

1ª edición, noviembre 2003

©SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

Abraham González Núm. 48,
Col. Juárez, Deleg. Cuauhtémoc,
C.P. 06699, México, D.F.

©CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

Av. Delfín Madrigal Núm. 665,
Col. Pedregal de Santo Domingo,
Deleg. Coyoacán, C.P. 04360, México, D. F.

Teléfonos:

(55) 54 24 61 00

(55) 56 06 98 37

Fax: (55) 56 06 16 08

e-mail: editor@cenapred.unam.mx

www.cenapred.unam.mx

©Autores:

"Introducción y Conclusiones"

Carlos Reyes

"Marco Geoestadístico "

Oscar Zepeda.

"Sismología "

Carlos Gutiérrez

"Edificios Instrumentados "

Roberto Durán

"Aspectos Geotécnicos "

Leobardo Domínguez y Manuel J. Mendoza

"Sistemas Extendidos "

Sergio M. Alcocer , Leonardo Flores y Carlos Reyes

"Vivienda "

Sergio M. Alcocer, Roberto Durán, Alonso Echavarría, Leonardo Flores, Oscar A. López, Miguel Ángel Pacheco y Carlos Reyes

"Infraestructura Educativa "

Sergio M. Alcocer, Alonso Echavarría, Leonardo Flores y Carlos Reyes

"Infraestructura de Salud "

Sergio M. Alcocer y Carlos Reyes

"Patrimonio Cultural "

Roberto Durán, Leonardo Flores, Oscar A. López, Miguel Ángel Pacheco y Oscar de la Torre

"Edificios Públicos "

Sergio M. Alcocer, Roberto Durán, Leonardo Flores y Carlos Reyes

"Edificios de Uso Comercial "

Roberto Durán, Leonardo Flores y Carlos Reyes

"Impacto Socioeconómico "

Daniel Bitrán, Jorge A. Colorado, Norlang M. García y Miguel Ángel Pacheco

Edición: Miguel Ángel Pacheco

Portada: Demetrio Vázquez Sánchez

ISBN: 970-628-732-9

Derechos reservados conforme a la ley

IMPRESO EN MÉXICO. *PRINTED IN MEXICO*

Distribución Nacional e Internacional: Centro Nacional de Prevención de Desastres

EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO ES EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LOS
AUTORES

SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

Lic. Santiago Creel Miranda

Secretario de Gobernación

Lic. María del Carmen Segura Rangel

Coordinadora General de Protección Civil

**CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE
DESASTRES**

M. en I. Roberto Quaas Weppen

Director General

Dra. Georgina Fernández Villagómez

Directora de Investigación

Ing. Enrique Guevara Ortiz

Director de Instrumentación y Cómputo

M. en I. Tomás Alberto Sánchez Pérez

Director de Difusión

Lic. Gloria Luz Ortiz Espejel

Directora de Capacitación

Lic. Luz María Flores Guerrero

Directora de Administración

Profra. Carmen Pimentel Amador

Directora de Servicios Técnicos

Sistema Nacional de Protección Civil
Centro Nacional de Prevención de Desastres

EL SISMO DE TECOMÁN, COLIMA DEL 21 DE ENERO DE 2003 (Me 7.6)

Dirección de Investigación

Sudirección de Estructuras y Geotecnia
Sudirección de Riesgos Geológicos
Área de Estudios Económicos y Sociales
Área del Atlas Nacional de Riesgos

