|                                                                                     | Criterios específicos normados sobre materiales de construcción              | No existe                                                      |
|  | Laboratorios para evaluar la calidad de los materiales                       | En la Universidad Nacional de Honduras, Facultad de Ingeniería |
|  | Estudios técnico-científicos sobre materiales de construcción                | En la Universidad Nacional de Honduras, Facultad de Ingeniería |
|                                                                                     | Regulación para las empresas que fabrican materiales de construcción         | No existe                                                      |
| <b>VI. PLANIFICACION</b>                                                            |                                                                              |                                                                |
|                                                                                     | Integración de la variable riesgo en los planes nacionales                   | No existe                                                      |
|  | Integración de la variable riesgo en los planes municipales                  |                                                                |
| <b>VII. DIVULGACION</b>                                                             |                                                                              |                                                                |
|  | Se promueven criterios de construcción segura a nivel nacional               |                                                                |
|  | Se promueven criterios de construcción segura a nivel municipal              |                                                                |

| NICARAGUA                                                                           |                                                 |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Resultado                                                                           | Criterio                                        | Observaciones                                                                        |
| <b>I. NORMATIVA</b>                                                                 |                                                 |                                                                                      |
| <b>1. Ley de Ordenamiento Territorial</b>                                           |                                                 |                                                                                      |
|    | Propuesta                                       | Existe un anteproyecto de Ley, formulado en el 2005                                  |
|                                                                                     | Aprobada por Acuerdo Gubernativo                |                                                                                      |
|                                                                                     | Aprobada por Decreto                            |                                                                                      |
| <b>2. Reglamento o código de construcción</b>                                       |                                                 |                                                                                      |
|                                                                                     | Propuesta                                       |                                                                                      |
|                                                                                     | Aprobada por Acuerdo Gubernativo                |                                                                                      |
|    | Aprobada por Decreto                            | Se crea por resolución Ministerial, conocido como RNC-07                             |
| <b>3. Ley de aguas</b>                                                              |                                                 |                                                                                      |
|                                                                                     | Propuesta                                       |                                                                                      |
|  | Aprobada por Decreto Legislativo                | Aprobada en Asamblea General, del Congreso Nacional                                  |
| <b>4. Código de ética para la construcciones</b>                                    |                                                 |                                                                                      |
|                                                                                     | Propuesta por el colegio de profesionales       | No existe                                                                            |
|                                                                                     | Aprobada por el colegio de profesionales        | No existe                                                                            |
| <b>5. Normas por amenaza</b>                                                        |                                                 |                                                                                      |
|  | Norma específica para la amenaza sísmica        | Cuenta con normas técnicas de diseño, contempladas en el reglamento de construcción. |
|                                                                                     | Norma específica para la amenaza por vientos    | Cuenta con normas técnicas de diseño, contempladas en el reglamento de construcción. |
|                                                                                     | Norma específica para la amenaza por inundación | No existe                                                                            |

|                                                                                     |                                           |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Ley de Ordenamiento Territorial</b>                                           |                                           |                                                                                      |
|    | Propuesta                                 | Existe un anteproyecto de Ley, formulado en el 2005                                  |
|                                                                                     | Aprobada por Acuerdo Gubernativo          |                                                                                      |
|                                                                                     | Aprobada por Decreto                      |                                                                                      |
| <b>2. Reglamento o código de construcción</b>                                       |                                           |                                                                                      |
|                                                                                     | Propuesta                                 |                                                                                      |
|                                                                                     | Aprobada por Acuerdo Gubernativo          |                                                                                      |
|    | Aprobada por Decreto                      | Se crea por resolución Ministerial, conocido como RNC-07                             |
| <b>3. Ley de aguas</b>                                                              |                                           |                                                                                      |
|                                                                                     | Propuesta                                 |                                                                                      |
|    | Aprobada por Decreto Legislativo          | Aprobada en Asamblea General, del Congreso Nacional                                  |
| <b>4. Código de ética para la construcciones</b>                                    |                                           |                                                                                      |
|                                                                                     | Propuesta por el colegio de profesionales | No existe                                                                            |
|                                                                                     | Aprobada por el colegio de profesionales  | No existe                                                                            |
| <b>5. Normas por amenaza</b>                                                        |                                           |                                                                                      |
|  | Norma específica para la amenaza sísmica  | Cuenta con normas técnicas de diseño, contempladas en el reglamento de construcción. |

