

PREFACIO

Colombia es un país localizado en una zona de muy alta complejidad tectónica, en donde las placas de Nazca, Suramérica y del Caribe se encuentran, generando una alta actividad sísmica y volcánica que se ha evidenciado por la ocurrencia de sismos destructores, tsunamis o maremotos y la activación reciente de varios de sus volcanes.

Debido a que la mayoría de la población colombiana se encuentra concentrada en grandes ciudades localizadas en las zonas de mayor amenaza o peligro sísmico, el potencial de desastre por terremoto para el país resulta significativamente alto, tal como lo indica el Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes – CCCSR. Ciudades como Bucaramanga, Cúcuta, Manizales, Pereira, Armenia, Quibdó, Cali, Buenaventura, Popayán, Neiva, Pasto y Tumaco se encuentran en zonas de amenaza sísmica alta y otras capitales como Santafé de Bogotá, Tunja, Villavicencio, Ibagué, Medellín, Montería, Florencia y Arauca se encuentran en zonas de amenaza sísmica intermedia.

Debido a que los avances de la ingeniería sísmica han sido relativamente recientes, y a que la mayoría de las edificaciones menores han sido construidas utilizando técnicas constructivas espontáneas o tradicionales no sismo-resistentes, nuestras ciudades y poblaciones ofrecen un alto grado de vulnerabilidad o la posibilidad de que se presenten graves daños en caso de que ocurra un sismo intenso.

Para poder reducir dicha vulnerabilidad y, en consecuencia, el riesgo sísmico de nuestras ciudades es necesario construir adecuadamente las edificaciones, lo cual se logra aplicando los requisitos del CCCSR, no solamente en las grandes edificaciones que construyen los ingenieros y arquitectos, sino también en las construcciones menores que dirigen y llevan a cabo los técnicos de la construcción y los maestros de obra.

El terremoto de Popayán y otros ocurridos recientemente han demostrado la alta vulnerabilidad sísmica de las edificaciones meno-

res de mampostería, técnica constructiva ampliamente utilizada en nuestro país en muchas de sus regiones. La experiencia ha enseñado que este tipo de edificaciones deben cumplir con cierto tipo de requisitos para que puedan considerarse seguras y confiables en caso de sismo.

Este manual técnico de capacitación fue elaborado por el SENA con el fin de promover la adecuada construcción de edificaciones menores de mampostería, considerando los requisitos mínimos sismo-resistentes recomendados por el CCCSR, que garanticen la protección del patrimonio y la vida de sus ocupantes.

Esperamos que este manual, revisado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS – y respaldado por la Comisión Permanente del Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistente (MOPT –SCI-AIS) sea un aporte para los técnicos de la construcción y para aquellas personas que construyen día a día este tipo de edificaciones en nuestro país. Así mismo, la aplicación de las recomendaciones incluidas en el documento permitirá mejorar las antiguas edificaciones no sismoresistentes mediante adecuaciones, cuando ésto sea posible, y que las construcciones nuevas, garanticen la vida y la propiedad de los habitantes.

Invitamos a los Comités Locales para la Prevención y Atención de Desastres, a las universidades, a las asociaciones de ingenieros, arquitectos y técnicos constructores, a las empresas de la construcción y a las personas a quienes les llegue este manual, a reproducirlo y a promover su utilización, con el fin de lograr unas viviendas y unas ciudades más seguras base fundamental para reducir el riesgo y prevenir los desastres sísmicos en el futuro.

**Dirección Nacional para la Prevención
y Atención de Desastres**

GRUPO DE TRABAJO

Primera Edición

Instructores:

José Torres Verdugo, Regional Bolívar-Sucre
Dariver Antonio Quiceno, Regional Bogotá-Cundinamarca
José Manuel Moreno, Regional Bogotá-Cundinamarca
Juan Uribe, Regional Atlántico

Asesoría Técnico-Pedagógica:

Adolfo Tafur, Regional Cauca
Juan José Bonilla, Regional Cauca
Luis Enrique Martínez, División PPPU

Dirección y Producción:

Luis Enrique Martínez, División PPPU

Revisión Final:

Ing. Iván Flórez, División Construcciones

Diseño y Diagramación:

Claudia Bayona y Mariana Ramírez

Ilustraciones:

Mauricio González y José Ignacio Hernández

Segunda Edición

Revisión Técnica:

Natalia Bonilla, Jaime Rivera, Ricardo Díaz y Manuel Valle, Regional Bogotá-Cundinamarca
Darío Cabaleta y Orlando Bolívar, Regional Antioquia-Chocó
Mario Escobar, Regional Valle

