LA CONSTRUCCIÓN SEGURA SALVA VIDAS HUMANAS

Proyecto

"Acciones que salvan vidas: Preparación ante desastres y reducción del riesgo sísmico y por tsunamis en la costa sur"

Cada vez que un sismo, aún con magnitud moderada, sacude un centro urbano, se ponen de manifiesto todos los errores cometidos durante el diseño y la construcción.

Créditos

Proyecto
"Acciones que salvan vidas: Preparación ante desastres y reducción del riesgo sísmico y por tsunamis en la costa sur"

Consultor principal
Marco Antonio Giraldo Rincón

Con el apoyo técnico de:
Ing. Leonardo Reyes Madera

Revisión de contenidos

Bernardo Rodríguez
Coordinador del Proyecto
PNUD República Dominicana

Amelia Deschamps
Consultora en Comunicación del proyecto
PNUD, República Dominicana

Magdalena Martínez del Cerro
Asistente Técnica Operativa del proyecto
PNUD, República Dominicana

Ana María Pérez C.
Encargada Programas de Gestión de Riesgo
PNUD, República Dominicana

Diseño y diagramación
Vanessa Arriaza

Primera edición
Septiembre 2016, República Dominicana.
© Derechos reservados.
Esta publicación puede ser reproducida total o parcialmente por cualquier medio siempre y cuando se cite la fuente.

El Departamento de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea, financia intervenciones de ayuda humanitaria a las víctimas de desastres y conflictos fuera de la Unión Europea. La ayuda es canalizada de manera imparcial–y directamente a las víctimas sin importar su raza, grupo étnico, género, edad, nacionalidad, religión o afiliación política.

El PNUD forja alianzas con todos los niveles de la sociedad para ayudar a construir naciones que puedan resistir las crisis, promueve y sostiene un tipo de crecimiento que mejora la calidad de vida de todos. Presentes sobre el terreno, en 177 países y territorios, ofrecemos una perspectiva global y un conocimiento local al servicio de las personas y las naciones.

Este documento ha sido creado y producido en el marco del proyecto ***"Acciones que Salvan Vidas: preparación ante desastres y reducción del riesgo sísmico y de tsunamis en la costa sur"*** implementado por el consorcio conformado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO); la Asamblea de Cooperación por la Paz (ACPP); y financiado por el Programa de Preparación para Desastres de la Comisión Europea (DIPECHO) en el marco del Plan de Acción 2015-2016 para el Caribe. Los puntos de vista aquí expuestos no deberán ser tomados en ningún momento como un reflejo de la opinión oficial de estas organizaciones.

Las opiniones expresadas en esta publicación son las del (de los) autor(es) y no representan necesariamente las de las Naciones Unidas, incluyendo el PNUD, y las de los Estados Miembros de la ONU.

Contenido

INTRODUCCIÓN 10

PARTE 1. ASPECTOS GENERALES 11

1.1 SOBRE LOS SISMOS 11

1.1.1 ¿Qué es un sismo o terremoto? 11
1.1.2 ¿Cómo se mide un sismo? 11
1.1.3 ¿Qué es la intensidad de un sismo? 11
1.1.4 ¿Qué es la magnitud de un sismo? 12
1.1.5 ¿Qué es el sismógrafo? 12

1.2 SOBRE EL RIESGO SÍSMICO 13

1.2.1 ¿Qué es la amenaza sísmica? 13
1.2.2. ¿Qué sismos han afectado a la República Dominicana? 14
1.2.3 ¿Por qué se dañan las construcciones? 14
1.2.4 ¿Qué es la vulnerabilidad sísmica? 16
1.2.5 ¿Cuáles son las características de las viviendas inseguras? 17
1.2.6 ¿Cuáles son las viviendas más vulnerables a la acción sísmica? 17

1.3 SOBRE LAS CONSTRUCCIONES 18

1.3.1 ¿Qué son los elementos estructurales? 18
1.3.2 ¿Qué son los elementos NO estructurales? 19
1.3.3 ¿Cómo afecta el tipo de suelo el comportamiento sísmico de las construcciones? 19
1.3.4 ¿Cuál es el efecto de los sismos en una construcción? 20

1.4 SOBRE LA SISMORRESISTENCIA 22

1.4.1 ¿Qué es la sismorresistencia? 22
1.4.2 ¿Cuál es la forma adecuada de construir una vivienda? 26
1.4.3 ¿Cuáles son las características de la vivienda segura? 28
1.4.4 ¿Qué es una normativa sismorresistente? 29
1.4.5 ¿Qué se espera de una edificación que cumpla los requisitos de sismorresistencia ante la ocurrencia de un sismo? 30

Contenido

1.5 SOBRE LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA 31
1.5.1 ¿Qué es un estudio de microzonificación sísmica? 31
1.5.2 ¿Por qué es importante la microzonificación sísmica? 32
1.5.3 ¿Qué es el efecto de sitio? 32

PARTE 2. EXPERIENCIAS EN LA REGIÓN 33
2.1 Herramienta 1. Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismorresistente de viviendas de mampostería. 34

2.2 Herramienta 2. Guía de orientación en técnicas de construcción 42

2.3 Herramienta 3. Construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería, para albañiles y maestros constructores 47

2.4 Herramienta 4. Cartilla de diseño estructural de mampostería reforzada, para albañiles y constructores 52

2.5 Herramienta 5. Módulo educativo construcción para albañiles y maestros de obra 59

PARTE 3. HACIA LA REDUCCIÓN D EL RIESGO SÍSMICO 65

3.1 Recordando y recapitulando 65
3.2 De lo conceptual a lo estratégico 71
3.2.1 ¿Cómo reducir el riesgo sísmico? 71
3.2.2 ¿Cómo reducir la vulnerabilidad de las viviendas? 72
3.2.3 ¿Qué aspectos son esenciales para sensibilizar sobre la importancia de la construcción segura? 72
3.2.4 ¿Qué aspectos son esenciales para sensibilizar sobre la importancia de la construcción segura? 74
3.3 Experiencias de divulgación 76
3.3.1 Caso México 76
3.3.2 Caso Perú 77

RECURSOS DE INFORMACIÓN Y REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS CONSULTADAS 78

INTRODUCCIÓN

Cumplir con el propósito de asegurar la construcción de las viviendas dentro de los estándares adecuados para resistir potenciales terremotos, requiere personal calificado y con conocimiento en los principios de la ingeniería sismorresistente. Cada día aumenta el número de construcciones en los ambientes urbanos y lamentablemente, en muchas de las ciudades aún no se cuenta con mecanismos que permitan hacer que esta importante y transcendental tarea se cumpla.

La vulnerabilidad física aumenta en la misma proporción que se da el crecimiento urbano, y si éste es acelerado, entendemos que así mismo la vulnerabilidad física acelera su expansión dentro del sistema, generando escenarios de potenciales pérdidas frente a la ocurrencia de eventos sísmicos. Se considera fundamental, insistir en la importancia del tema, en la necesidad de crear ambientes donde los riesgos sean manejados y donde sea factible pensar que ante los eventos de la naturaleza, las construcciones en las que permanecemos son garantía para proteger nuestra vida y la de las personas que nos acompañan.

Este documento representa un esfuerzo por dar a conocer la necesidad y la importancia de cambiar la actitud y la conciencia frente a un tema que nos atañe a todos. De alguna manera estamos vinculados con los espacios físicos en los que desarrollamos nuestras actividades cotidianas y sabemos que ante los terremotos, la premisa principal es proteger nuestra vida, pero nos asalta la incertidumbre al no conocer si esos espacios físicos cuentan con las condiciones requeridas para resistir de manera adecuada las fuerzas sísmicas y si estamos viviendo o laborando en lugares seguros.

Los eventos sísmicos muestran de manera inequívoca si las técnicas constructivas utilizadas fueron correctas, pero no es necesario esperar que eso suceda para tomar acciones; es fundamental que tanto los profesionales de la construcción, los maestros de obra y la misma población, entiendan la importancia de contar con una vivienda segura, que se comprenda que escenarios de pérdidas y daños como los observados tras el terremoto de Haití, no deben repetirse y que además, ante el conocimiento de la naturaleza sísmica del territorio, es mandatorio trabajar en la reducción de la vulnerabilidad de las edificaciones , así como en asegurar las condiciones para que la población pueda salvaguardar su vida ante los eventos que puedan ocurrir.

¿En qué consiste?

Es un documento que recopila aspectos conceptuales básicos sobre la construcción segura y algunas experiencias que han sido desarrolladas en América Latina y el Caribe. Se trata de una recopilación bibliográfica, por lo que es necesario señalar que la mayoría de los textos aquí contenidos han sido tomados y/o adaptados de distintas fuentes bibliográficas disponibles sobre esta temática. En la parte correspondiente a los recursos de información, al final del documento, se mencionan las fuentes consultadas y se indican las secciones en las cuales se incluye información de cada texto consultado.

¿Cuál es el propósito?

Corresponde a una iniciativa de divulgación y sensibilización, por lo que no se debe considerar como un producto de carácter técnico, ya que su propósito fundamental es el de generar conciencia sobre los aspectos básicos de la construcción segura.

¿A qué público está dirigido?

Esta dirigido a un público de carácter institucional y población en general con conocimientos básicos sobre el tema y con capacidad de diseminar información relacionada con los fundamentos y aspectos esenciales de la construcción segura, tanto a nivel institucional como en el ámbito comunitario.

PARTE 1. ASPECTOS GENERALES

1.1 SOBRE LOS SISMOS

1.1.1 ¿Qué es un sismo o terremoto?

Es una vibración o movimiento ondulatorio del suelo que se presenta por la súbita liberación de energía, que se acumula dentro de la tierra debido a fuertes tensiones o presiones que ocurren en su interior. Los terremotos son fenómenos naturales que se presentan por el movimiento de placas tectónicas o fallas geológicas que existen en la corteza terrestre. También se producen por actividad volcánica.

La Española está posicionada justo en el borde de interacción entre dos placas tectónicas: la de Norteamérica y la del Caribe, específicamente en el borde norte de la placa del Caribe, lo cual provoca que toda la isla, pero especialmente la región septentrional, sea considerada como de alto riesgo sísmico, es decir, una zona donde se pueden presentar terremotos con frecuencia y algunos pueden ser de magnitud importante. Los sismos o terremotos pueden causar grandes desastres, en especial donde no se han tomado medidas preventivas de protección, relacionadas con la sismoresistencia de las edificaciones.

1.1.2 ¿Cómo se mide un sismo?

Existen varias escalas para medir qué tan fuerte es un sismo. Estas escalas se dividen en las que miden la *intensidad* del sismo con base en el daño que produce a las edificaciones y las que miden la *magnitud* del sismo con base en mediciones realizadas por instrumentos conocidos como *sismógrafos*.

1.1.3 ¿Qué es la intensidad de un sismo?

La intensidad es una medida subjetiva de los efectos que el sismo causa en un lugar determinado, la cual se asigna en una escala de I a XII. La escala más utilizada en el ámbito mundial para describirla es la de Mercalli modificada (IMM). Un sismo produce numerosos valores de intensidad, de acuerdo con los efectos que causa en diferentes sitios. Cuando los datos de Intensidad se obtienen para una zona, se puede elaborar un mapa que muestra su distribución. Este tipo de mapas se conoce con el nombre de *mapas de isosistas*.

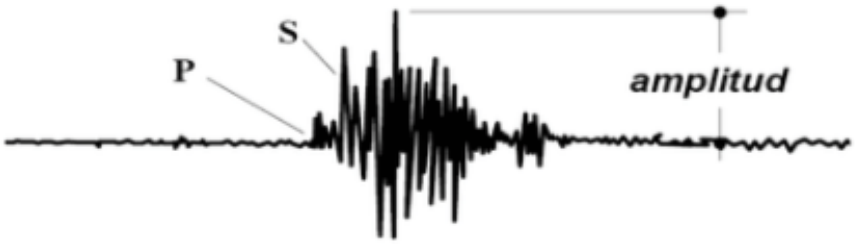
La medida de la intensidad se realiza por medio de observadores que se desplazan a las diferentes zonas afectadas por el sismo y allí asignan un valor para cada sitio, de acuerdo con los daños observados. Por lo tanto, no es una medida única para un sismo, dado que el efecto producido en diferentes lugares por el mismo sismo es distinto y que en la medida en que el lugar se encuentre más alejado de la zona epicentral menores serán los efectos, salvo excepciones, como el terremoto de México en 1985.

1.1.4 ¿Qué es la magnitud de un sismo?

La *magnitud* del sismo es una medida única de la energía liberada por él. Es una medición instrumental y se calcula a partir del sismograma. Fue definida por Charles Francis Richter en 1935 de ahí su nombre de magnitud de Richter.

1.1.5 ¿Qué es el sismógrafo?

El sismógrafo es uno de los instrumentos empleados en sismología es el sismógrafo, el cual es para registrar sismos que ocurren a distancias apreciables, inclusive a miles de kilómetros. Los sismógrafos, en general, se salen de rango de medición cuando el sismo ocurre cerca a su localización. El registro obtenido por este instrumento se denomina sismograma.



Sismograma obtenido por medio de un sismógrafo

Allí puede identificarse la llegada en el tiempo de las ondas sísmicas (ondas P y ondas S). Dado que la velocidad de propagación de las dos ondas es diferente, siendo mayor la de la onda P; utilizando la diferencia en tiempo entre las llegadas de las dos ondas, es posible determinar la distancia a que ocurrió el sismo. Conociendo los sismogramas de varias estaciones es posible localizar el hipocentro del sismo con base en las distancias determinadas y de los tiempos entre llegadas de las ondas.

Hay que evitar confundir la escala de intensidades (medida en una escala de I a XI y que presenta varios valores para un mismo sismo) con la escala de magnitudes (medida instrumentalmente y que presenta un valor único para cada sismo, entre 1 y 10 hasta el momento).

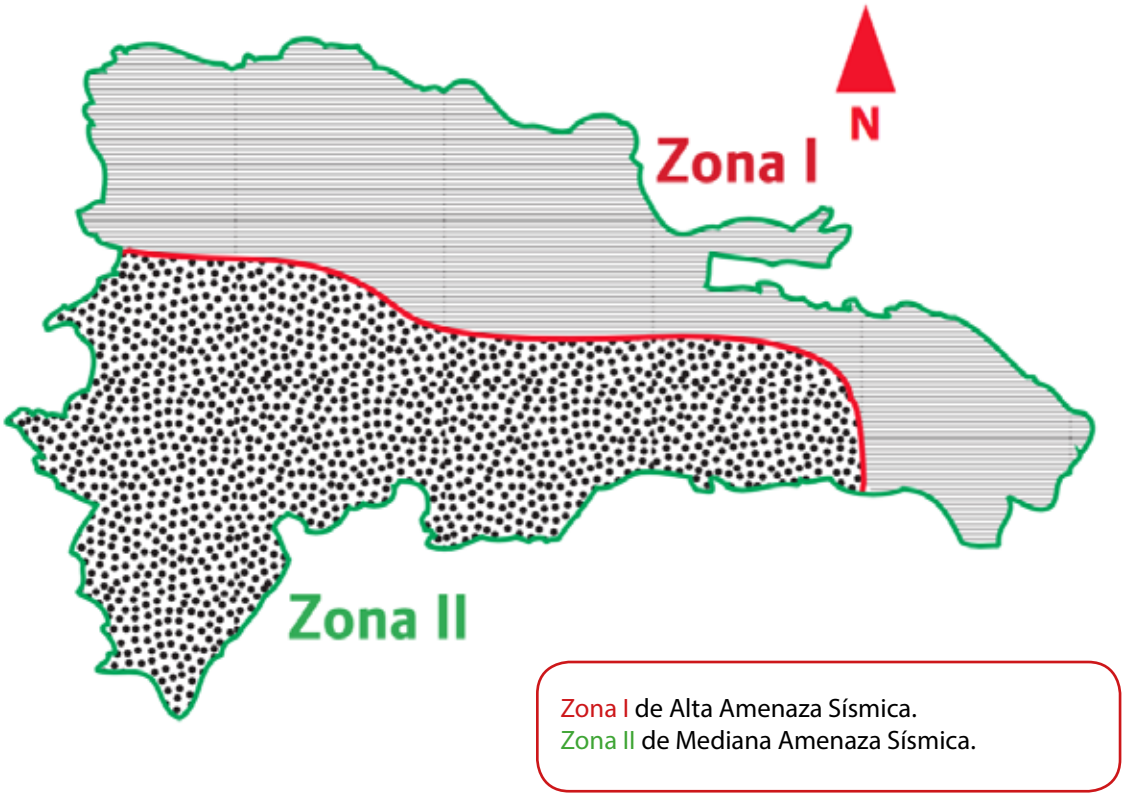
1.2 SOBRE EL RIESGO SÍSMICO

1.2.1 ¿Qué es la amenaza sísmica?

Cuando existe la probabilidad de que se presenten sismos de cierta severidad en un lugar y en un tiempo determinado, se dice que existe amenaza sísmica. El peligro o amenaza sísmica varía de un lugar a otro. Hay zonas de mayor amenaza sísmica, es decir, zonas o lugares donde se espera que se presenten sismos con mayor frecuencia y con mayor magnitud.

La amenaza sísmica se mide de diferentes formas que van desde una simple evaluación que indique que la zona es activa sísmicamente hasta la forma como se presenta en las normas de diseño sismorresistente en las cuales se define a través de la aceleración máxima que puede tener el terreno durante la ocurrencia de un sismo en un período de retorno prefijado.