|                                                                                   |                                                                      |                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>V. MATERIALES DE CONSTRUCCION</b>                                              |                                                                      |                                                                 |
|                                                                                   | Criterios específicos normados sobre materiales de construcción      | No existe                                                       |
|  | Laboratorios para evaluar la calidad de los materiales               | Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Ingeniería |
|  | Estudios técnico-científicos sobre materiales de construcción        | Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Ingeniería |
|  | Regulación para las empresas que fabrican materiales de construcción | La Dirección de Normas y Desarrollo Urbano                      |
| <b>VI. PLANIFICACION</b>                                                          |                                                                      |                                                                 |
|  | Integración de la variable riesgo en los planes nacionales           | Por medio del INETER                                            |
|  | Integración de la variable riesgo en los planes municipales          | Por medio del INETER                                            |
| <b>VII. DIVULGACION</b>                                                           |                                                                      |                                                                 |
|  | Se promueven criterios de construcción segura a nivel nacional       | MTI y Alcaldías                                                 |
|  | Se promueven criterios de construcción segura a nivel municipal      | Alcaldías, MTI, INETER                                          |

| COSTA RICA                                                                          |                                                 |                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Resultado                                                                           | Criterio                                        | Observaciones                                                           |
| <b>I. NORMATIVA</b>                                                                 |                                                 |                                                                         |
| <b>1. Ley de Ordenamiento Territorial</b>                                           |                                                 | <b>Ley de Planificación Urbana</b>                                      |
|                                                                                     | Propuesta                                       |                                                                         |
|                                                                                     | Aprobada por Acuerdo Gubernativo                |                                                                         |
|    | Aprobada por Decreto                            | Aprobada el 15 de noviembre de 1968                                     |
| <b>2. Reglamento o código de construcción</b>                                       |                                                 | <b>Ley y Reglamento de Construcciones</b>                               |
|                                                                                     | Propuesta                                       |                                                                         |
|                                                                                     | Aprobada por Acuerdo Gubernativo                |                                                                         |
|    | Aprobada por Decreto                            | Ley aprobada 1949, Reglamento aprobado 1983.                            |
| <b>3. Ley de aguas</b>                                                              |                                                 |                                                                         |
|                                                                                     | Propuesta                                       |                                                                         |
|  | Aprobada por Decreto Legislativo                | Ley aprobada en el año 1949 por la junta de Gobierno.                   |
| <b>4. Código de ética para la construcciones</b>                                    |                                                 |                                                                         |
|                                                                                     | Propuesta por el colegio de profesionales       |                                                                         |
|  | Aprobada por el colegio de profesionales        | Ley Orgánica del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).   |
| <b>5. Normas por amenaza</b>                                                        |                                                 | Código Sísmico de Costa Rica (1er versión - 1986, 2da versión 2002)     |
|  | Norma específica para la amenaza sísmica        | Se contempla dentro del Código Sísmico                                  |
|  | Norma específica para la amenaza por vientos    | Se contempla dentro del Código Sísmico                                  |
|  | Norma específica para la amenaza por inundación | Mapas de riesgos de C.R., de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE). |