Revisión y Asesoría Técnico-Pedagógica:

Ing. Emilio Bulla D., FIC Digeneral
Arq. Luis Eduardo Bustamante T., División Sector Industria y de la Construcción
Ing. Iván Flórez, División Construcciones y Mantenimiento

Revisión Técnica Final:

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica - AIS
Comité AIS-100 "Construcciones Sismo-Resistentes"
Comité AIS-400 "Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico"

Compu-Edición:

Raúl Eduardo Pacheco G., FIC Digeneral
Martha Salazar C., FIC Digeneral

Ilustraciones:

Constanza Saboya y Rosa Esther de Escobar, División Construcciones y Mantenimiento
Edgar Coral, División Investigaciones y Desarrollo Pedagógico

Asesoría Gráfica:

Alvaro Motivar, División de Comunicaciones

Producción:

División Sector Industria y de la Construcción

Esta publicación se realiza con el apoyo económico del Fondo Nacional de Calamidades, PNUD y DHA-UNDRO

PRESENTACION

El SENA con gran satisfacción presenta esta edición del Manual de Construcciones Sismo-Resistentes, concebido como un texto de consulta para profesionales y técnicos de la construcción que diseñan y dirigen la ejecución de proyectos de vivienda y también para aquellos que se están iniciando en esta actividad.

Es este un aporte del SENA a los esfuerzos realizados por el Gobierno Nacional y la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica para educar a sus gentes en la organización y aplicación de medidas de prevención en la construcción que puedan disminuir en gran medida los daños y pérdidas humanas y materiales provocadas por estos fenómenos impredecibles.

Los contenidos corresponden a lo dispuesto en la norma técnica dictada por el Gobierno Nacional a través del Código Co-

lombiano de Construcciones Sismo-Resistentes, CCCSR-84, y han sido cuidadosamente elaborados en un lenguaje y diseño técnicos sencillos pero sin menoscabar las exigencias profesionales de la construcción autogestionada de viviendas. Debe resaltarse sin embargo, que dado el interés social prioritario de este tipo de material didáctico, la información abarca sólo lo relativo a la construcción de vivienda o edificaciones afines.

Los contenidos tecnológicos que no aparecen, obviamente deben ser del dominio y conocimiento de los instructores de construcción del SENA y de los profesionales del ramo.

Algunas tablas y dosificaciones fueron elaboradas de conformidad con constantes universales, las que se ajustarán de acuerdo con la calidad y el tipo de los materiales de construcción de cada región.

Para este manual se ha tomado como modelo la casa de bloque o de ladrillo; pero recordemos que también son casas sísmoresistentes, con las debidas adiciones técnicas, las siguientes:

1. Casa de adobe enmallada
2. Casa de bahareque modular-quincha
3. Casa de bahareque tradicional
4. Casa de madera

Es conveniente tomar nota de lo anterior especialmente en proyectos de autoconstrucción en zonas rurales.

Finalmente, cabe resaltar que esta edición ha sido objeto de una minuciosa revisión técnico- pedagógica, con el objeto de precisar su información y facilitar su utilización efectiva como herramienta de consulta. Confiamos en que este esfuerzo sea significativo en el desarrollo de los programas populares de vivienda y se constituya en factor importante del mejoramiento habitacional que todos perseguimos.

El costo social y material originado por la falta de adopción de medidas preventivas en casos de desastre sísmico es incalculable: tanto la reconstrucción de las obras como la restauración social, es lenta, difícil y costosa.

La acción de estos fenómenos naturales, afecta en mayor escala aquellos lugares de población densa con vivienda concentrada. Generalmente los daños se localizan en edificaciones antiguas y en sectores de vivienda popular, en donde la mala calidad de las construcciones es terreno abonado para el desastre.

De la experiencia vivida a raíz del sismo que destruyó a la ciudad de Popayán y otras poblaciones vecinas del Departamento del Cauca, se concluyó que la causa más notoria para la destrucción fué la pobreza material y técnica de las edificaciones.

El Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, conocedor de esta situación y consciente del riesgo sísmico que amenaza dos terceras partes del territorio nacional, ha decidido producir el presente manual de normas técnicas para la construcción de vivienda sismo-resistente, tomando como base los requisitos sísmicos para edificaciones de una y dos plantas consignados en el Código CCCSR-84 y la experiencia recogida en el Cauca.