Zonificación Sísmica de la República Dominicana[1]



1 Tomado de Módulo Educativo en Construcción para Albañiles y Maestros de Obra. Plan, OXFAM, Hábitat para la Humanidad.

1.2.2 ¿Qué sismos han afectado a la República Dominicana?

La historia geológica de La Española señala un pasado con actividad sísmica importante debido a la presencia de 2 sistemas de fallas principales: Septentrional y Enriquillo, que atraviesan la isla con una dirección predominante este – oeste, y las cuales han sido responsables de generar sismos incluso superiores a 8 grados de magnitud.

FECHA	AFECTACIÓN	INTENSIDAD ESTIMADA - Escala modificada de Mercalli
Diciembre 2 de 1562	Villas de Santiago y La Vega	X (Diez)
Septiembre 8 de 1615	Ciudad de Santo Domingo	IX (Nueve)
Mayo 9 de 1673	Ciudad de Santo Domingo	X (Diez)
1691	Villa Azua y Ciudad de Santo Domingo	IX (Nueve)
Octubre 18 de 1751	Villa Azua	X (Diez)
Noviembre 21 de 1761	Ciudades de Azua, Neiba, San Juan de la Maguana	IX (Nueve)
Mayo 7 de 1842	Villas de Cabo Haitiano, Santiago de los Caballeros	X (Diez)
Diciembre 29 de 1897	Altamira, Navarrete, Santiago de los Caballeros y Puerto Plata	IX (Nueve)
Agosto 4 de 1946	Provincia de Nagua, Matancitas	Magnitud Richter: 8,1
Enero 8 de 1962	San José de Ocoa, Azua, Baní, San Cristóbal, Santo Domingo	VIII (Ocho)
Junio 24 de 1984	Provincia de Monte Plata, Comunidad Bayaguana	Magnitud Richter: 4,8

Tomado del Plan Nacional de Contingencia por Terremotos. Centro de Operaciones de Emergencia.

1.2.3 ¿Por qué se dañan las construcciones?

Existen varias causas por las que las construcciones pueden sufrir daños o deterioros que afectan su estética, su funcionalidad, o lo más grave, su seguridad estructural, lo cual puede poner en riesgo la vida de las personas.

Entre los fenómenos naturales que pueden afectar a una construcción se pueden considerar los geológicos (sismos, deslizamientos de tierra y hundimientos) y los hidrometeorológicos (huracanes, lluvias torrenciales, desbordamiento de ríos e inundaciones).

Cuando los fenómenos producen fuerzas que alcanzan la resistencia de los materiales (concreto, acero, mampostería, madera) es cuando se dañan los elementos estructurales. También se puede sufrir daño si hay errores constructivos o de diseño o si la calidad de los materiales no es la adecuada. El mismo problema se tiene si la cimentación no fue adecuadamente diseñada para las características del terreno de apoyo ni para soportar las fuerzas que le transmite la estructura.

El movimiento que generan los terremotos consiste en una vibración en la superficie de la tierra cuya dirección contiene las tres componentes espaciales: dos horizontales y una vertical. Ese movimiento vibratorio, produce unas fuerzas de inercia que sacuden los edificios horizontal y verticalmente, generando además, fuerzas de rotación que complican todavía más el comportamiento y la estabilidad de la estructura.

En general, las fuerzas verticales del movimiento se tienen en cuenta parcialmente en el diseño sismorresistente de la estructura, pues se supone que por la propia carga gravitatoria del edificio han sido incluidas en el cálculo estructural. No obstante, para algunas construcciones, dadas sus características especiales, si es necesario considerarlas y la experiencia ha demostrado que algunos edificios han sufrido daños estructurales muy graves debido a que no se previó la componente vertical del movimiento sísmico.

Realmente, las componentes horizontales de la acción sísmica (en cierto modo similares a las del viento) son mucho más importantes que la vertical, ya sea la estructura de mampostería, ladrillo, hormigón o acero. Aunque en algunos terremotos de gran magnitud se han llegado a registrar aceleraciones horizontales próximas a la de la gravedad, movimientos mas pequeños pueden producir daños muy graves en los elementos verticales de los edificios (pilares, columnas, muros) que son los que más influyen en su estabilidad, por lo que un fallo en ellos pueden hacer colapsar el edificio. Por tanto, uno de los conceptos desarrollados, requiere que la seguridad sismorresistente sea superior en los nudos que en sus elementos -vigas o columnas- y que la de estos últimos sea superior a la de las vigas.

Las fuerzas que provocan rotación también juegan un papel decisivo en el comportamiento dinámico del edificio ante un movimiento sísmico, en particular cuando se trata de una construcción de planta compleja y de forma poco regular. Estas fuerzas se producen por la colocación inadecuada de los elementos estructurales que van a tomar las fuerzas sísmicas, los cuales, deben tener en cuenta las posiciones relativas que entre sí guardan el centro de gravedad y el centro de rigidez (rotación).

Aunque es conveniente que una estructura sufra deformaciones plásticas durante eventos sísmicos severos, estas deben controlarse para evitar el colapso o cualquier efecto que ponga en peligro la vida.

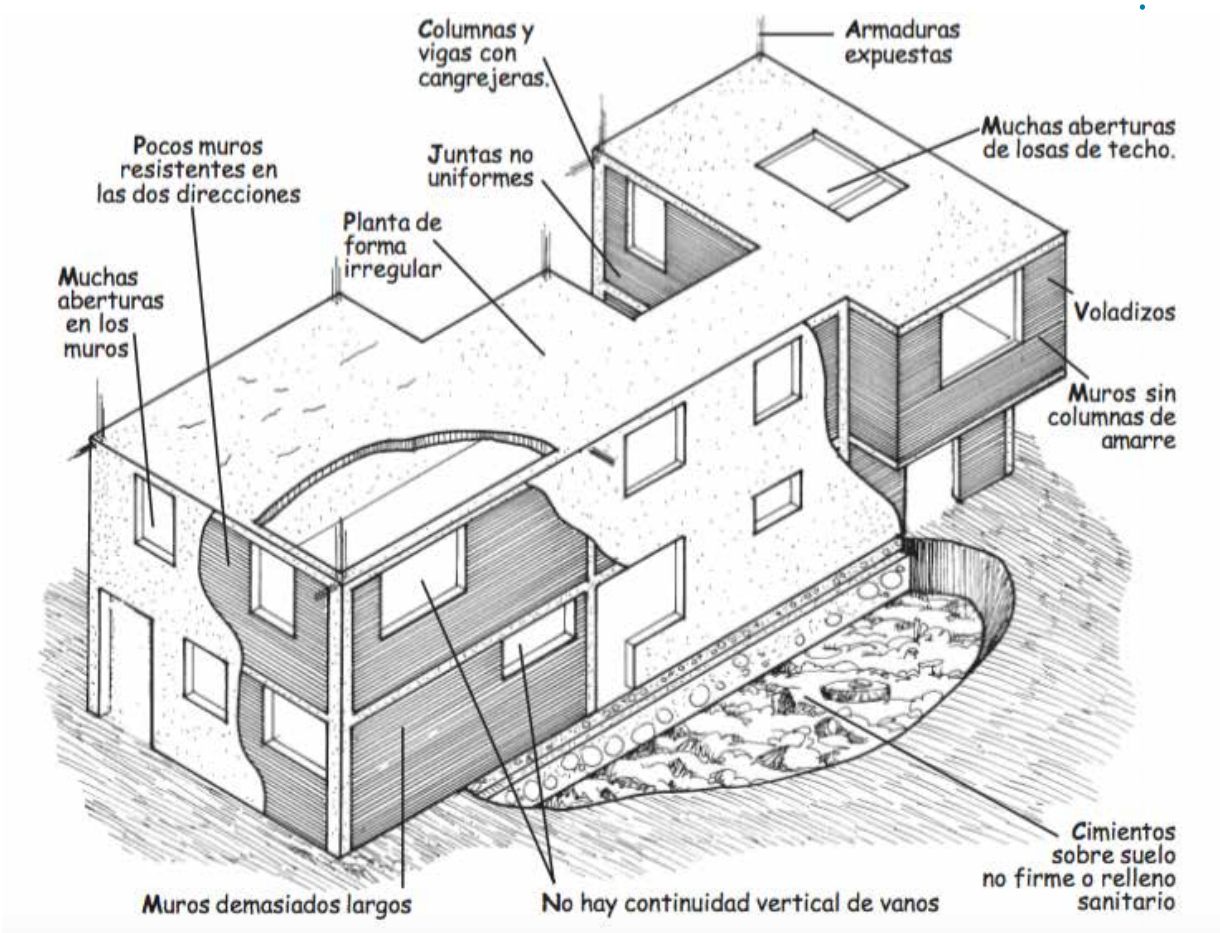
1.2.4 ¿Qué es la vulnerabilidad sísmica?

La vulnerabilidad sísmica es una propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su propio comportamiento ante la acción de un sismo descrito a través de una ley causa-efecto, donde la causa es el sismo y el efecto es el daño (Sandi,1986).

La vulnerabilidad sísmica es la susceptibilidad de la edificación a sufrir daños estructurales en caso de un evento sísmico determinado. Depende de aspectos tales como la geometría de la estructura, su calidad constructiva, configuración estructural y otros que se relacionan en el siguiente cuadro:

Aspectos Geométricos	◗ Irregularidad en planta de la edificación. ◗ Cantidad de muros en las dos direcciones. ◗ Irregularidad en elevación.
Aspectos Constructivos	◗ Calidad de las juntas de pega en mortero. ◗ Tipo y disposición. ◗ Calidad de los materiales.
Aspectos Estructurales	◗ Muros confinados y reforzados. ◗ Detalles de columnas y vigas de confinamiento . ◗ Vigas de amarre. ◗ Características de las aberturas. ◗ Tipo y disposición del entrepiso. ◗ Amarre de cubiertas.
Cimentación	◗ Vigas de amarre en concreto reforzado.
Entorno	◗ Topografía. ◗ Otros efectos.
Suelos	◗ Blandos. ◗ Intermedios. ◗ Duros.

1.2.5 ¿Cuáles son las características de las viviendas inseguras?



Fuente: Marcial Blondet

1.2.6 ¿Cuáles son las viviendas más vulnerables a la acción sísmica?

Un diseño estructural deficiente, hecho sin tomar en cuenta las fuerzas sísmicas y los efectos de sitio, puede ser la causa de una alta vulnerabilidad. Las viviendas que sufren mayor daño ante la acción de un sismo son las que no cuentan con elementos estructurales suficientes y adecuados para resistir las fuerzas laterales, como las que produce un sismo. Dos ejemplos de este tipo de construcciones son las viviendas de adobe y las de mampostería simple, las cuales se suelen construir sin elementos que confinen a los muros.

Sin embargo, construcciones con mampostería confinada o reforzada también pueden ser vulnerables si no se cuenta con la cantidad necesaria de muros distribuidos uniformemente en dos direcciones perpendiculares (es decir, a lo largo y ancho de la edificación).

1.3 SOBRE LAS CONSTRUCCIONES

1.3.1 **¿Qué son los elementos estructurales?**

Los elementos estructurales son las partes de una construcción que sirven para darle resistencia y rigidez. Su función principal es soportar el peso de la construcción y otras fuerzas como sismos, vientos, etc.

Los principales tipos de elementos estructurales son:

- **Losa:** Su función es transmitir las cargas que soporta, es decir, pesos de muebles, personas y su propio peso. Asimismo mantiene unidas a las vigas, columnas y muros.
- **Viga:** Es un elemento horizontal que transmite las cargas de las losas a los muros y a las columnas.
- **Columna:** Su función es transmitir las cargas de las losas y vigas a los pisos inferiores y a la cimentación.
- **Muros:** Transmiten las cargas de la losa y de las vigas a pisos inferiores y a la cimentación.
- **Cimentación:** Transmite las cargas al terreno.

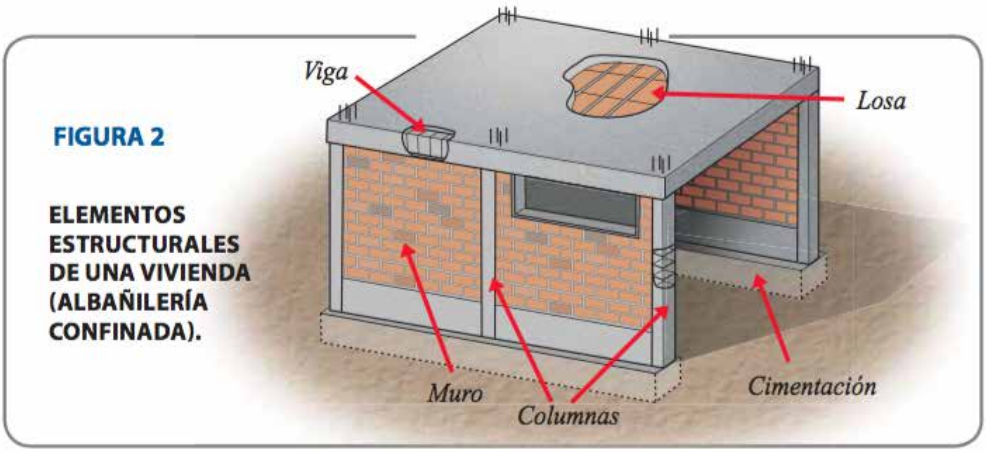


FIGURA 2

ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE UNA VIVIENDA (ALBAÑILERÍA CONFINADA).

Fuente: Manual del Maestro Constructor – Cementos Arequipa/ Perú.

1.3.2 ¿Qué son los elementos NO estructurales?

Son la parte de una construcción que no está destinada a resistir cargas como las del peso de la construcción, fuerzas sísmicas, viento, etc. Los elementos no estructurales cumplen funciones arquitectónicas, estáticas y sirven para subdividir espacios.

Los más comunes son:

- Muros divisorios de mampostería que no están ligados a columnas, vigas o losa superior.
- Muros de materiales ligeros como bloques de arcilla o paneles ligeros.
- Muros de piezas de barro cocido o concreto con perforaciones para permitir paso de aire y luz.
- Marcos metálicos de ventanas y puertas.
- Vidrios de ventanales, así como puertas y ventanas de diversos materiales
- Materiales de recubrimiento de pisos y muros como yeso, azulejos, mosaicos o recubrimientos de piedra para muros.
- Plafones en el techo.
- Elementos prefabricados de fachadas, cornisas o elementos decorativos
- Pretiles o parapetos (en balcones y azoteas) así como barandillas.
- Tanques de agua o gas en azoteas incluyendo la base de apoyo para éstos.
- Cualquier otro elemento permanente en la construcción y que no sea elemento estructural.

1.3.3 ¿Cómo afecta el tipo de suelo el comportamiento sísmico de las construcciones?

En un mismo evento sísmico, los movimientos de las estructuras son muy diferentes dependiendo del tipo de estructura y del tipo de terreno sobre el cual se encuentren.

En terrenos con suelos blandos, es común que las personas sientan un mayor movimiento y que los edificios se balanceen fuertemente, debido a la amplificación de las ondas sísmicas al pasar por estos suelos.

En estos suelos es común observar ondas superficiales que semejan olas y que se propagan por las calles; tales ondulaciones suelen deformar permanentemente el pavimento después de un sismo, los edificios pueden sufrir grandes desplazamientos y en ocasiones se producen fallas en la cimentación que provocan el volcamiento de las estructuras.

Cuando el movimiento de los edificios coincide con la forma de oscilación del suelo, durante el movimiento sísmico, se dice que entran en resonancia y, por lo tanto, los movimientos de los edificios se amplían aún más como consecuencia del aumento de las fuerzas sísmicas sobre ellos.

1.3.4 ¿Cuál es el efecto de los sismos en una construcción?

La magnitud del daño que puede ocasionar un sismo sobre una edificación depende de las características del movimiento del mismo, de las características de la construcción (rigidez, configuración estructural, configuración en planta y elevación de la estructura, etc.) y de la respuesta del terreno. La combinación de estos tres elementos determina el peligro que tienen las estructuras ante este tipo de eventos.

Un sismo o temblor es un fenómeno en que el terreno se mueve repetidamente en todas direcciones. Cerca del punto donde se originó el sismo (epicentro) se perciben movimientos intensos tanto verticales como horizontales; mientras que en lugares alejados cientos de kilómetros, el movimiento predominante es el horizontal.

Cuando se somete una construcción a movimiento horizontal del terreno, se generan fuerzas laterales (fuerzas de inercia o fuerzas sísmicas). Las fuerzas a las que se somete la estructura dependen de su masa y de su altura; mientras más peso en la parte superior, mayor es la fuerza lateral que se generará en la construcción. El efecto es semejante a cuando estamos en un vehículo inmóvil y este arranca, o estamos en ese vehículo en movimiento y de repente frena; en ambos casos sentimos la fuerza de inercia. En forma similar, un edificio se ve sometido a fuerzas sísmicas en su estructura cuando el terreno se mueve en una y otra dirección.

Estas fuerzas sísmicas llegan a los edificios a través del suelo y se transmiten del techo (o la losa del piso superior) hacia los elementos resistentes (muros, columnas) que a su vez las transmiten a los pisos inferiores y finalmente a la cimentación, que a su vez, reproduce o replica dichas fuerzas al terreno de apoyo.