|                                                                                     |                                                                              |                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>6. Normativa específica para infraestructura esencial</b>                        |                                                                              |                                                                                                                                                                                                        |
|    | Normas específicas que regulan la construcción de hospitales                 | Código Sísmico y Reglamento de Construcciones, así como las directrices del Área de Desarrollo de proyectos de la Caja Costarricense de Seguro                                                         |
|    | Normas específicas que regulan la construcción de escuelas                   | Código Sísmico y Reglamento de Construcciones, así como las directrices del Centro Nacional de Infraestructura Educativa, del Ministerio de                                                            |
|    | Normas específicas que regulan la construcción de vivienda social            | Código Sísmico y Reglamento de Construcciones, así como las directrices del Centro Nacional de Infraestructura Educativa, del Ministerio de                                                            |
|    | El ente rector de salud vigila la construcción de hospitales                 | Por medio del Área de Desarrollo de proyectos de la Caja Costarricense de Seguro Social.                                                                                                               |
|    | El ente rector de educación vigila la construcción de escuelas               | Por medio de Centro Nacional de Infraestructura Educativa, del Ministerio de Educación                                                                                                                 |
|    | El ente rector de vivienda vigila la construcción de vivienda social         | Por medio de Decreto Ejecutivo por medio de la Directriz 27 del Ministerio de Vivienda.                                                                                                                |
| <b>II. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</b>                                                   |                                                                              |                                                                                                                                                                                                        |
|   | Microzonificación sísmica                                                    | Código Sísmico y Planes Reguladores de cada Cantón.                                                                                                                                                    |
|  | Microzonificación por vientos                                                | Documentos de la Comisión Nacional de Emergencia y en los Planes Reguladores.                                                                                                                          |
|  | Microzonificación por inundación                                             | Documentos de la Comisión Nacional de Emergencia y en los Planes Reguladores.                                                                                                                          |
| <b>III. AUDITORIA</b>                                                               |                                                                              |                                                                                                                                                                                                        |
|  | Proceso establecido para el control del cumplimiento de las normas           | Análisis y verificación del cumplimiento de las directrices, los manuales de procedimientos y los requisitos solicitados por las instituciones del caso, por parte de las Direcciones y las Auditorías |
|  | Institución establecida para el control del cumplimiento de las normas       | Existe la Contraloría General de la República, la Procuraduría de la República, las Municipalidades.                                                                                                   |
| <b>IV. INSTITUCIONALIDAD</b>                                                        |                                                                              |                                                                                                                                                                                                        |
|  | Organización público-privada para el desarrollo de criterios de construcción | Existe la Cámara de Construcción, así como las instituciones que tienen que ver con el tema de construcciones.                                                                                         |

| V. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN                                                      |                                                                      |                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | Criterios específicos normados sobre materiales de construcción      | Documentos del CFIA y del Ministerio de Comercio.                                                                     |
|   | Laboratorios para evaluar la calidad de los materiales               | Algunos privados, así como el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales.                             |
|   | Estudios técnico-científicos sobre materiales de construcción        | Siempre para la autorización del CFIA del uso de nuevos materiales.                                                   |
|                                                                                    | Regulación para las empresas que fabrican materiales de construcción | Ministerio de Comercio con las especificaciones aprobadas por el CFIA.                                                |
| VI. PLANIFICACIÓN                                                                  |                                                                      |                                                                                                                       |
|   | Integración de la variable riesgo en los planes nacionales           | Se contemplan los mapas y planos de amenazas y riesgos en los Planes Nacionales de Desarrollo                         |
|   | Integración de la variable riesgo en los planes municipales          | Se contemplan los mapas de amenazas y riesgos en la Planificación Local, Planes reguladores son consultados a la CNE. |
| VII. DIVULGACIÓN                                                                   |                                                                      |                                                                                                                       |
|   | Se promueven criterios de construcción segura a nivel nacional       | En atención de directrices, normas y legislación nacional para la construcción de la obra civil.                      |
|  | Se promueven criterios de construcción segura a nivel municipal      | En atención de directrices, normas y legislación local para la construcción de la obra civil.                         |