El Gobierno Nacional mediante el Decreto 1400 de junio 7 de 1984, Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes C.C.C.S.R. 84, ordenó que a partir del 1o. de diciembre del mismo año las construcciones en el país, incluyendo la vivienda popular, debían ceñirse al contenido de dicha norma.

Buscando la aplicación en todo el territorio nacional de las normas contempladas, el manual se constituye en un medio didáctico que contribuye en gran medida a la prevención de nuevos desastres ocasionados por sismos, huracanes o inundaciones.

Por tal razón se dirige específicamente a los instructores de construcción que imparten conocimientos técnicos a las comunidades beneficiarias de los programas de construcción autogestionada, así mismo a los técnicos de otras instituciones, que trabajan en programas de vivienda popular.

El manual ha sido diseñado y escrito en un lenguaje de fácil comprensión tanto para técnicos como para comunidades y hace parte de los medios didácticos para la formación en construcción.

Es a través de la capacitación como se logrará el objetivo de la construcción sismo-resistente. Así lo testimonian las palabras de IAN DAVIS, autor del libro "Arquitectura de Emergencia" y analista de renombre mundial de fenómenos que pueden causar desastres:

"Si le proporcionas a un hombre una casa segura, proporcionas una vivienda para su familia, pero si le enseñas a construir su propia casa de una forma segura, habrás proporcionado una vivienda para su familia y probablemente también para las familias de sus hijos, de sus parientes y de sus amigos".

Se espera que la información contenida en estas páginas sean de gran utilidad para los constructores de vivienda y contribuya a reducir las posibles pérdidas de vidas y de propiedades en los sismos futuros.

CONCLUSIONES DE UNA EXPERIENCIA

Después del terremoto ocurrido en el Cauca, de los graves daños causados y de la experiencia que el SENA viene desarrollando en la reconstrucción de la ciudad se puede concluir que:

1. Una comunidad que construye sus casas sismo-resistentes está aplicando medidas preventivas contra futuros desastres y aminorando los riesgos de miseria, desolación y muerte que traen consigo los sismos.
2. Para ello es indispensable el conocimiento de las causas, las propiedades y los efectos de estos fenómenos.
3. Entender que las causas que producen los movimientos de la corteza terrestre y sus efectos geológicos, son factores que el hombre no puede evitar; por eso nada tiene propiedades anti-sísmicas.
4. Es necesario adoptar medidas frente a los sismos, construyendo casas sismo-resistentes que soporten el desplazamiento normal del terreno y específicamente la acción de los fenómenos geológicos.
5. Es necesario aplicar las normas y recomendaciones indicadas por las entidades encargadas y en especial las consignadas en el CODIGO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIONES SISMO-RESISTENTES.
6. Así la construcción de vivienda, con participación de las comunidades, es una tarea que devuelve al trabajo el aliciente y la iniciativa diaria y se convierte en la alternativa para construir viviendas funcionales que brinden a la familia seguridad, comodidad y descanso.

CONTENIDO

PRIMERA PARTE Generalidades

CAUSAS Y EFECTOS

1. Principios básicos	9
2. Acción de los sismos	12
3. Acción de los sismos sobre la vivienda	14
4. Riesgo sísmico en Colombia	16
5. Costo social de un sismo	17

SISMO-RESISTENCIA

1. Principios Básicos	21
2. Publicaciones de normas técnicas	24

SEGUNDA PARTE Características Técnicas

PRELIMINARES

1. Diseño	29
2. Cálculos y presupuestos	33
3. Costos y porcentajes	35
4. Tiempos	36
5. Localización	38
6. Resistencia de suelos	40
7. Descapote y nivelación	42

CIMENTACION Y DESAGUES

1. Replanteo y excavaciones	47
2. Lechos	49
3. Cimentación	50
4. Desagües	55
5. Sobrecimiento	58

MUROS

1. Tipos de muros	63
2. Clases de muros	64
3. Materiales y dosificación	66
4. Dimensionamientos	68
5. Luces y vanos	70

ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CONFINAMIENTO

1. Columnetas	75
2. Viga superior de amarre	83
3. Vigas de culata	88

CUBIERTAS

1. Elementos de la cubierta	91
2. Pendiente o inclinación	92
3. Cubiertas de asbesto-cemento	93
4. Construcción de la estructura	94
5. Colocación de placas	96

PISOS, INSTALACIONES Y ACABADOS

1. Pisos	101
2. Instalació de puertas y ventanas	103
3. Acabados	107

BIBLIOGRAFIA	108
---------------------	-----