Para resistir estas fuerzas la estructura debe tener una cantidad y distribución adecuada de elementos resistentes como columnas o muros de carga, así como elementos horizontales (vigas y losas) que distribuyan las fuerzas sísmicas entre dichos elementos. Cuando se excede la resistencia de los elementos estructurales la edificación sufre daños como agrietamientos, aplastamientos o grandes deformaciones que pueden llegar a causar, incluso, el colapso (el derrumbe total del edificio).

Los daños en una estructura, a causa de un sismo son variables y dependen del tipo de material y de estructura, sin embargo, los efectos que más preocupan a los especialistas son los conocidos como cortantes, que se caracterizan por grietas inclinadas en los muros o en las columnas y que pueden conducir al colapso de las estructuras, por ello en las normas de construcción se busca que fallas de esta naturaleza no ocurran.

Efectos de los sismos en las edificaciones	
Caso 1. **Daños en elementos no estructurales** Foto: Leonardo Reyes Madera Terremoto de Puerto Plata. 22 de septiembre de 2003	
Caso 2. **Daño en elementos estructurales** Foto: Leonardo Reyes Madera Terremoto de Puerto Plata. 22 de septiembre de 2003	
Caso 3. **Colapso total de la estructura** Foto: Leonardo Reyes Madera Terremoto de Puerto Plata. 22 de septiembre de 2003	

Fuente: Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología – Caso de los daños provocados por el terremoto de Chile, 2010.

1.4 SOBRE LA SISMORRESISTENCIA

1.4.1 ¿Qué es la sismorresistencia?

Se dice que una edificación es sismorresistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes. Aun cuando se diseñe y construya una edificación cumpliendo con todos los requisitos que indican las normas de diseño y construcción sismorresistente, siempre existe la posibilidad de que se presente un terremoto aun más fuerte que los que han sido previstos y que deben ser resistidos por la edificación sin que ocurran colapsos totales o parciales en la edificación.

Por esta razón, no existen edificios totalmente sismorresistentes. Sin embargo, la sismorrecistencia es una propiedad o capacidad que se le provee a la edificación con el fin de proteger la vida y los bienes de las personas que la ocupan. Aunque se presenten daños, en el caso de un sismo muy fuerte, una edificación sismorresistente no colapsará y contribuirá a que no haya pérdida de vidas ni pérdida total de la propiedad.

Una edificación no sismorresistente es vulnerable, es decir susceptible o predispuesta a dañarse en forma grave o a colapsar fácilmente en caso de terremoto. El sobre costo que significa la sismorrecistencia es mínimo si la construcción se realiza correctamente y es totalmente justificado, dado que significa la seguridad de las personas en caso de terremoto y la protección de su patrimonio, que en la mayoría de los casos es la misma edificación.

"Lo que buscamos es favorecer un comportamiento por flexión que permita el desplazamiento de la estructura sin que colapse, este es el caso de las grietas localizadas en la base de las columnas, los extremos de las vigas o en la base de los muros, lo anterior permite que la estructura se deforme y se adapte a los desplazamientos que requiere el temblor, sin que se produzca un colapso o daños graves", (Dr. Sergio Alcocer, Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México – UNAM).

Los Principios de la Sismorresistencia[2]

FORMA REGULAR	La geometría de la edificación debe ser sencilla en planta y en elevación. Las formas complejas, irregulares o asimétricas causan un mal comportamiento cuando la edificación es sacudida por un sismo. Una geometría irregular favorece que la estructura sufra torsión o que intente girar en forma desordenada. La falta de uniformidad facilita que en algunas esquinas se presenten intensas concentraciones de fuerza, que son en general difíciles de resistir.
BAJO PESO	Entre más liviana sea la edificación menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurre un terremoto. Grandes masas o pesos se mueven con mayor severidad al ser sacudidas por un sismo y, por lo tanto, la exigencia de la fuerza actuante será mayor sobre los componentes de la edificación. Cuando la cubierta de una edificación es muy pesada, por ejemplo, ésta se moverá como un péndulo invertido causando esfuerzos y tensiones muy severas en los elementos sobre los cuales está soportada.
MAYOR RIGIDEZ	Es deseable que la estructura se deforme poco cuando se mueve ante la acción de un sismo. Una estructura flexible o poco sólida, al deformarse exageradamente favorece que se presenten daños en paredes o divisiones no estructurales, acabados arquitectónicos e instalaciones que usualmente son elementos frágiles que no soportan mayores distorsiones.
BUENA ESTABILIDAD	Las edificaciones deben ser firmes y conservar el equilibrio cuando son sometidas a las vibraciones de un terremoto. Estructuras poco sólidas e inestables se pueden volcar o deslizar en caso de una cimentación deficiente. La falta de estabilidad y rigidez favorece que edificaciones vecinas se golpeen en forma perjudicial si no existe una suficiente separación entre ellas.
SUELO FIRME Y BUENA CIMENTACIÓN	La cimentación debe ser competente para trasmitir con seguridad el peso de la edificación al suelo. También, es deseable que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamientos nocivos en la cimentación, que pueden afectar la estructura y facilitar el daño en caso de sismo.

2 **Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas de Mampostería.**

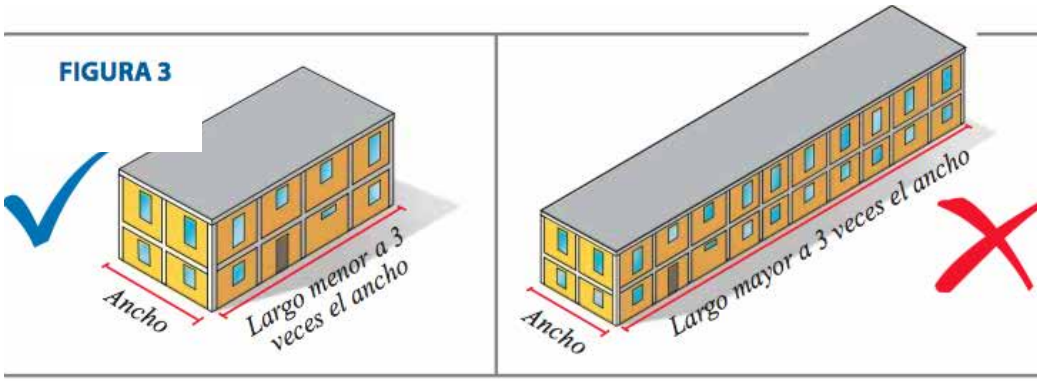
ESTRUCTURA APROPIADA	Para que una edificación soporte un terremoto, su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación.
MATERIALES COMPETENTES	Los materiales deben ser de buena calidad para garantizar una adecuada resistencia y capacidad de la estructura para absorber y disipar la energía que el sismo le otorga a la edificación cuando se sacude. Materiales frágiles, poco resistentes, con discontinuidades se rompen fácilmente ante la acción de un terremoto. Muros o paredes de tapia de tierra o adobe, de ladrillo o bloque sin refuerzo, sin vigas y columnas, son muy peligrosos.
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN	Se deben cumplir los requisitos de calidad y resistencia de los materiales y acatar las especificaciones de diseño y construcción. La falta de control de calidad en la construcción y la ausencia de supervisión técnica ha sido la causa de daños y colapsos de edificaciones que aparentemente cumplen con otras características o principios de la sismorrecistencia. Los sismos descubren los descuidos y errores que se hayan cometido al construir.
CAPACIDAD DE DISIPAR ENERGÍA	Una estructura debe ser capaz de soportar deformaciones en sus elementos sin que se dañen gravemente o se degrade su resistencia. Cuando una estructura no es dúctil y tenaz se rompe fácilmente al iniciarse su deformación por la acción sísmica. Al degradarse su rigidez y resistencia pierde su estabilidad y puede colapsar súbitamente. Los estribos en las vigas y columnas de concreto deben colocarse muy juntos para darle confinamiento y mayor resistencia al concreto y la armadura longitudinal.
FIJACIÓN DE ACABADOS E INSTALACIONES	Los componentes no estructurales como muros divisorios, acabados arquitectónicos, fachadas, ventanas, e instalaciones deben estar bien adheridos o conectados y no deben interactuar con la estructura. Si no están bien conectados se desprenderán fácilmente en caso de un sismo. También pueden sufrir daños si no están suficientemente separados, es decir si interactúan con la estructura que se deforma lateralmente ante la acción del sismo.

1.4.2 ¿Cuál es la forma adecuada de construir una vivienda?

Para que la vivienda soporte adecuadamente los sismos, debe cumplir con las siguientes características:

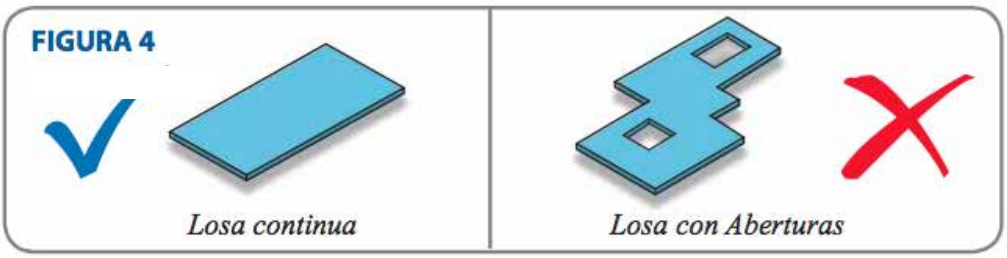
Simetría

La vivienda debe ser lo más idéntica posible, tanto en planta como en elevación, es decir, si se divide en cuatro partes, estas deben ser más o menos parecidas. Asimismo, se debe evitar construir viviendas cuyo largo sea mayor a tres veces el ancho.



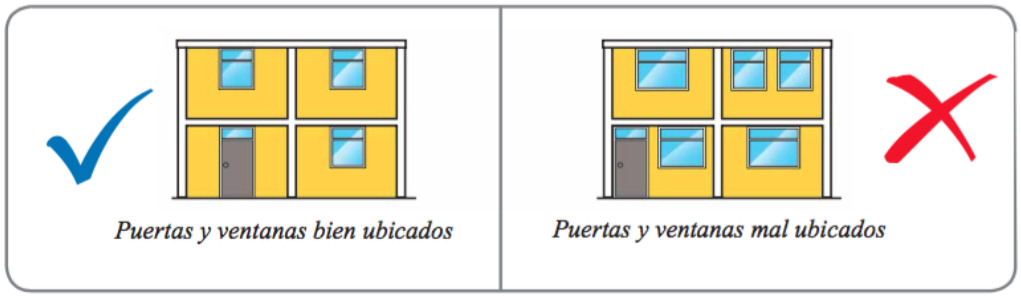
Continuidad de las losas

Se debe evitar tener en los techos grandes aberturas o muchas aberturas pequeñas.



Ubicación de puertas y ventanas

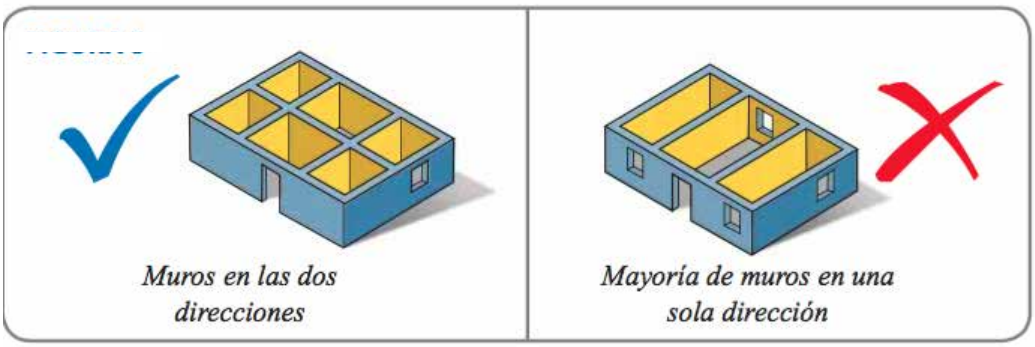
Las puertas y ventanas deben ser ubicadas en el mismo sitio en todos los pisos. Además, se debe construir sin dinteles, es decir, hasta las vigas.



Fuente: Marcial Blondet (2005)

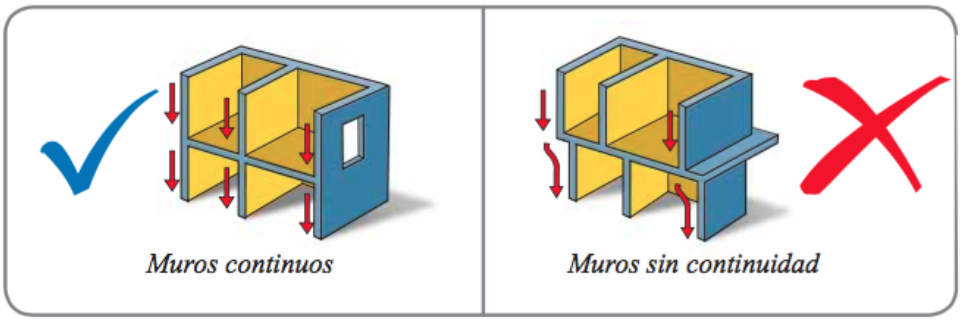
Cantidad de muros

Se debe construir los muros en las dos direcciones de la casa, tratando que la cantidad de dichos muros sea la misma. Esto es importante, ya que los muros tienen la función de resistir los sismos que pueden venir en cualquier dirección.



Continuidad de muros

Los muros de pisos superiores deben estar ubicados sobre los muros de pisos inferiores.

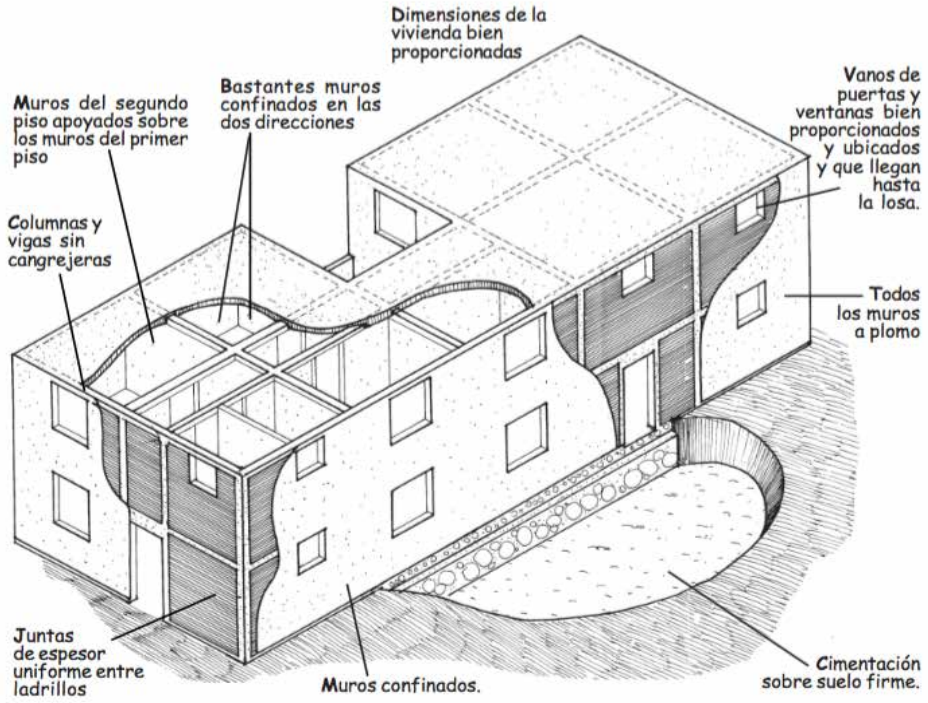


Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Antisísmica (2001)

Los terremotos causan la vibración del suelo, la cual, al transmitirse a los edificios y otras estructuras, ocasiona fuerzas horizontales, verticales y torsionales, por lo tanto se deben tener en consideración los siguientes aspectos:

- Una construcción es sismorresistente, cuando en su diseño además de considerar las cargas verticales, se han considerado las fuerzas horizontales y los efectos torsionales.
- Para evitar el efecto torsional de las fuerzas sísmicas se recomienda que se diseñen los edificios con plantas sencillas y simétricas.
- Como las fuerzas del terremoto que actúan sobre las estructuras son proporcionales a la masa de la estructura, se recomienda que la estructura sea tan ligera como resulte posible.

1.4.3 ¿Cuáles son las características de la vivienda segura?



Fuente: Marcial Blondet

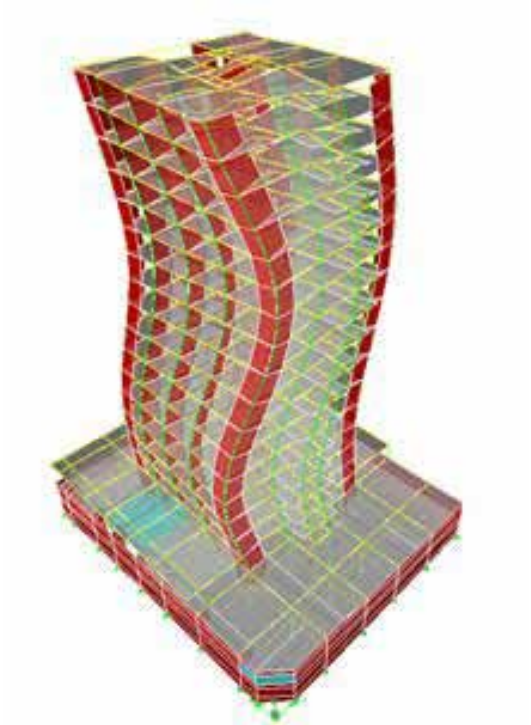
1.4.4 ¿Qué es una normativa sismorresistente?