| PANAMA                                                                              |                                                 |                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Resultado                                                                           | Criterio                                        | Observaciones                                   |
| <b>I. NORMATIVA</b>                                                                 |                                                 |                                                 |
| <b>1. Ley de Ordenamiento Territorial</b>                                           |                                                 |                                                 |
|                                                                                     | Propuesta                                       |                                                 |
|                                                                                     | Aprobada por Acuerdo Gubernativo                |                                                 |
|    | Aprobada por Decreto                            | Aprobada en el 2006                             |
| <b>2. Reglamento o código de construcción</b>                                       |                                                 |                                                 |
|                                                                                     | Propuesta                                       |                                                 |
|                                                                                     | Aprobada por Acuerdo Gubernativo                |                                                 |
|    | Aprobada por Decreto                            | Ha tenido varias actualizaciones                |
| <b>3. Ley de aguas</b>                                                              |                                                 |                                                 |
|  | Propuesta                                       |                                                 |
|                                                                                     | Aprobada por Decreto Legislativo                |                                                 |
| <b>4. Código de ética para la construcciones</b>                                    |                                                 |                                                 |
|                                                                                     | Propuesta por el colegio de profesionales       |                                                 |
|  | Aprobada por el colegio de profesionales        | La Junta Técnica vela por la ética profesional. |
| <b>5. Normas por amenaza</b>                                                        |                                                 |                                                 |
|  | Norma específica para la amenaza sísmica        |                                                 |
|  | Norma específica para la amenaza por vientos    |                                                 |
|                                                                                     | Norma específica para la amenaza por inundación |                                                 |

|                                                                                     |                                                                              |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>6. Normativa específica para infraestructura esencial</b>                        |                                                                              |  |
|    | Normas específicas que regulan la construcción de hospitales                 |  |
|    | Normas específicas que regulan la construcción de escuelas                   |  |
|    | Normas específicas que regulan la construcción de vivienda social            |  |
|    | El ente rector de salud vigila la construcción de hospitales                 |  |
|    | El ente rector de educación vigila la construcción de escuelas               |  |
|    | El ente rector de vivienda vigila la construcción de vivienda social         |  |
| <b>II. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</b>                                                   |                                                                              |  |
|    | Microzonificación sísmica                                                    |  |
|   | Microzonificación por vientos                                                |  |
|  | Microzonificación por inundación                                             |  |
| <b>III. AUDITORIA</b>                                                               |                                                                              |  |
|  | Proceso establecido para el control del cumplimiento de las normas           |  |
|  | Institución establecida para el control del cumplimiento de las normas       |  |
| <b>IV. INSTITUCIONALIDAD</b>                                                        |                                                                              |  |
|  | Organización público-privada para el desarrollo de criterios de construcción |  |

|                                                                                     |                                                                      |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|
| <b>V. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>                                                |                                                                      |  |
|    | Criterios específicos normados sobre materiales de construcción      |  |
|    | Laboratorios para evaluar la calidad de los materiales               |  |
|    | Estudios técnico-científicos sobre materiales de construcción        |  |
|                                                                                     | Regulación para las empresas que fabrican materiales de construcción |  |
| <b>VI. PLANIFICACIÓN</b>                                                            |                                                                      |  |
|                                                                                     | Integración de la variable riesgo en los planes nacionales           |  |
|                                                                                     | Integración de la variable riesgo en los planes municipales          |  |
| <b>VII. DIVULGACIÓN</b>                                                             |                                                                      |  |
|    | Se promueven criterios de construcción segura a nivel nacional       |  |
|  | Se promueven criterios de construcción segura a nivel municipal      |  |

## 5. GLOSARIO

**Área protegida de una estructura** son las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora y fauna silvestre, recursos conexos y sus interacciones naturales y culturales, que tengan alta significación por su función o sus valores genéticos, históricos, escénicos, recreativos, arqueológicos y protectores, de tal manera de preservar el estado natural de las comunidades bióticas, de los fenómenos geomorfológicos únicos, de las fuentes y suministros. (Definición contenida en el Decreto Ley 4-89 República de Guatemala).