Las normas sismorresistentes presentan requisitos mínimos que, en alguna medida, garantizan que se cumpla el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo fuerte. No obstante, la defensa de la propiedad es un resultado indirecto de la aplicación de los normas, pues al defender las vidas humanas, se obtiene una protección de la propiedad como un subproducto de la defensa de la vida.

En la República Dominicana, el Decreto 201-11 establece los requerimientos mínimos que se deberán cumplir en el análisis y diseño sísmico de todas las estructuras que se erijan en el territorio nacional, para resistir los efectos de movimientos sísmicos, de tal forma que su estructura se mantenga estable, garantizando principalmente la seguridad humana.

El Reglamento Sísmico está compuesto por los siguientes títulos:

TÍTULO I	Consideraciones Generales
TÍTULO II	Zonificación Sísmica
TÍTULO III	Clasificación de las Edificaciones
TÍTULO IV	Análisis Sísmico de Estructuras
TÍTULO V	Estructuración
TÍTULO VI	Fundaciones
TÍTULO VII	Criterios Generales para el Diseño Sísmico por Desempeño
TÍTULO VIII	Sanciones



1.4.5 ¿Qué se espera de una edificación que cumpla los requisitos de sismorresistencia ante la ocurrencia de un sismo?

Una edificación diseñada siguiendo los requisitos consagrados en las normas que regulen las construcciones Sismorresistentes, debe ser capaz de resistir, además de las fuerzas que le impone su uso, temblores de poca intensidad sin daño, temblores moderados sin daño estructural, pero posiblemente con algún daño en elementos no estructurales y un temblor fuerte con daños a elementos estructurales y no estructurales pero sin colapso

Las edificaciones deben de seguir un patrón estandarizad, en forma, para las protecciones eventuales de los sismos. Es muy recomendable que los diseños de una vivienda o de un edificio sean realizado por un profesional del área de la construcción que tenga nociones de la sismorresistencia ya que estos fenómenos en muchos casos ponen en riesgo la vida humana y la vivienda. La sismorresistencia es un atributo que es destinado a una edificación de acuerdo a su configuración geométrica y a las técnicas de diseño que tiene empleadas para resistir las fuerzas de un movimiento sísmico.

Para lograr que un sismo le cause el mínimo daño a una edificación es necesario que la simetría en los volúmenes sea una de las características principales de la estructura. La simplicidad se logra proyectando diseños sencillos que faciliten la distribución de los muros y la simetría, lo que proporciona que las partes que conforman los volúmenes estén ubicadas en los ejes de una manera equilibrada.

La forma regular es la más recomendable para un proyecto, mientras que las formas irregulares no son aconsejables ya que la edificación al estar compuesta por volúmenes diferentes, al momento de un sismo, estos se comportan de distinta manera en razón a su geometría y pueden provocar fuerzas que causen daño a la edificación.

En cuanto a la disposición de los muros, no es recomendable colocar los muros en una misma dirección, ya que si las fuerzas sísmicas vienen perpendiculares a la dirección de los muros, la estructura se comportaría de una manera sumamente débil y no habría capacidad para enfrentar las ondas sísmicas[3].

1.5 SOBRE LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

1.5.1 ¿Qué es un estudio de microzonificación sísmica?

Es la división de una región o de un área urbana, en zonas más pequeñas que presentan un cierto grado de similitud en la forma como se ven afectadas por los movimientos sísmicos, dadas las características de los estratos de suelo subyacente.

La microzonificación sísmica consiste en establecer zonas de suelos con comportamiento similar durante un sismo, de manera que puedan definirse recomendaciones precisas para el diseño y construcción de edificaciones sismorresistentes de acuerdo a las carácteristicas de cada una de estas áreas, además de especificarse la fuerza sísmica posible, deben identificarse los tipos de fenómenos asociados que pueden desencadenarse a raíz del sismo, como son los deslizamientos, la amplificación exagerada del movimiento o la posibilidad de la licuefacción del suelo. La definición de estas zonas se hace con base en criterios topográficos, estratigráficos, espesores y rigidez relativa de los materiales, entre otras características de los suelos.

Por ejemplo, en las zonas montañosas, las consecuencias más importantes son los deslizamientos y avalanchas, además de la amplificación de las ondas por efectos topográficos. En los sitios donde la topografía es plana y con suelos relativamente blandos, existe la posibilidad de grandes amplificaciones del movimiento sísmico dependiendo de las características del sismo. En los depósitos conformados principalmente por materiales arenosos, especialmente cuando se trata de arenas limpias y sueltas, ubicadas a menos de 15 metros de profundidad y con niveles freáticos altos, existe la posibilidad de que se presente el fenómeno llamado licuefacción, en el cual se pierde toda la capacidad de soporte del suelo, presentándose grandes asentamientos del terreno y generando el hundimiento de las edificaciones que estén localizadas sobre estos[4].

---

3 Fuente: Sismorresistencia. Revista ARQHYS.com. Obtenido 09, 2016, de http://www.arqhys.com/construccion/sismo-resistencia.html.

4 http://www.col.ops-oms.org/desastres/docs/pereira/05estudio.htm

1.5.2 ¿**Por qué es importante la microzonificación sísmica?**

El objetivo de un proyecto de microzonificación sísmica consiste en evaluar los niveles de amenaza sísmica y los efectos de sitio probables, lo que permite la implementación de estrategias que tomen en cuenta estas condiciones del suelo para la modificación de la respuesta sísmica en una ciudad. Para ello se analizan con un enfoque multidisciplinario tanto los datos disponibles del subsuelo, así como los resultados de los estudios realizados en torno a la amenaza sísmica para la zona.

La microzonificación sísmica forma parte del componente de conocimiento del riesgo, encargándose específicamente, de la identificación de la amenaza sísmica. Existen otros estudios asociados a la microzonificación sísmica que en vez de identificar la amenaza identifican la vulnerabilidad, como los estudios de vulnerabilidad física y de vulnerabilidad social, o identifican medidas para la reducción del riesgo como las tipologías de edificaciones recomendadas por cada zona urbana de acuerdo al comportamiento sísmico esperado[5].

Para una eficaz gestión del riesgo resulta necesario contar, entre otras cosas, con los estudios y herramientas relacionadas con la microzonificación sísmica y es necesario que dichos insumos estén presentes en el proceso de planificación y gestión urbana, a través de los cual se convertirán en acciones. Con base en el mapa de microzonificación sísmica, una ciudad puede adelantar la planificación de su desarrollo, teniendo en cuenta las restricciones a los tipos de construcción y los parámetros de diseño definidos para las diferentes zonas del escenario urbano.

1.5.3 ¿Qué es el efecto de sitio?

Se conoce como efecto de sitio a la respuesta sísmica del terreno con características significativamente distintas en amplitud, duración o contenido de frecuencias de un área relativamente reducida, con respecto al entorno regional. En otras palabras, podría decirse que el efecto de sitio es aquella condición bajo la cual se llegan a observar intensidades sísmicas notablemente distintas y bien localizadas sin que haya una correlación con la atenuación normal de la energía sísmica con la distancia.

---

5 La microzonificación sísmica en el proceso de planificación urbana. Caso de estudio: Municipio Chacao, Venezuela. Rev. Fac. Ing. UCV v.26 n.2 Caracas jun. 2011

El efecto de sitio se da fundamentalmente en función de las características geométricas de los cuerpos geológicos (topografía del basamento, espesor y distribución de los estratos, etc.) y de los parámetros mecánicos de los materiales (velocidades de ondas P y S, densidad, amortiguamientos, etc.)

PARTE 2. EXPERIENCIAS EN LA REGIÓN

La divulgación de los principios relacionados con la construcción segura, es un aspecto esencial de la gestión del riesgo de desastres. Distintos países de la región han desarrollado materiales de divulgación, con el propósito de transferir los conocimientos y motivar a los distintos actores institucionales y sociales, a adoptar medidas para garantizar la seguridad de las edificaciones frente a potenciales sismos.

En la República Dominicana, aún no se cuenta con materiales de difusión que estén debidamente refrendados por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) como institución rectora a nivel nacional, encargada de regular los temas en materia de construcción y en lo que respecta a la aplicación del Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras (Decreto 201-11). No obstante lo anterior, se han desarrollado materiales de capacitación e implementado distintas experiencias de formación a través de diplomados a ingenieros y arquitectos, así como cursos de formación a maestros constructores, que han permitido promover la temática y empezar a poner de relieve la importancia de la construcción segura como un medio alcanzable para reducir el riesgo frente a potenciales desastres generados por eventos sísmicos.

Las herramientas que se han desarrollado en la región, tienen un componente esencial de divulgación y sensibilización, y pueden servir de base para plantear procesos similares en la República Dominicana, siempre haciendo énfasis en la necesidad de optar por la construcción bajo los parámetros que establece la ley, asegurando el concurso institucional y evitando el desarrollo de procesos de informalidad que conlleven al incremento de las vulnerabilidades.

Es importante mencionar que los materiales que se presentan a continuación, han sido desarrollados por personal experto en la materia y bajo el auspicio de organizaciones de reconocida competencia y renombre en el campo de la construcción.

2.1 HERRAMIENTA 1.

PAÍS: COLOMBIA

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN, EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN SISMORRESISTENTE DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA

Organizaciones responsables de su elaboración:

El manual ha sido elaborado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) con el apoyo financiero del Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo Social del Eje Cafetero (FOREC) y de la Dirección para la Prevención y Atención de Emergencias (DPAE) de la Ciudad de Bogotá, Colombia.

Contenido del Manual

- El primer capítulo ilustra y comenta las disposiciones del Título E de las Normas NSR-98 (Colombia), para facilitar a los profesionales de la construcción y a otras personas no expertas en el tema, la aplicación de especificaciones mínimas en casos de vivienda individual o proyectos que no superen las 15 viviendas o los 3.000 metros cuadrados de área de construcción del conjunto.

- El segundo capítulo permite evaluar la vulnerabilidad sísmica de viviendas de uno y dos pisos ya constituidas, con el fin de identificar las deficiencias que deben ser intervenidas si se desea mejorar su seguridad y su comportamiento sísmico en caso de terremoto.

- El tercer capítulo presenta un método para evaluar el daño en viviendas afectadas por sismo, con el fin de estimar de qué manera se pueden rehabilitar y mejorar su comportamiento sismorresistente.

- El cuarto capítulo presenta la manera como se pueden reforzar, reparar o reconstruir viviendas vulnerables o que han sido afectadas por terremotos. De esta manera, este manual se orienta a profesionales y a personal no experto en la labor de rehabilitar, en forma sismorresistente viviendas de uno y dos pisos de acuerdo con las disposiciones de las Normas NSR-98.

Temas desarrollados.

Capítulo 1. Construcción Sismorresistente de Viviendas	◗ Terremotos y Sismorrecistencia. ◗ Los principios de la sismorrecistencia. ◗ Localización de la vivienda. ◗ Configuración estructural. ◗ Materiales. ◗ Cimentación. ◗ Muros. ◗ Aberturas en los muros. ◗ Columnas y vigas de confinamiento. ◗ Losas de entrepiso y cubiertas. ◗ Otros detalles de construcción.
Capítulo 2. Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de viviendas	◗ Clasificación de tipos de viviendas según su sistema de construcción de muros. ◗ Tipos de elementos susceptibles a sufrir daño en viviendas de uno y dos pisos . ◗ ¿Qué es la vulnerabilidad sísmica? . ◗ Aspectos que afectan la vulnerabilidad sísmica. ◗ Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas de mampostería. ◗ Resumen – vulnerabilidad.
Capítulo 3. Evaluación del nivel de daño en viviendas afectadas por sismos	◗ Introducción. ◗ Elementos susceptibles a sufrir daños en viviendas. ◗ Clasificación global del daño en elementos individuales. ◗ Resumen – Evaluación del daño. ◗ Calificación global del daño en viviendas de uno y dos pisos. ◗ Elementos no estructurales típicos de una vivienda susceptibles de sufrir daño. ◗ Daños en elementos no estructurales. ◗ Ejemplos típicos de daño en elementos no estructurales.
Capítulo 4. Rehabilitación sismorresistente	◗ ¿Qué es rehabilitación de viviendas?. ◗ ¿Cuando se requiere rehabilitar una vivienda?. ◗ Procedimiento para definir el grado de intervención para rehabilitación . ◗ ¿Cómo se rehabilita una vivienda?. ◗ Rehabilitación – vulnerabilidad . ◗ Rehabilitación – daños. ◗ A. Reparación de viviendas. ◗ B. Reforzamiento de viviendas.

Algunos ejemplos…

Capítulo 1. Construcción Sismorresistente de Viviendas
Tema: Cimentación
Generalidades

La cimentación debe ser competente para trasmitir con seguridad el peso de la vivienda al suelo. También, es deseable que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamientos nocivos, en la cimentación que pueden afectar la estructura y facilitar el daño en caso de sismo.

El sistema de cimentación debe conformar anillos cerrados, con el fin de que las cargas se distribuyan lo más uniformemente posible sobre el suelo y para lograr que la vivienda sea sólida y monolítica cuando un sismo actúe sobre ella.

Las viviendas deben cimentarse siempre en un terreno estable y deben empotrarse por lo menos 50 cm dentro del terreno. Se debe proteger la cimentación de la acción del agua, es deseable impermeabilizarla para que no se deteriore con el tiempo.

Los suelos blandos usualmente son de arcilla o pueden ser una mezcla de arcillas y arenas poco consolidadas y húmedas. Un terreno firme normalmente se caracteriza porque el suelo es de arena seca bien compactada, o es pedregoso o de roca sólida.

La losa o placa sobre la cual se realiza el acabado del piso se debe vaciar haciendo contacto con los muros de la vivienda sobre un relleno compactado de material seleccionado o recebo.

Materiales no aptos como suelo orgánico o desperdicio, deben retirarse del sitio donde se hace la cimentación.

Detalles de la cimentación

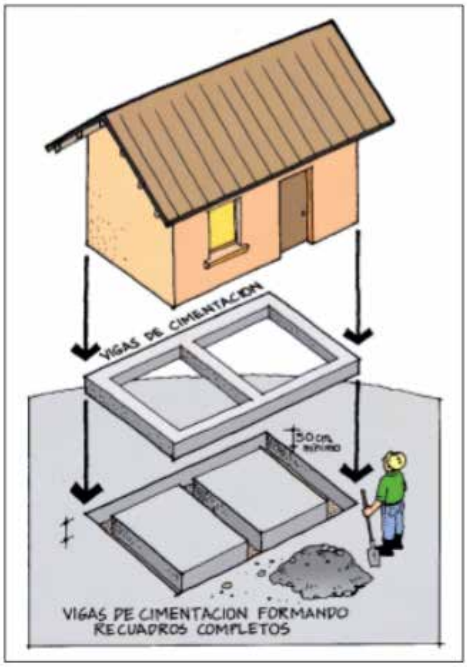
En suelos de poca resistencia o cuando a cierta profundidad (menos de 1.0 m) se encuentre un suelo de mayor resistencia al superficial se recomienda construir previamente un cimiento de concreto ciclópeo sobre el cual se coloque la viga de amarre o de cimentación de concreto reforzado.

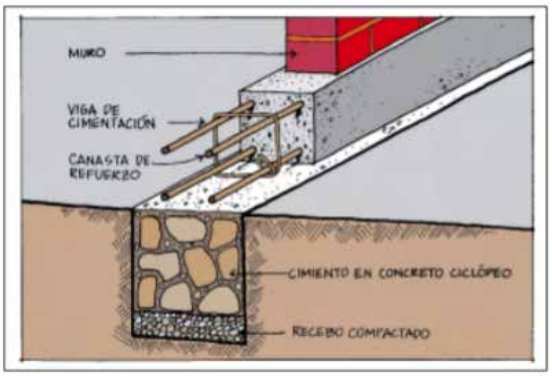
- Si el terreno es blando se debe colocar una capa de relleno de grava sobre la cual se apoye el cimiento de concreto ciclópeo.
- Si el suelo es firme no es necesario construir el cimiento de concreto ciclópeo.

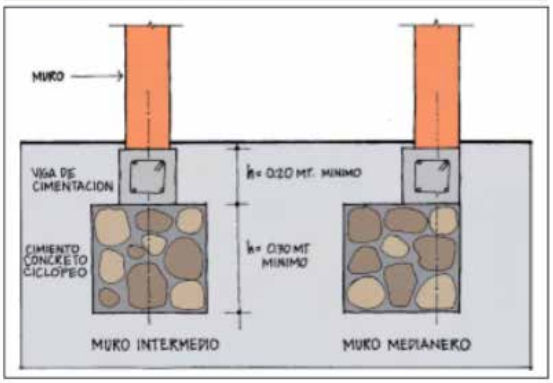
En ambos casos se debe construir la viga de cimentación o viga de amarre de concreto reforzado. La altura del cimiento en concreto ciclópeo no debe ser inferior a 30 cm y el ancho debe ser suficiente para trasladar adecuadamente las cargas del muro que va a soportar al suelo según sea la capacidad portante del suelo. En ningún caso el ancho del cimiento debe ser menor a 30 cm.

El cimiento de concreto ciclópeo debe construirse en un 60% con un concreto 1:2:3 (proporción en volumen cemento : arena grava) y en un 40% con piedra rajón o media zonga.

La viga de amarre o viga de cimentación propiamente dicha, debe ser de concreto 1:2:3 (proporción en volumen cemento : arena grava), con un espesor mayor al muro que va a recibir y con una altura que no debe ser inferior a 20 cm. Su armadura o canasta debe estar integrada por 4 varillas longitudinales de un diámetro mínimo de 3/8 de pulgada y debe contar con estribos de diámetro 1⁄4 de pulgada separados cada 20 cm entre sí.







Capítulo 1. Construcción Sismorresistente de Viviendas
Tema: Muros

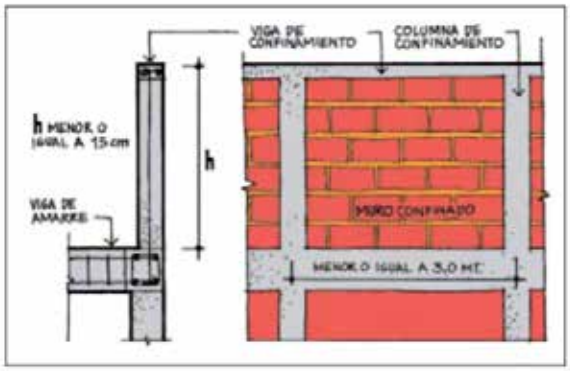
Los muros estructurales de vivienda son aquellos encargados de transmitir las cargas verticales y horizontales hasta la cimentación. De los muros estructurales depende la estabilidad de la construcción.

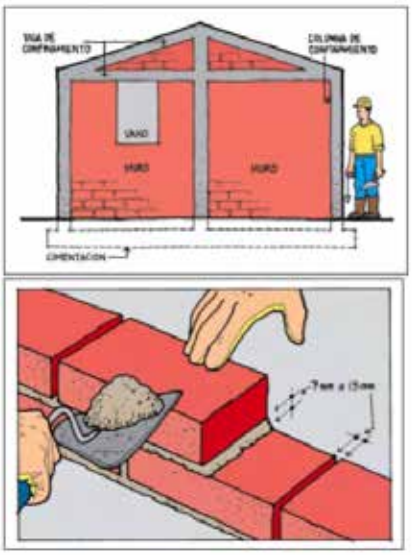
Por lo anterior, los muros estructurales de las viviendas de uno y dos pisos tienen que estar bien pegados, deben ser continuos en altura y confinados a través de vigas y columnas o columnetas a su alrededor.

Los muros de mampostería pueden ser en mampostería reforzada cuando estos llevan el refuerzo en su parte interior o muros confinados cuando el refuerzo se concentra en el perímetro en vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado.

Los muros de mampostería deben estar confinados por vigas y columnas de confinamiento. Deben ser continuos desde la cimentación hasta la cubierta y no deben tener aberturas.

Los componentes no estructurales como muros divisorios, acabados arquitectónicos, fachadas, ventanas e instalaciones deben estar bien adheridos o conectados. Si no están bien conectados se desprenderán fácilmente en caso de un sismo. Por esta razón, los muros divisorios y parapetos deben, en lo posible, amarrarse o confinarse mediante vigas y columnas para evitar que en caso de sismo, caigan sobre las personas o causen daños materiales al caer sobre otras cosas.





Consideraciones para la construcción segura

- Para la localización de viviendas, deben buscarse lugares en los cuales el suelo sea estable, donde no exista la posibilidad de deslizamiento o caída de rocas en caso de sismo. Evitar ubicarse en el cauce de los ríos o en zonas susceptibles de inundación.

- Se deben construir muros en dos direcciones perpendiculares entre sí. La geometría de la vivienda debe ser regular y simétrica. Una vivienda simétrica, bien construida, resiste mejor la acción de los terremotos. Una geometría irregular favorece que la vivienda sufra torsión o que intente girar en forma desordenada. La falta de uniformidad facilita que en algunas esquinas se presenten intensas concentraciones de fuerza, que pueden ser difíciles de resistir.

- Es necesario garantizar uniformidad en el uso de los materiales en los muros, estructuras, cubiertas y demás. Esto permite una respuesta integral de la edificación en caso de sismo. La vivienda debe ser firme y conservar el equilibrio cuando es sometida a la vibración de un terremoto. Viviendas poco sólidas e inestables se pueden volcar o deslizar fácilmente.

- Es deseable que los elementos que conforman la estructura de la vivienda se empalmen monolíticamente como una unidad y que se deformen poco cuando la vivienda se mueve ante la acción de un sismo. Una vivienda flexible o poco sólida al deformarse exageradamente favorece que se presenten daños en paredes o divisiones no estructurales, acabados arquitectónicos e instalaciones que usualmente son elementos frágiles que no soportan mayores distorsiones.

- Para que una edificación soporte un terremoto su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación.

- Los materiales deben ser de buena calidad para garantizar una adecuada resistencia y capacidad de la vivienda para absorber y disipar la energía que el sismo le otorga cuando la vivienda se sacude. Materiales frágiles, poco resistentes, con discontinuidades se rompen fácilmente ante la acción de un terremoto. Muros o paredes de tapia de tierra o adobe, de ladrillo o bloque sin refuerzo, sin vigas y columnas, son muy peligrosos.

- La cimentación debe ser competente para trasmitir con seguridad el peso de la vivienda al suelo. También, es deseable que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamientos nocivos en la cimentación que pueden afectar la estructura y generar daño en caso de sismo.

- Una vivienda debe ser capaz de soportar deformaciones en sus componentes sin que se dañe gravemente o se degrade su resistencia. Cuando una estructura no es dúctil y tenaz podrá sufrir colapso total o parcial al iniciarse su deformación por la acción sísmica. Al degradarse su rigidez y resistencia pierde su estabilidad y podría llegar a colapsar súbitamente.

- Las losas de entrepiso deben ser lo suficientemente rígidas para garantizar que todo los muros se muevan uniformemente en caso de sismo y las cubiertas deben ser estables ante las cargas laterales, razón por la cual es necesario arriostrarlas y anclarlas a los muros o vigas de soporte.

- Los componentes no estructurales como muros divisorios, acabados arquitectónicos, fachadas, ventanas e instalaciones deben estar bien adheridos o conectados. Si no están bien conectados se desprenderán fácilmente en caso de un sismo.

- Los muros divisorios y parapetos deben en lo posible amarrarse o confinarse mediante vigas y columnas para evitar que en caso de sismo, caigan sobre las personas o causen daños materiales al caer sobre otras cosas.

Recursos de información

La información contenida en la ficha correspondiente a esta herramienta, ha sido tomada textualmente del documento: "**MANUAL DE CONSTRUCCIÓN, EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN SISMORRESISTENTE DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA"** publicación desarrollada por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica y financiada por La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED).

http://www.desenredando.org/public/libros/2001/cersrvm/mamposteria_lared.pdf

2.2 HERRAMIENTA 2.

PAÍS: PERÚ

GUÍA DE ORIENTACIÓN EN TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

Organizaciones responsables de su elaboración:

La Guía ha sido desarrollada por el Programa de Voluntarios de las Naciones Unidas y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo del Perú, en el marco de implementación del Proyecto: "Voluntarios para la Reconstrucción Sostenible tras el Terremoto de la Región de Ica - Perú".

Contenido del manual

La guía incluye 5 secciones. Las primeras tres están relacionadas con la definición del suelo, sus principales características y los problemas asociados al tipo de suelo. La cuarta sección corresponde a la definición de los conceptos básicos de la gestión del riesgo en vinculación a las actividades de construcción de viviendas. La última sección incluye la parte conceptual relacionada con los sistemas constructivos y las principales características de la vivienda segura.

Adicionalmente se incluye como anexo, una guía metodológica para el desarrollo de los talleres de capacitación en técnicas de construcción, dirigida a líderes comunitarios. Dicha guía ha sido elaborada con el propósito de facilitar los conocimientos técnicos basados en un resumen del manual de: "Construcción Antisísmica de Viviendas de Ladrillo"; elaborada por el Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción (SENCICO) en conjunto con el Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).

El documento brinda al facilitador(a) o capacitador(a) pautas para el desarrollo de eventos de capacitación, orientadas a sensibilizar y comprometer a los líderes comunitarios y organizaciones sociales de base (OSB) en el entendimiento de conceptos básicos para una construcción de vivienda segura y sismorresistente. El punto de partida es el análisis de aspectos de vulnerabilidad, que incrementan la probabilidad de ocurrencia de un desastre.

Las capacitaciones se desarrollan a través de dinámicas, intercambio de opiniones y percepciones sobre los temas tratados, revalorando conocimientos y experiencias de las personas a capacitar, teniendo como finalidad ampliar y profundizar conceptos y métodos básicos para una construcción de vivienda segura y sismorresistente.

Temas desarrollados

1. ¿Qué es el suelo?	◗ Definición del suelo.
2. Principales tipos de suelos	◗ Gravas, arenas, limos, arcillas, caliche.
3. Principales problemas en suelos	◗ Suelos expansivos. ◗ Suelos con rellenos artificiales. ◗ Licuación de suelos.
4. Conceptos básicos en gestión de riesgos	◗ Peligro o amenaza. ◗ Vulnerabilidad. ◗ Riesgo.
5. Sistemas constructivos	◗ Ubicación adecuada para construir. ◗ Forma de vivienda segura. ◗ La vivienda insegura.
Anexo 1. Guía metodológica para capacitación en técnicas de construcción	◗ Aspectos generales. ◗ Metodología. ◗ Contenidos.

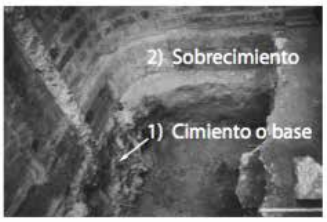
Algunos ejemplos…

Sección 5. Sistemas constructivos	Tema: La vivienda segura

CONSTRUCCIÓN DE ZANJAS Y CIMIENTOS O BASES

Zanjas:
Las zanjas deben estar limpias y libres de todo componente orgánico. El fondo debe estar nivelado, limpio y sin tierra suelta.

Cimiento o base:
Es la estructura o elemento que soporta el peso de la vivienda.

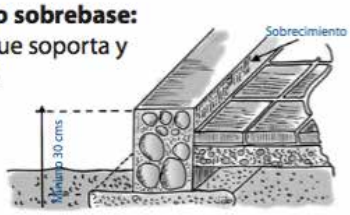


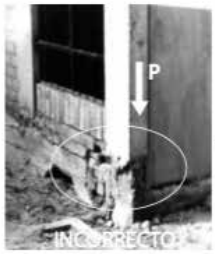
Recomendaciones:

Es mejor cimentar en suelos duros como la roca o la grava.
Si tu suelo es salitroso coloca plástico en las zanjas.

CONSTRUCCIÓN DE SOBRECIMIENTO O SOBREBASE

Sobrecimiento o sobrebase:
Es el elemento que soporta y protege el muro.





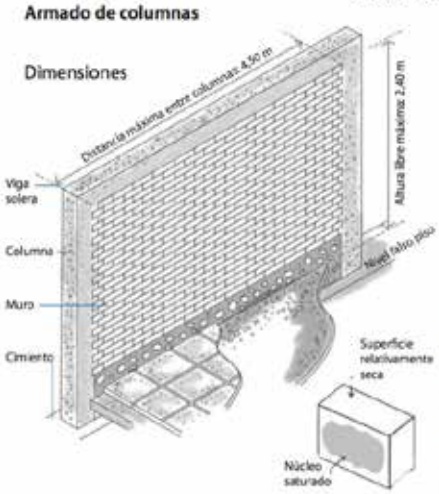
Recomendaciones:

La altura del sobrecimiento o sobrebase, debe ser como mínimo 30cm a partir del margen del suelo.

CONSTRUCCIÓN DE MUROS

Armado de columnas

Dimensiones



Muros:
Conjunto de ladrillos que sirven para separar ambientes.

Los ladrillos de arcilla cocida, por su proceso de elaboración presentan una capa de polvillo, el cual debe ser eliminado antes de ser usado.

Recomendación:

Un día antes de levantar los muros, limpia los ladrillos y humedécelos con agua durante 30 minutos. Luego déjalos reposar. El objetivo de esta operación es disminuir la alta succión que los ladrillos secos presentan y por lo tanto los muros tendrán mayor resistencia.

CONEXIÓN MURO - COLUMNA, ESTA PUEDE SER DENTADA O AL RAS

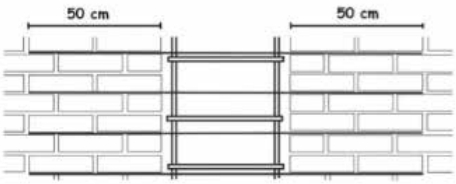
Recomendación:

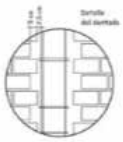
Para evitar las cangrejeras y roturas de dientes se debe golpear suavemente el encofrado con un martillo de goma. También, procurar no tener dientes mayores a 5 cm.

Conexión dentada
Los ladrillos sobresalen

Conexión al ras
Los ladrillos no sobresalen

Coloca 2 mechas de alambre # 8 cada dos hiladas, ancladas 50 cm dentro del muro.





Rotura de diente

Cangrejera

Consideraciones para la construcción segura

- La vivienda debe emplazarse en un lugar seguro (buen suelo, lejos de laderas de ríos o playa, fuera de zonas de derrumbes o quebradas.)

- Construir una vivienda en un suelo rellenado con desmonte o desechos, podría ocasionar fallas en la estructura de la vivienda, pues son suelos inestables y deformables.

- Para que la vivienda resista mejor los sismos se debe diseñar con una buena forma y con una buena distribución de los muros. La forma de la vivienda debe ser lo más simétrica posible, tanto en planta como en elevación.

- Es importante que la construcción se lleve a cabo por parte de profesionales en temas de construcción que conozcan los principios de la sismorrecistencia.

- Las dimensiones de la vivienda deben estar bien proporcionadas, al igual que los vanos de puertas y ventanas.

Recursos de información

La información contenida en la ficha correspondiente a esta herramienta, ha sido tomada textualmente del Documento: "**GUIA DE ORIENTACIÓN EN TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN"** publicación desarrollada por el Programa de Voluntarios de las Naciones Unidas y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Perú.

http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/17311722532A150DC125767300514F8C-Informe_completo.pdf

2.3 HERRAMIENTA 3.

PAÍS: PERÚ

CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA, PARA ALBAÑILES Y MAESTROS CONSTRUCTORES

Organizaciones responsables de su elaboración:

El manual ha sido desarrollado por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), el Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción (SENSICO), el Earthquake Engineering Reserch Institute, el Gobierno de Perú y el Ministerio de la Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Contenido del manual

El manual esta compuesto por 5 capítulos que abordan las siguientes temáticas: El capítulo 1, refiere los aspectos relacionados con los peligros naturales; el capítulo 2, las características y atributos de una vivienda sismorresistente; el capítulo 3 describe los aspectos relativos a la construcción de una vivienda segura; el capítulo 4, aborda los temas relacionados con el mantenimiento de viviendas y finalmente el capítulo 5, lo concerniente a las propuestas de vivienda.

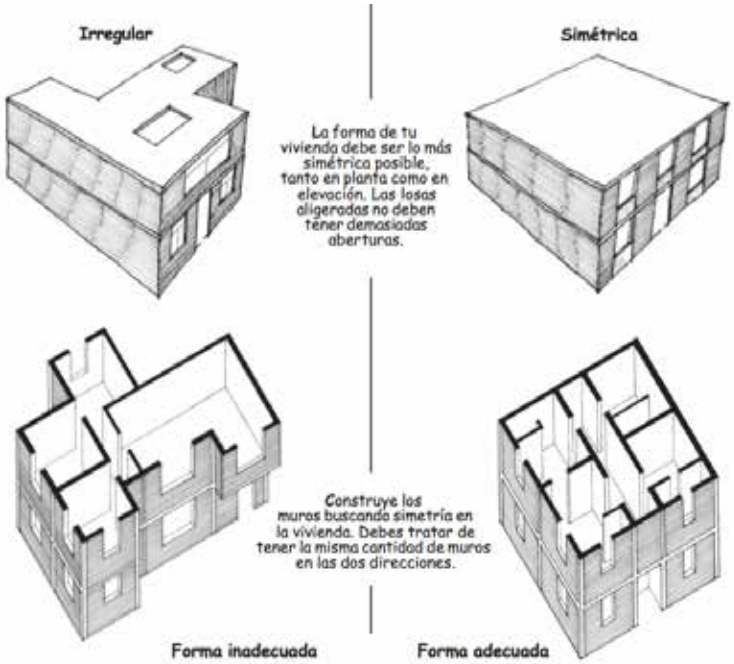
Temas desarrollados

Capítulo 1. Los peligros naturales	◗ Peligros naturales en el Perú. ◗ Los terremotos.
Capítulo 2. La vivienda sismorresistente	◗ Ubicación adecuada. ◗ Ubicaciones inadecuadas. ◗ La vivienda sismorresistente. ◗ Configuración de una vivienda sismorresistente. ◗ La vivienda insegura. ◗ La vivienda segura. ◗ Las instalaciones.

Capítulo 3. Construcción de una vivienda segura	◗ Planos y trámites administrativos. ◗ Limpieza y nivelación del terreno. ◗ Trazado. ◗ Construcción de los cimientos. ◗ Armado de columnas. ◗ Muros. ◗ Llenado de columnas. ◗ Vigas de confinamiento. ◗ Losa aligerada. ◗ Escaleras.
Capítulo 4. Mantenimiento de viviendas	◗ Muros agrietados. ◗ Corrosión del acero de refuerzo. ◗ Eflorescencia. ◗ Humedad en muros.
Capítulo 5. Propuestas de vivienda	◗ ¿Para qué sirven los planos?. ◗ El diseño de tu vivienda. ◗ Propuestas de viviendas.