**El estado límite de falla** es el agotamiento de capacidad de carga de la estructura o cualquiera de sus componentes, o al hecho de que ocurran daños irreversibles que afectan significativamente la resistencia ante nuevas aplicaciones de carga.

**El estado límite de servicio** es la ocurrencia de desplazamientos, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la edificación.

**Cargas vivas** son cargas variables cuya intensidad varían significativamente en el tiempo. El peso de los equipos con el que se amueble una zona dada, será considerado como carga viva.

**Cargas muertas** son cargas permanentes o que actúan en forma continua sobre la estructura. Se considerará como cargas muertas los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia substancialmente con el tiempo.

**Cargas accidentales** son acciones no permanentes ni variables, de intensidad significativa y de duración breve, que pueden afectar a la estructura durante su operación.

**Los elementos no estructurales** son aquellos que no forman parte integrante de la estructura y no contribuyen a su resistencia y rigidez, así como aquellos elementos desligados adecuadamente de ella. Están incluidos en esta definición elementos frágiles como el vidrio y el yeso, y las particiones cuyo espesor no es suficiente para contribuir significativamente a la rigidez y resistencia del sistema estructural; de igual forma los plafones, las instalaciones y equipos.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. American Society of Civil Engineers, Inc. Flood resistant design and construction, ASCE/SEI 24-98, Reston, VA, 2000.
2. American Society of Civil Engineers, Inc. Minimum design loads for buildings and other structures, ASCE-7-02, Reston, VA, 2002.
3. Armando Ugarte Solís Ph.d. Ing. Normas técnicas de diseño por viento. (Presentación) Managua, Nicaragua, Febrero de 2006.
4. Asociación Costarricense de Geotecnia. Código de cimentaciones de Costa Rica, Costa Rica, 1994.
5. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES. Normas para el diseño sismorresistente. Guatemala, 1996.
6. Bonilla, E; Chaves, I; Esquivel, L; Madrigal, J; Méndez, J; Sjöbohm, L. Casos frecuentes de amenaza y vulnerabilidad: Medidas de prevención y mitigación. Costa Rica, 2006.
7. Boroschek Krauskopf, Rubén; Retamales Saavedra Rodrigo. Guía para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud. OPS/OMS. Washington, 2004.
8. Cardona, Omar Darío Ing. Mitigación de desastres en instalaciones de salud, Washington, 1993. Washington, 2004
9. CEPREDENAC. Plan regional para la reducción de desastres de Centroamérica 2006-2015, 2006.
10. Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica. Código sísmico de Costa Rica. Costa Rica, 2002.
11. Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica. Comentarios al código sísmico de Costa Rica. Costa Rica, 2002.
12. Congreso de la República de Guatemala. Ley reguladora de las áreas de reserva territoriales del Estado de Guatemala. Guatemala, 1997.

13. Federal Emergency Management Agency, Answers to questions about the National Flood Insurance Program, FEMA 387, Washington, DC, August 2001.
14. Federal Emergency Management Agency, Answers to questions about Substantially damaged buildings, FEMA 213. Washington, DC, May 1991.
15. Federal Emergency Management Agency, Building Performance: Hurricane Andrew in Florida, FEMA FIA-22, Washington, DC, December 1992.
16. Federal Emergency Management Agency, Coastal construction manual, Third Edition, FEMA 55, Washington, DC, 2000.
17. Federal Emergency Management Agency, Design and construction guidance for Community Shelters, FEMA 361, Washington, DC, July 2000.
18. Federal Emergency Management Agency, Engineering principles and practices for retrofitting flood-prone residential buildings, FEMA 259, Washington, DC, January 1995.
19. Federal Emergency Management Agency, Making safe hospitals, Washington, DC, 2007.
20. Figueroa, Miguel, Ing. Manual de gestión de prevención de desastres en carreteras. Comisión Manual de Estudio sobre Medidas Preventivas en Carreteras de la Red Fundamental de Bolivia. 2006.
21. Gobierno del Distrito Federal de México. Reglamento de construcción para el Distrito Federal. México, 2004.
22. Guía de para la reducción de desastres. Bolivia, 2008.
23. Ingenieros Civiles y Arquitectos de Guaymas A.C. Reglamento general de construcción y sus normas técnicas para el municipio de Guaymas, Estado de Sonora. México, 2006.
24. International Code Council, 2006 International Building Code, ICC IBC-2006, March 2006.
25. Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. Normas mínimas de Dimensionamiento de Desarrollos Habitacionales. Honduras, 1982.
26. Ministerio de Infraestructura y Transporte. Reglamento de construcción de Nicaragua. Nicaragua, 2005.

27. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezione stradali. Italia, 2006.
28. Ministerio de Obras Públicas. Guía de practicas ambientales en la construcción de vías. República de Ecuador. 2005.
29. Ministerio de Obras Públicas. Norma técnica para diseño y construcción estructural de mampostería. El Salvador, 1994.
30. Municipalidad de Guatemala. Reglamento de control urbano para protección por riesgos. Guatemala, 1999.
31. Municipalidad de Guatemala. Reglamento específico de normas de urbanización y construcción de proyectos habitacionales de interés social del Municipio de Guatemala. Guatemala, 1988.
32. Municipalidad de Guatemala. Reglamento para el control nacional de fraccionamientos y urbanizaciones, 1982.
33. Nelson Raúl Morales Soto, Plan Hospitalario para Desastres. OPS/OMS. Lima, 2000.
34. Organización de los Estados Americanos. Manual sobre el manejo de peligros naturales en la planificación para el desarrollo integrado, 1993.
35. Organización de los Estados Americanos. Seminario-taller sobre reducción de la vulnerabilidad de los sectores agrícola, energético y de transportes a inundaciones en cuencas hidrográficas, 1996.
36. Organización Panamericana de la Salud. Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento: Guía para una respuesta eficaz. Washington DC, 2001.
37. Organización Panamericana de la Salud. Estudio de la normativa técnica del diseño, construcción, operación y mantenimiento de agua y saneamiento en materia de desastres. Guatemala, 2002.
38. Secretaría de Estado del Interior. España. Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo de inundaciones, 1995.
39. Secretaría de Estado del Interior. España. Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo sísmico, 1995.

40. Secretaría de Integración Económica de Centroamérica. SIECA. Código de señalización.
41. Secretaría de Integración Económica de Centroamérica. SIECA. Manual de dispositivos uniformes para el control del tránsito. 2000
42. Secretaría de Integración Económica de Centroamérica. SIECA. Manual de normas ambientales, 2002.
43. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia de la República de Guatemala. Términos de referencia para estudios de preinversión en carreteras. Guatemala, 2007.
44. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de la República de Honduras. Ley General del Ambiente. Honduras, 1993.
45. Tixe, Salvador. Especificaciones técnicas para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural. CEPIS, OMS. Lima, Peru, 2004.
46. Universidad Kassel, Alemania. Manual de Construcción para Viviendas Antisísmicas de Tierra. Alemania, 2001.
47. USAID. Guías y Mejores Prácticas para Carreteras Rurales, 2004.
48. <http://archivo.elnuevodiario.com.ni>
49. <http://elconstructor.info/archivo/27/art.04.html>+
50. <http://www.construcción.com.ni>
51. <http://impreso.elnuevodiario.com.ni>
52. <http://www.acs-aec.org>
53. <http://www.spia-pma.org/spia/jtia.htm>
54. <http://www.crid.or.cr>