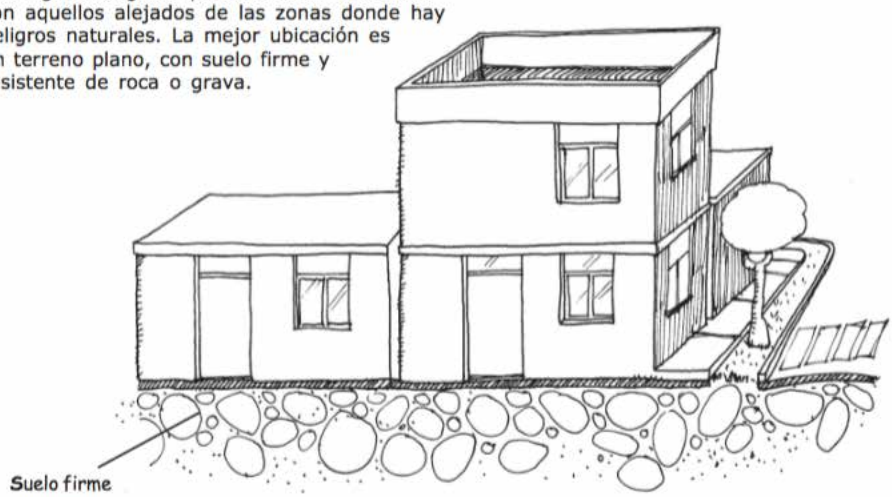
Algunos ejemplos…

Capitulo 2. Vivienda Sismorresistente	**Tema: Configuración de una vivienda sismorresistente**

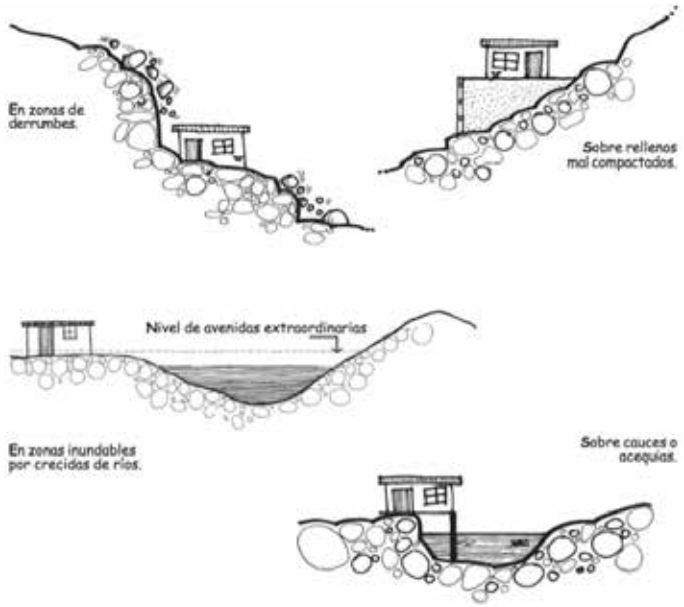


Capitulo 3. Construcción de una vivienda segura	Tema: Ubicación adecuada

Los lugares seguros para construir viviendas son aquellos alejados de las zonas donde hay peligros naturales. La mejor ubicación es un terreno plano, con suelo firme y resistente de roca o grava.



Capitulo 3. Construcción de una vivienda segura	Tema: Ubicación inadecuada



Consideraciones para la construcción segura

- Los sismos pueden causar mucho daño a las viviendas mal diseñadas y construidas. Por ejemplo se pueden caer los parapetos, romper los vidrios o rajar los muros. Las viviendas con problemas estructurales serios pueden llegar a derrumbarse, causando pérdidas materiales importantes, heridas graves a sus ocupantes y hasta lamentables pérdidas de vidas.

- Los lugares seguros para construir viviendas son aquellos alejados de las zonas donde hay peligros naturales. La mejor ubicación es un terreno plano, con suelo firme y resistente de roca o grava.

- Una vivienda sismorresistente de albañilería confinada de ladrillo está diseñada y construida para que sus muros resistan a los terremotos. Debe tener una forma simple y simétrica en planta. Sus muros resistentes deben estar muy bien construidos y siempre deben estar confinados por columnas y vigas de concreto armado.

- Los muros confinados por vigas y columnas son los que resisten los terremotos. Para que la casa sea sismorresistente, es conveniente que tenga la mayor cantidad posible de muros confinados en las dos direcciones.

- Las grietas o rajaduras en los muros pueden tener varias causas, como el uso de materiales de mala calidad, la construcción defectuosa, la estructura deficiente, con pocos muros confinados en las dos direcciones, o la cimentación no adecuada en suelos blandos o sueltos. Si la vivienda ha sido mal construida y tiene algunos de estos defectos, es posible que cuando ocurra un sismo ocurran muchas fallas en sus elementos.

Recursos de información:

La información contenida en la ficha correspondiente a esta herramienta, ha sido tomada textualmente del documento: "**CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA, PARA ALBAÑILES Y MAESTROS CONSTRUCTORES".** Editor: Marcial Blondet.

http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2007/11/cartilla2005---Marcial.pdf

2.4 HERRAMIENTA 4.

PAÍS: GUATEMALA

CARTILLA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE MAMPOSTERÍA REFORZADA, PARA ALBAÑILES Y CONSTRUCTORES

Organizaciones responsables de su elaboración:

El documento fue desarrollado con el apoyo técnico de: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES), Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala (ICCG), Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (SE-CONRED), Consorcio DIPECHO: Agencia Católica Irlandesa para el Desarrollo (TROCAIRE), Catholic Relief Services (CRS) y Pastoral Social de San Marcos (PSSM) con el financiamiento del Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Unión Europea.

La cartilla de divulgación fue desarrollada en el marco de implementación del proyecto "Fortalecimiento de la Capacidad de Respuesta y Rducción de la Vulnerabilidad ante Sismos y los Deslizamientos en el Departamento de San Marcos, Guatemala, (FORESAM)" implementado por el consorcio TROCAIRE/CRS/PSSM para el noveno Plan de Acción DIPECHO en la Región Centroamericana.

Contenido de la cartilla

La herramienta contiene lineamientos y conceptos útiles para lograr un diseño sismorresistente de mampostería reforzada con block, utilizando el sistema de cajón. La cartilla tiene como finalidad la adaptación a los contextos comunitarios del MANUAL DE DISEÑO SISMORRESISTENTE SIMPLIFICADO DE MAMPOSTERÍA DE BLOCK DE CONCRETO para Guatemala (Junio 2015), para que los actores locales puedan mejorar sus conocimientos y a su vez aplicarlos en la reducción de vulnerabilidades. El material ha sido avalado por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES).

La cartilla está compuesta por 3 módulos. El Módulo I contiene los conceptos y lineamientos básicos que se deben conocer antes de iniciar el proceso de diseño, ubicación de viviendas, sistema estructural y materiales a utilizar. La importancia de aplicar las Normas de Reducción de Desastres (NRD) y los criterios para determinar los sitios aptos para construir las viviendas.

El Módulo II incluye los lineamientos básicos de diseño estructural de mampostería reforzada, los componentes de la mampostería y los pasos de diseño estructural para una vivienda.

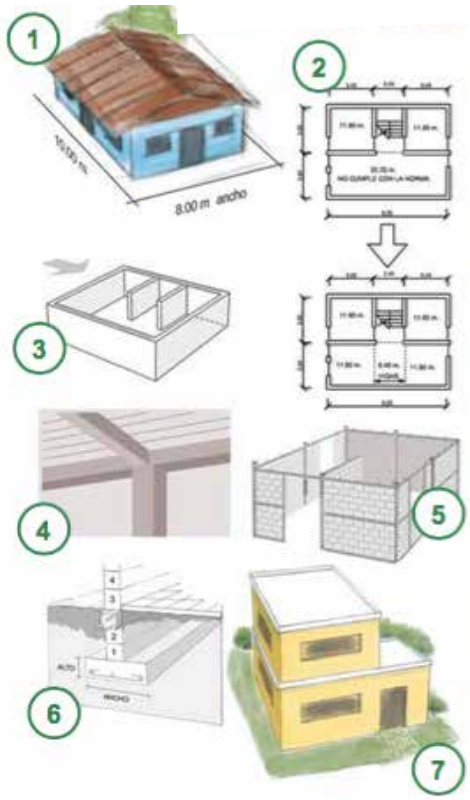
El Módulo III incorpora las recomendaciones para la construcción.

Temas desarrollados

Módulo I. Conceptos básicos de riesgo	◗ Conceptos sobre la amenaza, vulnerabilidad, riesgo, ordenamiento territorial, etc. ◗ Clasificación de las amenazas. ◗ Por qué se da el desastre y cómo lo reducimos. ◗ Importancia de aplicar las normas de reducción de desastres. ◗ Criterios para determinar sitios aptos para diseñar viviendas.
Módulo II. Lineamientos básicos de diseño estructural de mampostería reforzada tipo cajón	◗ Componentes de la mampostería. ◗ Pasos de diseño estructural para vivienda de mampostería reforzada. Paso 1: criterios básicos de diseño de cajón; Paso 2: modular la estructura de cajón; Paso 3: cantidad de paredes; Paso 4: las vigas y mochetas de carga; Paso 5: el refuerzo de la mampostería; Paso 6: cimentación de edificaciones de mampostería y Paso 7: techos y losas.
Módulo III. Recomendaciones para la construcción	◗ Materiales de construcción. ◗ Morteros. ◗ Concreto. ◗ Detalles constructivos. ◗ Traslapes. ◗ Protección en la obra. ◗ Malas prácticas.

Algunos ejemplos…

Módulo II. Lineamientos Básicos de Diseño Estructural de Mampostería Reforzada Tipo Cajón	Los 7 pasos de Diseño Estructural para una Vivienda de Mampostería Reforzada Tipo Cajón



Paso 1: CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO DE CAJÓN
Decidir si lo que se quiere diseñar y construir está dentro de los límites que se necesitan para una construcción de mampostería.

Paso 2: MODULAR LA ESTRUCTURA DE CAJÓN
Modular la estructura, definir las paredes, cálculo de la cantidad de paredes para soportar las cargas y ubicación de las vigas.

Paso 3: CANTIDAD DE PAREDES
Ubicar las paredes que darán la protección sismo-resistente, su ubicación, tipo y clase de block a utilizar.

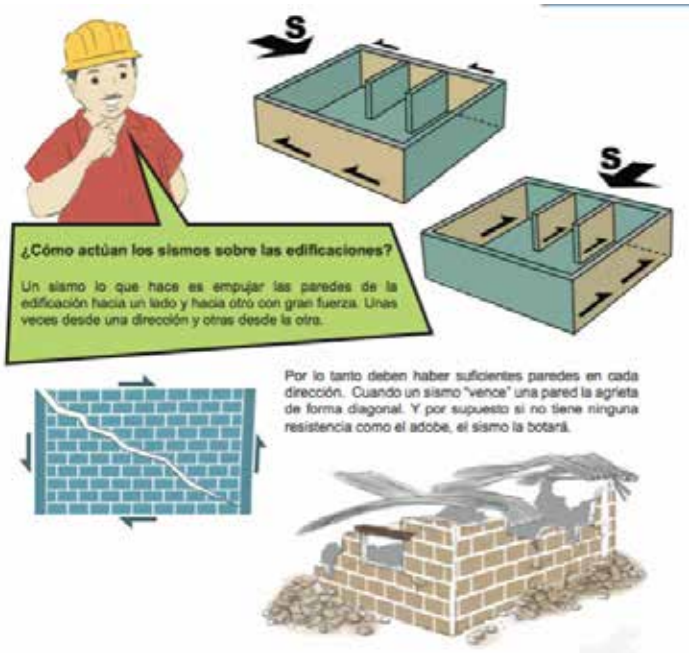
Paso 4: LAS VIGAS Y MOCHETAS DE CARGA
Establecer dónde es necesario colocar las vigas para sostener losas. Cálculo de mochetas de carga.

Paso 5: EL REFUERZO DE LA MAMPOSTERÍA
Ubicar y seleccionar el refuerzo de la mampostería: mochetas y soleras.

Paso 6: CIMENTACIÓN DE EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA
Configurar la cimentación de la vivienda. Determinar cimientos corridos y las zapatas cuando hay columnas aisladas.

Paso 7: TECHOS Y LOSAS
Reforzar las losas.

Módulo II. Lineamientos Básicos de Diseño Estructural de Mampostería Reforzada Tipo Cajón	Paso 3. Cantidad de paredes



La verdadera resistencia de la construcción la proporciona el block, pero necesita de las mochetas y soleras para mantenerse unido. DE NADA SIRVE poner grandes mochetas y soleras si no se utiliza buena clase de blocks; esa es la realidad. Por lo que antes de conocer cuantas paredes debe tener nuestra vivienda, conoceremos los tipos y clases de block que podemos utilizar.

Si la casa es grande necesita más paredes. Si la casa tiene 3 niveles necesita más paredes en el primer nivel.

Módulo II. LineamientosBásicos de Diseño Estructural de Mampostería Reforzada Tipo Cajón

Paso 5. El Refuerzo de la mampostería

Consideraciones para la construcción segura

- Es importante conocer las condiciones de suelo donde se va a construir; las viviendas sólo se emplazarán sobre terrenos que no sean susceptibles a derrumbes, deslizamientos y licuefacción del suelo.

- A menos que se realicen las medidas de mitigación necesarias, las cuales deberán ser diseñadas y realizadas por un profesional experto. Se debe tener cuidado con terrenos que tengan una inclinación de más de 30%, por el peligro de deslaves y deslizamientos, por lo que no se debe ubicar la vivienda al lado de laderas, especialmente si han ocurrido deslizamientos anteriormente.

- No es aconsejable construir en terrenos que estén cerca de las riberas de los ríos o áreas inundables, ya que con un sismo, las piedras pueden tapar los cauces de los ríos y provocar inundaciones. Las viviendas se deben ubicar en zonas altas o fuera del alcance de una inundación.

- Se recomienda evitar diseños irregulares, dado a que entre más irregular sea el diseño de la estructura, más posibilidades existen que se agriete la misma.

- Se recomienda evitar edificaciones alargadas debido a que entre más larga es una estructura, más posibilidades hay de que se agriete.

- Las columnas y muros del segundo y tercer nivel, deben llegar hasta la base. Las paredes deben estar distribuidas a lo largo y ancho. Los voladizos no deben exceder del 20% de las dimensiones externas.

- La separación entre las viviendas debe ser mínimo del 1.5% del alto de la vivienda de mayor altura.

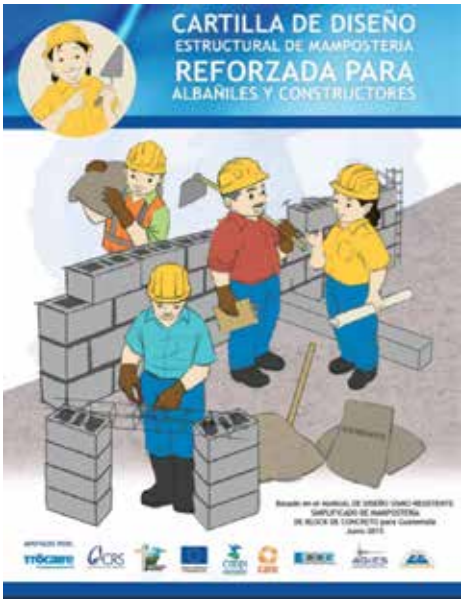
- Nunca se debe levantar una pared sobre los voladizos. Porque la estructura tipo cajón no lo permite, ya que las cargas deben transmitirse verticalmente.

- Diseñar de forma segura es una responsabilidad muy grande, porque la seguridad de las familias que habitan en ellas, dependerá de la resistencia y calidad con que construyas.

Recursos de información

La información contenida en la ficha correspondiente a esta herramienta, ha sido tomada textualmente del documento: "**CARTILLA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE MAMPOSTERÍA REFORZADA, PARA ALBAÑILES Y CONSTRUCTORES",** avalada por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES).

http://www.redhum.org/uploads/documentos/pdf/Redhum_GT_Cartilla_Diseno_Mamposteria_TROCAIRE-20151110-IC-17364.pdf



2.5 HERRAMIENTA 5.

PAÍS: REPÚBLICA DOMINICANA

MÓDULO EDUCATIVO CONSTRUCCIÓN PARA ALBAÑILES Y MAESTROS DE OBRA

Organizaciones responsables de su elaboración:

La herramienta fue desarrollada por el consorcio de organizaciones Plan República Dominicana, Oxfam y Hábitat para la Humanidad, bajo la coordinación de la Unidad de Gestión de Riesgos y la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD) y el proyecto "Comunidades Resilientes a Sismos y Tsunamis en Puerto Plata". Socios en la implementación: PNUD, UNESCO, OIM. Con el financiamiento de la Dirección General de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea y la ONG española ANESVAD.

Contenido del módulo

El material ha sido desarrollado con el objetivo de ayudar a aumentar los conocimientos de los maestros constructores en los procesos constructivos cotidianos. El "Manual del Participante" sirve de guía y documento de referencia para los temas de: 1. Consideraciones Generales; 2. Terreno; 3. Materiales; 4. Capítulo de Obras; 5. Instalaciones Sanitarias; 6. Instalaciones Eléctricas; 7. Otras Responsabilidades del Maestro de Obras.

Una vez realizado el curso de formación, el maestro constructor estará preparado para tomar el examen ante el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) y adquirir su licencia oficial como "Maestro de Obras".

Los contenidos del Módulo se fundamentan en criterios técnicos aplicables para la construcción simple, para no más de dos niveles en altura. De igual forma, han considerado la normativa vigente aplicable por cada eje temático, de acuerdo a los reglamentos publicados por la Dirección General de Reglamentos y Sistemas (DGRS) del MOPC.

Temas desarrollados

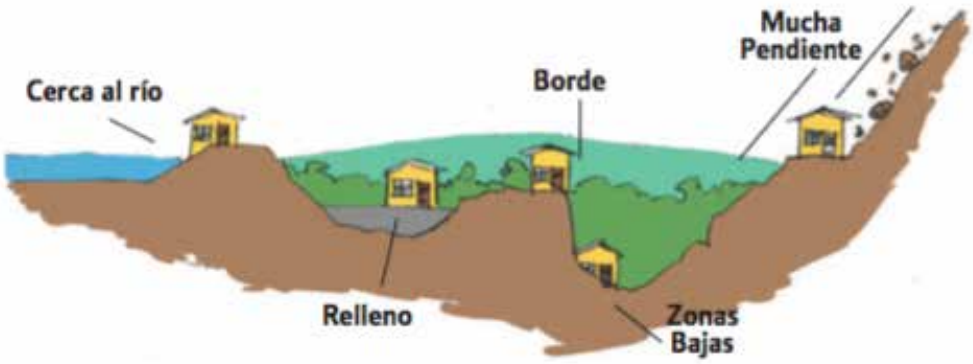
1. Consideraciones generales	◗ Objetivo. Campo de aplicación. ◗ Ética profesional. ◗ Seguridad y salud. ◗ Unidades: medidas y pesos. ◗ Equipos y equipamientos. ◗ Procedimientos básicos. ◗ Documentación de un proyecto. Lectura de interpretación de planos. ◗ Consideraciones de diseño básico.
2. Terreno	◗ Conocimientos básicos de los sismos. ◗ Zonas sísmicas en República Dominicana. ◗ Ubicación de la vivienda (El lugar). ◗ Respuesta sísmica de los suelos. ◗ Preparación del terreno. ◗ Caseta para materiales. ◗ Replanteo.
3. Materiales	◗ Acero y armadura de refuerzo. ◗ Madera. ◗ Agregados. ◗ Cemento. ◗ Morteros o mezclas. ◗ Hormigón armado.
4. Capítulos de obra	◗ Movimientos de tierras. ◗ Estructura. ◗ Muros de bloques estructurales. ◗ Estructuras de hormigón armado. ◗ Terminaciones: pañete. ◗ Terminaciones: pisos. ◗ Terminaciones: revestimientos. ◗ Terminaciones: pintura. ◗ Colocación de puertas y ventanas. ◗ Techos de madera y zinc.
5. Instalaciones sanitarias	◗ Descripción. ◗ Planos necesarios. ◗ Criterios de medición y valoración de unidades. ◗ Recomendaciones.

6. Instalaciones Eléctricas	◗ Descripción. ◗ Definiciones generales. ◗ Planos. ◗ Criterios de medición y valoración de unidades. ◗ Recomendaciones.
7. Otras responsabilidades del maestro en obras	◗ Relación con el/a ingeniero/a. ◗ Conocimiento básico de la normativa existente. ◗ Estudio e interpretación de planos y especificaciones. ◗ Coordinación de labores. ◗ Seguridad y salud. ◗ Seguro social. ◗ Informes, reportes, cubicaciones. ◗ Control de personal. ◗ Fiscalización y control de calidad. ◗ Control de tiempos. ◗ Control del flujo de efectivo.

Algunos ejemplos…

2. Terreno	**Tema: Ubicación de la vivienda**

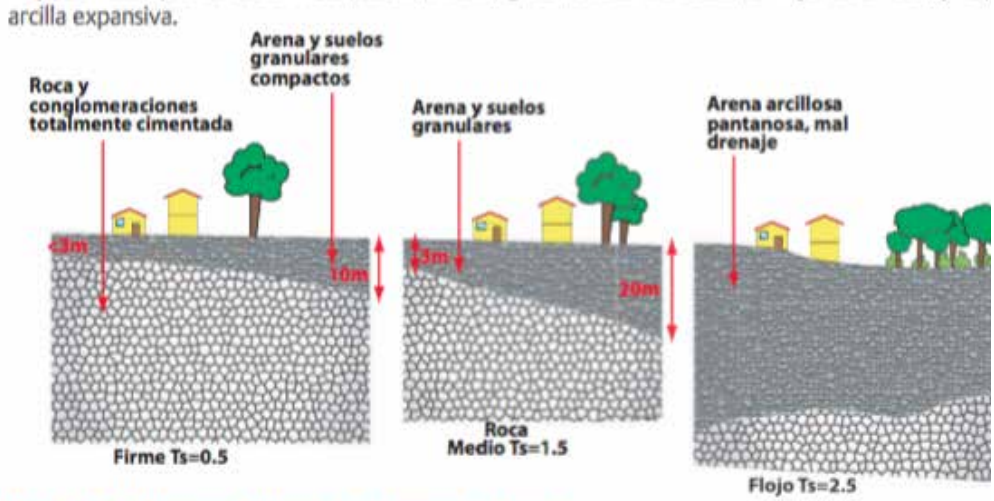
LUGARES DONDE NO SE DEBE CONSTRUIR UNA VIVIENDA



Una vez que se determina que el lugar seleccionado como terreno es adecuado, y se comprueban los linderos del terreno (respetando siempre la distancia a la que se debe construir del solar de los(as) vecinos(as), calle, caminos, carreteras, ríos, etc) hay que pasar a comprobar qué tipo de terreno es el que tenemos (investigar las condiciones geológicas del suelo). Lo ideal es contar con un informe geotécnico; luego de realizado un estudio de suelos por el profesional correspondiente (geólogo), por lo menos debe saber qué tipo de suelo tenemos para construir para así dar respuesta a la estructura de manera correcta.

2. Terreno Tema: Respuesta Sísmica de los suelos

Hay distintos tipos de suelo: roca, caliche, arcilla, grava, arena. De éstos, el mejor es la roca, y el p arcilla expansiva.



Nota: TS = Coeficiente de cálculo utilizado por tipo de suelo

Terreno vegetal:

Es un tipo de terreno, donde está absolutamente prohibido cimentar o fundar una estructura, por pequeña que sea. Se exige siempre excavación total hasta alcanzar el terreno natural. Se entiende por terreno vegetal a la capa o porción donde alcanza la vida de los vegetales de superficie (como hierbas, etc) o en la que se encuentren las raíces de los mismos.

Rellenos:

Son realizados siempre por intervención humana, se comportan de forma parecida al terreno vegetal, afectando la seguridad de la estructura. No son buenos para fundar porque poseen una gran cantidad de huecos que sufren una reducción de su tamaño en el transcurso del tiempo, al ir saliendo el aire

que están ocupando los huecos grandes y se van entrando los áridos que van arrastrando las aguas, en las partes superiores y por su falta de homogeneidad, sufren asentamientos (se bajan) grandes y desiguales, siendo necesario, por ello, profundizar las cimentaciones hasta que alcancen el terreno natural.

Suelos Arcillosos:

Las arcillas son las partículas de cualquier sustancia inorgánica menores a 0,02 mm. Los terrenos arcillosos son los más peligrosos para cimentar. En ellos se pueden producir grandes asientos (bajadas) en un largo o aún larguísimo plazo de tiempo. El tiempo de asentamiento de los estratos arcillosos es proporcional al cuadrado de su espesor, es decir la fundación de un edificio descansa sobre un estrato de 2 metros de espesor y el asiento se produce en 4 años, esta duración sería de 16 años.

Suelos arenosos:

Se incluyen en esta categoría no sólo los terrenos formados por partículas de tamaño superior a las partículas de arcilla, sino los que contengan cantidad o porcentajes de arcilla inferior al volumen de huecos que dejan las partículas de mayor tamaño, pues su comportamiento será como un suelo arenoso. La aplicación de las cargas en estos terrenos produce rápidamente un asiento, que termina cuando se llega a la posición de equilibrio. Según las cargas a que están sometidos, son los asientos que se producen. Estos son inversamente proporcionales al tamaño del árido, aumentando con el árido de menor tamaño. No pueden darse datos ni resultados prácticos debido a la gran variabilidad de clases de terrenos que pueden presentarse, pero todos ellos son buenos para cimentar. En este tipo de terreno puede realizarse una prueba de carga, sobre la mayor superficie posible para conocer el asiento.

El lugar adecuado para construir las edificaciones es sobre suelos firmes y resistentes como rocas o gravas.

Consideraciones para la construcción segura

- Una edificación será sismorresistente cuando esté diseñada y construida cumpliendo los principios de la construcción segura, con una adecuada estructura, con unas dimensiones apropiadas y realizada con los materiales idóneos.

- Es fundamental entender la importancia de hacer construcciones seguras y sismorresistentes ya que de esto depende la vida de las personas. No hay edificaciones totalmente seguras, pero las que están bien construidas serán menos vulnerables y en su mayoría no colapsarán, permitiendo que las familias puedan salir y salvar sus vidas.

- En las laderas donde no haya estabilidad y las pendientes sean mayores de un 30% siempre se debe consultar a un profesional (ingeniero-a o arquitecto-a) que tenga conocimiento sobre cómo construir en este tipo de terrenos.

- En el cauce de los ríos, cañadas y ribera del mar, hay que respetar 60 metros de la línea máxima de crecida. Ley 64-00 (Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales).

Recursos de información

La información contenida en la ficha correspondiente a esta herramienta, ha sido tomada textualmente del documento: "**MÓDULO EDUCATIVO EN CONSTRUCCIÓN PARA ALBAÑILES Y MAESTROS DE OBRA"**

http://dipecholac.net/docs/files/502-modulocapacitacion-maestrosobra-final.pdf

PARTE 3. HACIA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO

3.1 RECORDANDO Y RECAPITULANDO…

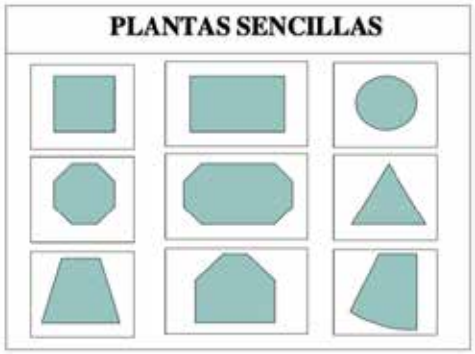
En resumen, las herramientas referidas anteriormente pretenden aleccionar sobre los aspectos más importantes a tener en consideración al momento de enfrentar la tarea de construir una edificación, con las condiciones de seguridad que se requieren para garantizar la estabilidad de la estructura y proteger a las personas que en ella permanecen o habitan.

Los contenidos de las cartillas, guías y manuales son relativamente similares, incluyen las mismas normas y brindan las mismas recomendaciones, no obstante lo anterior y aunque en la primera parte de este documento se trataron los aspectos básicos de la construcción segura, vale la pena recordar algunos de estos mensajes, en refuerzo a lo evidenciado en las distintas herramientas.

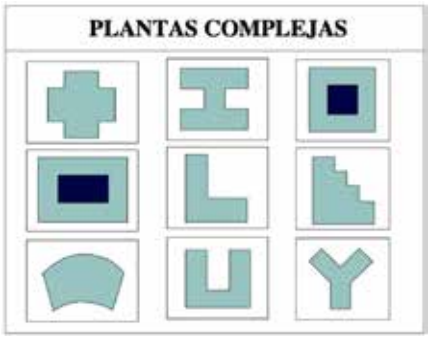
Las edificaciones deben contar con:

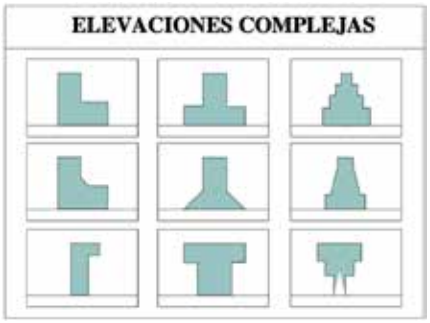
- Adecuada configuración estructural.
- Componentes estructurales de dimensiones apropiadas.
- Materiales con una resistencia suficiente para soportar la acción de las fuerzas causadas por un sismo.

Forma Regular
Con geometría sencilla en planta y elevación se obtiene un mejor comportamiento frente a los sismos.



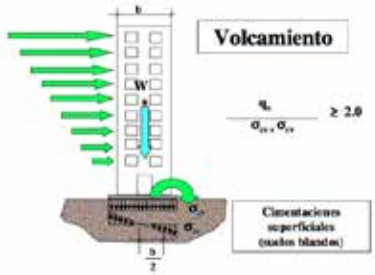
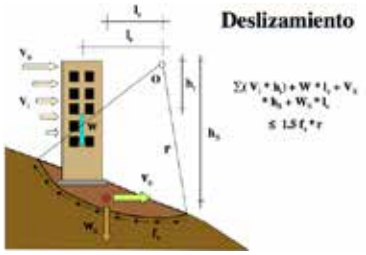
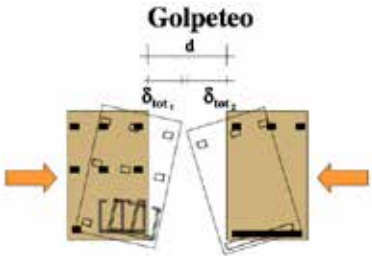
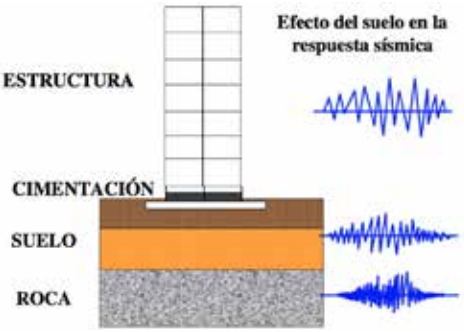
Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS)





Bajo peso	• **Bajo peso** Movimiento La masa del edificio $F = m\ a$ Fuerza inercial La aceleración Del sismo Sismo **Mientras más liviana la construcción menor fuerza sísmica debe resistir**
Alta rigidez	• **Alta rigidez** Estructura flexible Estructura rígida A mayor rigidez menor movimiento y menor daño

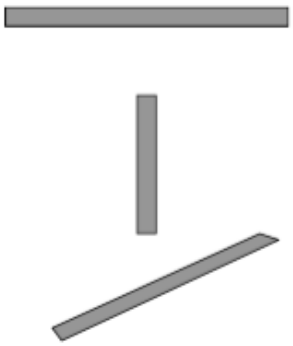
Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS)

Buena estabilidad global	
Factor de seguridad contra el volcamiento	
Factor de seguridad contra deslizamiento	
Factor de seguridad contra golpeteo	
Suelo firme y buena cimentación: Debe realizarse un diseño de estructura – cimentación – suelo que considere: ◗ Efecto del suelo en la respuesta (amplificación). ◗ Interacción suelo – estructura. ◗ Potencial de deslizamiento o licuación de suelos.	

Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS)

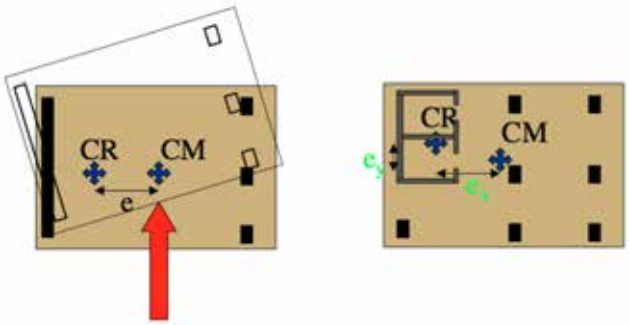
Sistema estructural apropiado
Conjunto de elementos dispuestos y ensamblados de manera que puedan resistir y trasmitir las cargas impuestas.

- Elementos horizontales: vigas, losas o diafragmas. Elementos verticales, columnas y muros.
- Elementos diagonales.