## 7. ANEXO

### 1. REPRESENTANTES INSTITUCIONALES CONSULTADOS

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Guatemala   | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Claudine Ogaldes, Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (SE-CONRED)</li><li>▪ Andrés Casasola, SE-CONRED</li><li>▪ Hardany Navarro, SE-CONRED</li><li>▪ David Monterroso, SE-CONRED</li><li>▪ Danilo Balcarcel, Ministerio de Salud</li><li>▪ Mario Vettorazzi, Ministerio de Salud</li><li>▪ Francisco Piloña, Municipalidad de Guatemala</li><li>▪ José Osoy, Municipalidad de Guatemala</li><li>▪ Dick Valdez, Dirección General de Caminos</li><li>▪ Rodolfo Barillas, Dirección General de Caminos</li><li>▪ Carlos Castillo, Dirección General de Caminos</li><li>▪ Carlos Castillo, Dirección General de Caminos</li><li>▪ María López de Martínez, Unidad Ejecutora de Proyectos de Acueductos Rurales (UNEPAR)</li><li>▪ Farahón Ortiz, Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM)</li><li>▪ Francisco Estuardo Ruiz, Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES)</li><li>▪ Roberto Chang, AGIES</li></ul> |
| El Salvador | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Jorge Alberto Barahona, Comisión Nacional de Emergencia (CNE)</li><li>▪ Osiel García, CNE</li><li>▪ Yohanna de Ruiz, CNE</li><li>▪ Miguel Salazar, Cancillería</li><li>▪ Lorena Molina, Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS)</li><li>▪ Celina Cruz, OPAMSS</li><li>▪ Héctor Hernández, Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL)</li><li>▪ Emerson Vladimir Roque, FISDL</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Honduras   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dimas Alonzo, COPECO</li> <li>▪ Arlet Montero, COPECO</li> <li>▪ Ángel Gaspar Obando, Universidad Nacional de Honduras</li> <li>▪ Guadalupe Salgado, Universidad Nacional de Honduras</li> <li>▪ Diana Fernández, Secretaría de Gobernación y Justicia</li> </ul>                                                                                                                                                                             |
| Nicaragua  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Herman Taleno, Ministerio de Transporte e Infraestructura.</li> <li>▪ Edgar Orozco Campos, SE SINAPRED</li> <li>▪ Armando Ugarte, Universidad de Nicaragua</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Costa Rica | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Marco Saborío, CNE</li> <li>▪ Randall Madrigal, CNE</li> <li>▪ Carlos Picado, CNE</li> <li>▪ Aarón Morales Blank, Cámara Costarricense de la Construcción</li> <li>▪ Eduardo Morales, Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos</li> <li>▪ Eugenia Morales, Colegio de Ingenieros y Arquitectos</li> <li>▪ Luis Gustavo Lobo, Instituto Nacional de Vivienda</li> <li>▪ Roberto Herrera Quezada, Ministerio de Obras Públicas</li> </ul> |
| Panamá     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rafael Bonilla, Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPROC)</li> <li>▪ Roberto Mosquera, SINAPROC</li> <li>▪ Yira Campos, SINAPROC</li> <li>▪ María de Lourdes Chanis, Cámara Panameña de Construcción</li> </ul>                                                                                                                                                                                      |

## **2. NORMAS QUE SE ADJUNTAN**

### **Guatemala**

- Ley de vivienda y asentamientos humanos
- Reglamento de construcción de la ciudad de Guatemala
- Reglamento de control urbano para protección de riesgos
- Reglamento específico de normas de urbanización y construcción de proyectos habitacionales de interés social del Municipio de Guatemala

### **El Salvador**

- Norma técnica de mampostería

### **Honduras**

- Ley de ordenamiento territorial
- Normas técnicas complementarias
- Ley general de ambiente

### **Nicaragua**

- Requisitos generales de diseño y construcción
- Normas mínimas de dimensionamiento para desarrollos habitacionales

### **Costa Rica**

- Reglamento de construcciones

### **Panamá**

- Ley de la Junta Técnica
- Reglamento de construcción

### 3. EQUIPO CONSULTOR

Susana Palma de Cuevas  
*Coordinadora*

#### *Equipo Consultor*

1. Julio Almengor
2. Magda Valenzuela
3. Karen Wantland
4. Marlyn Marín