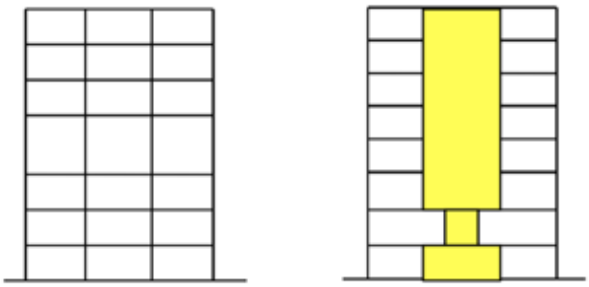


Distribución estratégica de los elementos para resistir los efectos de las fuerzas, evitando las siguientes situaciones:

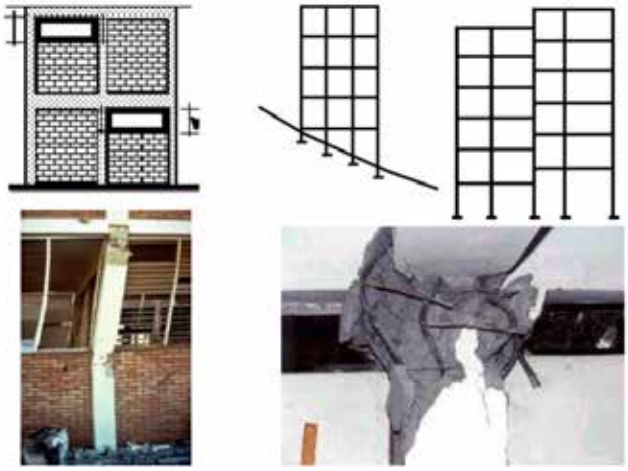
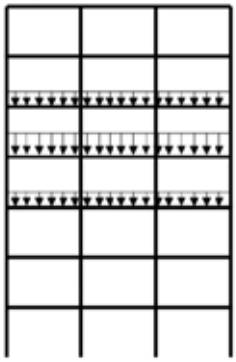
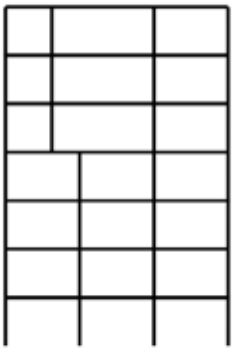
Asimetrías que incrementen los efectos de torsión



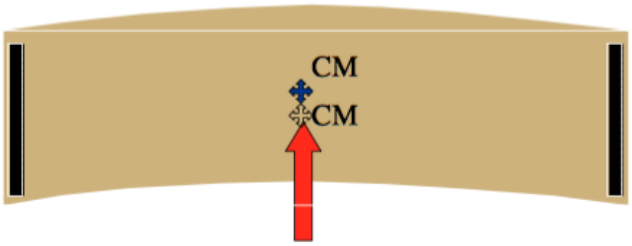
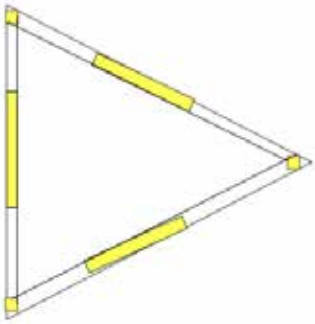
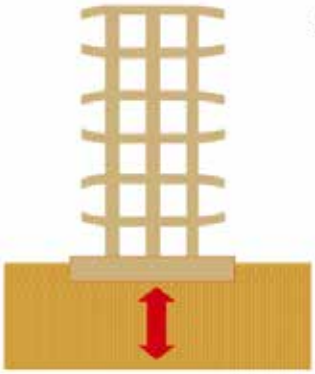
Cambios bruscos de rigidez y resistencia



Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS)

Columnas cortas	
Distribución irregular de masas	
Desplazamiento de elementos	

Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS)

Diafragmas flexibles	
Evitar desplazamiento del plano de acción	
Evitar sistemas no paralelos	
Evitar grandes voladizos	

Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniera Sísmica (AIS)

Buena calidad en la construcción:

- Realización de prácticas de construcción adecuadas.
- Cumplimiento estricto de los planos de diseño.
- Cumplimiento estricto de las especificaciones de resistencia y calidad de los materiales empleados.
- Estricta supervisión técnica.

3.2 DE LO CONCEPTUAL A LO ESTRATÉGICO

3.2.1 ¿Cómo reducir el riesgo sísmico?

Cuando se analizan los efectos que producen los terremotos, la configuración urbanística de las ciudades adquiere una notable importancia. A lo largo de la historia la forma de las ciudades ha ido transformándose, pasando de trazados con calles irregulares a otras con calles más amplias, rectilíneas y perpendiculares entre sí; este cambio ha estado motivado fundamentalmente por la propia evolución de los conceptos urbanísticos. Adicional a la configuración urbana, está el crecimiento acelerado de la población, que ha significado un aumento notable de la infraestructura de viviendas ligada a los asentamiento poblacionales, muchos de los cuales se han desarrollado en condiciones de informalidad. El problema radica no tanto en el volumen de la construcción sino en la forma en que esta se ha dado, ya que hoy en día se encuentran miles de personas alojadas en viviendas que no cuentan con características y condiciones adecuadas para resistir los efectos de un sismo.

La gestión del riesgo es un requisito esencial para garantizar la seguridad de la población. Es necesario, a partir de la norma de sismorresistencia, impulsar procesos de amplia cobertura que permitan no sólo sensibilizar a los profesionales del área de la construcción y maestros constructores, sino también a la población en general, sobre la importancia de contar con una vivienda segura. Experiencias como la del terremoto de Haití en el año 2010, evidencian que la vulnerabilidad de las edificaciones trae consecuencias graves sobre la vida humana y sobre el patrimonio, y si no se adoptan medidas para reducir las vulnerabilidades existentes y para evitar la generación de nuevas vulnerabilidades, las consecuencias futuras ante un evento sísmico de magnitud importante, se traducirán en la pérdida de muchas vidas humanas y en un impacto social y económico difícil de estimar, entre otros efectos.

Los Planes de Ordenamiento Territorial deben concebir dentro de su diagnóstico territorial e identificación de escenarios, los aspectos asociados al riesgo sísmico. Estudios de microzonificación sísmica, permiten evidenciar las zonas que presentan mayores niveles de peligrosidad en razón al tipo de suelo y su comportamiento, con lo cuál es posible definir áreas con distintas características respecto a los requerimientos mínimos para garantizar la construcción segura.

3.2.2 ¿Cómo reducir la vulnerabilidad de las viviendas?

Para reducir el riesgo de tener víctimas y daños en las construcciones por acción de los eventos sísmicos, se debe reducir la vulnerabilidad de las edificaciones, dado que no es posible cambiar la situación respecto a la amenaza sísmica. Por esta razón las normas de sismorrecistencia son fundamentales para reducir el riesgo de víctimas y daños, pues reducen la vulnerabilidad de las edificaciones.

Se deben considerar los siguientes escenarios:

- Construir la edificación en una zona de baja peligrosidad sísmica. Esto es viable únicamente para las estructuras que aún no se han construido. Dicha solución puede llevarse a cabo mediante una planificación física y urbana adecuada a través del Plan de Ordenamiento Territorial, con ayuda de estudios de microzonificación sísmica.

- Reducir la vulnerabilidad de la estructura. En el caso de estructuras que se van a construir, la reducción de la vulnerabilidad puede realizarse mediante la adopción de los códigos de sismorrecistencia y por medio de una supervisión estricta de los procesos constructivos.

- La reducción de la vulnerabilidad sísmica de estructuras existentes puede efectuarse mediante el reforzamiento adecuado de las mismas, luego de que un profesional competente realice los estudios y recomendaciones pertinentes.

3.2.3 ¿Cuáles son los desafíos para reducir la vulnerabilidad sísmica urbana?

Las ciudades en su proceso de crecimiento y desarrollo han acumulado múltiples vulnerabilidades, dentro de las cuales sobresalen las relacionadas con la deficiencia en la calidad de las construcciones, lo cual las hace altamente sensibles a las pérdidas por acción de los terremotos.

La República Dominicana cuenta con instrumentos de la política nacional, como la Ley 147-02 que crea el Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta; y el Decreto 275-13 que integra el Plan Nacional de Gestión Integral del Riesgo de Desastres y el Plan Nacional para la Reducción del Riesgo Sísmico. Dichos planes contienen las orientaciones técnicas y directrices para abordar los procesos de reducción de riesgos en todo el territorio de la República Dominicana.

Amparados en los lineamientos que establece la Ley, surge la necesidad de implementar algunas acciones estratégicas incluidas como parte del Plan Nacional de Reducción del Riesgo Sísmico:

- Implementar programas de evaluación del riesgo sísmico que incluyan, el conocimiento de la amenaza y la evaluación de las vulnerabilidades asociadas.
- Promover el análisis y reforzamiento de edificaciones esenciales.
- Incorporar el componente de riesgo sísmico dentro del Plan de Ordenamiento Territorial.
- Implementación y seguimiento de las normas y reglamentos, asegurando que los distintos actores del sector de la construcción incorporen los aspectos esenciales de la sismorrecistencia.
- Formular planes de contingencia frente a eventos sísmicos en todas las municipalidades con zonificación de riesgo alto.
- Sensibilización y capacitación de las comunidades respecto a la situación del riesgo sísmico.
- Formación y capacitación en temas de reducción del riesgo sísmico a instituciones de los niveles nacional, provincial y municipal.
- Fortalecimiento de la capacidad institucional para la supervisión, control y aplicación de las regulaciones sísmicas.

3.2.4 ¿Qué aspectos son esenciales para sensibilizar sobre la importancia de la construcción segura?

El involucramiento de múltiples actores, de acuerdo a sus roles y competencias, es fundamental en los procesos de reducción de la vulnerabilidad física frente a eventos sísmicos:

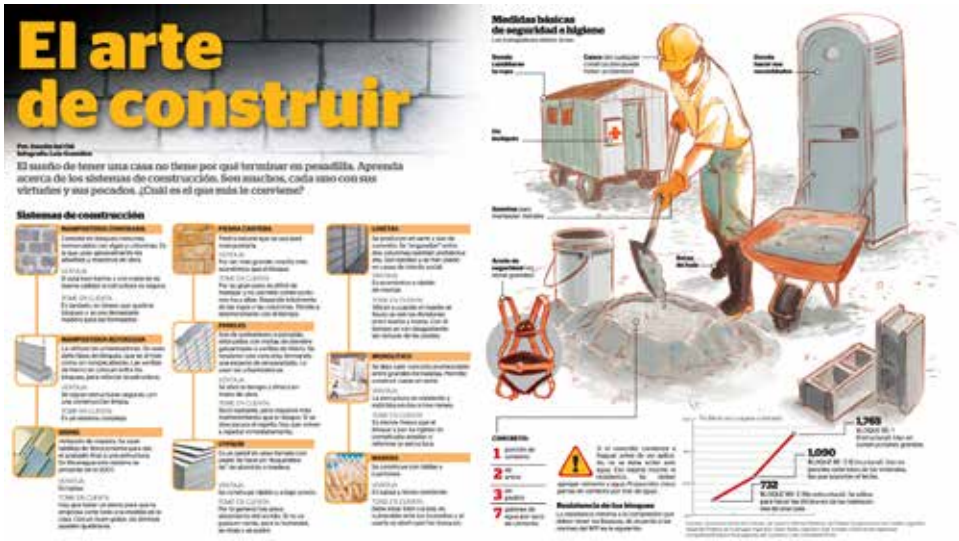
Nivel gubernamental – Toma de decisiones	◗ Facilitar las condiciones para la divulgación y aplicación de las normas y reglamentos para la construcción segura. ◗ Asegurar el cumplimiento del reglamento de diseño y construcción de viviendas sismorresistentes. ◗ Monitorear, supervisar y controlar los proyectos de construcción para asegurar que cumplan las normas y reglamentos
Nivel institucional y sectorial	◗ Generar los mecanismos para integrar la construcción segura en todos los proyectos de inversión pública. ◗ Generar capacidad para la evaluación permanente del riesgo sísmico, con énfasis en la vulnerabilidad física urbana. ◗ Promover prioritariamente la intervención de la vulnerabilidad de infraestructuras esenciales. ◗ Establecer estrategias de divulgación para involucrar a las comunidades en los procesos de intervención de la vulnerabilidad de estructuras
Sector privado – Gremio de la construcción	◗ Asegurar el cumplimiento estricto de los reglamentos para la construcción segura. ◗ Canalizar recursos para fines de divulgación respecto a la toma de consciencia de la población.
Sector académico	◗ Garantizar que los programas académicos relacionados con el sector construcción incorporen los principios de la sismorresistencia. ◗ Promover procesos de evaluación de la vulnerabilidad y definición de medidas de intervención a través de grupos de estudiantes de las ramas de ingeniería y arquitectura

Maestros constructores y albañiles	◗ Gestionar capacitación en las técnicas de construcción segura. ◗ Realizar los exámenes para la obtención de la certificación como maestros de obra, por parte del Ministerio de Obras Públicas. ◗ Gestionar asistencia técnica de profesionales de la ingeniería y arquitectura para los proyectos de construcción.
Autoridades locales	◗ Promover el control y la supervisión de los proyectos constructivos a nivel local, para asegurar que cumplan con las reglamentaciones establecidas. ◗ Gestionar capacidades a nivel local para la supervisión y control de los proyectos de construcción. ◗ Generar un mecanismo a nivel local para controlar las construcciones en estatus de informalidad
Población en general	◗ Exigir a los responsables de adelantar los procesos de construcción, el cumplimiento de las normas para la vivienda segura. ◗ Apoyar en el control de la expansión de la viviendas en condiciones de informalidad. ◗ Demandar asistencia y supervisión de las autoridades para garantizar el cumplimiento de las normas. ◗ Participar en procesos de divulgación y extensión del conocimiento respecto a la vulnerabilidad física. ◗ Apoyar en la búsqueda de soluciones para la implementación de actividades de mitigación del riesgo sísmico.

3.3 EXPERIENCIAS DE DIVULGACIÓN…

3.3.1 Caso México

3.3.2 Caso Perú



El arte de construir

El sueño de tener una casa no tiene por qué terminar en pesadilla. Aprenda acerca de los sistemas de construcción. Son muchos, cada uno con sus virtudes y sus pecados. ¿Cuál es el que más le conviene?

Sistemas de construcción

Medidas básicas de seguridad e higiene

1,769

1,090

732

RECURSOS DE INFORMACIÓN Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

El contenido de la Parte 1. correspondiente a los Aspectos Generales ha sido tomado y/o adaptado de los siguientes documentos:

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismorresistente de Viviendas de Mampostería. País: Colombia.
- Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) – Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción (SENCICO). Construcción y Mantenimiento de Viviendas de Albañilería, para Albañiles y Maestros de Obra. Editor Marcial Blondet, 2005. Lima – Perú.
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras. Decreto 201-11. País: República Dominicana.
- CENAPRED, JICA. Curso sobre Diseño y Construcción Sismorresistente de Estructuras. México, 1999.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Alcaldía Mayor de Bogotá. Módulos de Capacitación: Evaluación de Daños y de la Seguridad de Edificaciones después de un Sismo. País: Colombia.
- Patricia Máximo R. Artículo: Los Sismos y su Efecto sobre las Estructuras. Febrero, 2007.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Perú – Programa de Voluntarios de las Naciones Unidas. Guía de Orientación en Técnicas de Construcción. Perú, 2009.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, PNUD. Manual para la Reparación y Reforzamiento de Viviendas de Albañilería Confinada Dañadas por Sismos. Perú, 2009.
- Servicio Geológico Nacional, ONESVIE, JICA. Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones Escolares en la Provincia de San Cristóbal. República Dominicana, 2014.
- CENAPRED. Evaluación Simplificada de la Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas. País: México.

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Asociación de Ingeniería Sísmica. Manual sobre Sismo Resistencia para Funcionarios de Planeación Municipal y otros Profesionales de la Ingeniería y Arquitectura. Colombia, 2007.

- Aceros Arequipa. Construye Seguro, Manual del Maestro Constructor. País: Perú.

- Josef Farbiarz F. Presentación: Diseño Sismo Resistente. Facultad de Minas, Universidad Nacional Sede Medellín, Colombia.

- Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala (ICCG) Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (SE-CONRED) Consorcio DIPECHO: Agencia Católica Irlandesa para el Desarrollo (TROCAIRE) Catholic Relief Services (CRS) Pastoral Social de San Marcos (PSSM). Cartilla de Diseño Estructural de Mampostería Reforzada para Albañiles y Constructores. Guatemala, 2015.

El contenido de la Parte 2. correspondiente a las Experiencias en la Región, ha sido tomado y/o adaptado de los siguientes documentos:

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismorresistente de Viviendas de Mampostería. País: Colombia.

- Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) – Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción (SENCICO). Construcción y Mantenimiento de Viviendas de Albañilería, para Albañiles y Maestros de Obra. Editor Marcial Blondet, 2005. Lima – Perú.

- Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala (ICCG) Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (SE-CONRED) Consorcio DIPECHO: Agencia Católica Irlandesa para el Desarrollo (TROCAIRE) Catholic Relief Services (CRS) Pastoral Social de San Marcos (PSSM). Cartilla de Diseño Estructural de Mampostería Reforzada para Albañiles y Constructores. Guatemala, 2015.

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Perú – Programa de Voluntarios de las Naciones Unidas. Guía de Orientación en Técnicas de Construcción. Perú, 2009.
- Plan República Dominicana, Oxfam, Hábitat para la Humanidad, Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), PNUD, UNESCO, OIM. Módulo Educativo en Construcción para Albañiles y Maestros de Obra. República Dominicana, 2014.

El contenido de la Parte 3. correspondiente a la Reducción del Riesgo Sísmico ha sido tomado y/o adaptado de los siguientes documentos:

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Alcaldía Mayor de Bogotá. Módulos de Capacitación: Evaluación de Daños y de la Seguridad de Edificaciones después de un Sismo. País: Colombia.

Páginas WEB:

http://www.cenapred.unam.mx/es/PreguntasFrecuentes/faqpopo3.html
http://www.protocolo.com.mx/internacional/los-sismos-y-su-efecto-en-las-estructuras/
http://www.arqhys.com/construccion/sismo-resistencia.html
http://www.deguate.com.gt/guatemala/construccion-y-vivienda/constructores.php#.V-XI5LW26nc

Financiado por
la Unión Europea
Ayuda Humanitaria

Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

Al servicio
de las personas
y las naciones