Noviembre, 2003

CONTENIDO

RESUMEN, SUMMARY	9
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 ANTECEDENTES.....	11
1.2 ALCANCE Y OBJETIVO.....	11
1.3 CONTENIDO DEL DOCUMENTO	11
CAPÍTULO 2 MARCO GEOESTADÍSTICO.....	13
2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	13
2.2 COLIMA.....	13
2.2.1 ARMERÍA	16
2.2.1.1 Toponimia.....	16
2.2.1.2 Localización.....	16
2.2.1.3 Extensión.....	16
2.2.1.4 Orografía.....	17
2.2.1.5 Hidrografía.....	17
2.2.1.6 Clima.....	17
2.2.1.7 Principales ecosistemas	17
2.2.1.8 Recursos naturales	17
2.2.1.9 Características y uso de suelo.....	17
2.2.2 COLIMA.....	18
2.2.2.1 Toponimia.....	18
2.2.2.2 Localización.....	18
2.2.2.3 Orografía.....	18
2.2.2.4 Hidrografía.....	18
2.2.2.5 Clima.....	18
2.2.2.6 Principales ecosistemas	19
2.2.2.7 Recursos naturales	19
2.2.2.8 Características y uso de suelo.....	19
2.2.3 COMALA	19
2.2.3.1 Toponimia.....	19
2.2.3.2 Localización.....	19
2.2.3.3 Orografía.....	20
2.2.3.4 Hidrografía.....	20
2.2.3.5 Clima.....	20
2.2.3.6 Principales ecosistemas	20
2.2.3.7 Recursos naturales	20
2.2.3.8 Características y uso de suelo.....	21
2.2.4 COQUIMATLÁN	21
2.2.4.1 Toponimia.....	21
2.2.4.2 Extensión.....	21
2.2.4.3 Orografía.....	21
2.2.4.4 Hidrografía.....	21
2.2.4.5 Clima.....	21
2.2.4.6 Principales ecosistemas	22
2.2.4.7 Recursos naturales	22
2.2.4.8 Características y uso de suelo.....	22
2.2.5 CUAUHTÉMOC.....	22
2.2.5.1 Toponimia.....	22
2.2.5.2 Localización.....	22
2.2.5.3 Orografía.....	22
2.2.5.4 Hidrografía.....	23
2.2.5.5 Clima.....	23
2.2.5.6 Principales ecosistemas	23
2.2.5.7 Recursos naturales	24

2.2.5.8	Características y uso de suelo.....	24
2.2.6	IXTLAHUACÁN	24
2.2.6.1	Toponimia.....	24
2.2.6.2	Localización.....	24
2.2.6.3	Orografía.....	24
2.2.6.4	Hidrografía.....	24
2.2.6.5	Clima.....	25
2.2.6.6	Principales ecosistemas	25
2.2.6.7	Recursos naturales	25
2.2.6.8	Características y uso de suelo.....	25
2.2.7	MANZANILLO	25
2.2.7.1	Toponimia.....	25
2.2.7.2	Localización.....	25
2.2.7.3	Orografía.....	26
2.2.7.4	Hidrografía.....	26
2.2.7.5	Clima.....	26
2.2.7.6	Principales ecosistemas	26
2.2.7.7	Recursos naturales	27
2.2.7.8	Características y uso de suelo.....	27
2.2.8	MINATITLÁN	27
2.2.8.1	Localización.....	27
2.2.8.2	Orografía.....	27
2.2.8.3	Hidrografía.....	28
2.2.8.4	Clima.....	28
2.2.8.5	Principales ecosistemas	28
2.2.8.6	Recursos naturales	28
2.2.8.7	Características y uso de suelo.....	28
2.2.9	TECOMÁN.....	29
2.2.9.1	Toponimia.....	29
2.2.9.2	Localización.....	29
2.2.9.3	Orografía.....	29
2.2.9.4	Hidrografía.....	29
2.2.9.5	Clima.....	29
2.2.9.6	Principales ecosistemas	29
2.2.9.7	Recursos naturales	30
2.2.9.8	Características y uso de suelo.....	30
2.2.10	VILLA DE ÁLVAREZ	30
2.2.10.1	Toponimia.....	30
2.2.10.2	Localización.....	30
2.2.10.3	Orografía.....	30
2.2.10.4	Hidrografía.....	30
2.2.10.5	Clima	31
2.2.10.6	Principales ecosistemas	31
2.2.10.7	Recursos naturales	31
2.2.10.8	Características y uso de suelo.....	31
2.3	JALISCO	32
2.4	MICHOACÁN	34
	BIBLIOGRAFÍA.....	36

CAPÍTULO 3 SISMOLOGÍA 37

3.1	INTRODUCCIÓN	37
3.2	EVENTO PRINCIPAL, RÉPLICAS, ACELERACIONES Y VELOCIDADES REGISTRADAS	38
3.2.1	Marco tectónico de la región epicentral	38
3.2.2	Réplicas	39
3.2.3	Aceleraciones del terreno	40
3.2.4	Aceleraciones del terreno en la Ciudad de México	41
3.2.5	Mapa de intensidades sísmicas	42
3.2.6	Estudios previos en la Ciudad de Colima	44
3.2.7	Geología superficial	44
3.2.8	Velocidades de ondas sísmicas en pozos del área urbana	45
3.2.9	Frecuencia dominante del terreno y amplificación de las ondas	46

BIBLIOGRAFÍA.....	48
CAPÍTULO 4 EDIFICIOS INSTRUMENTADOS.....	49
4.1 INTRODUCCIÓN.....	49
4.2 INFORMACIÓN OBTENIDA DE EDIFICIOS INSTRUMENTADOS POR EL CENAPRED EN LA CIUDAD DE MÉXICO.....	49
4.2.1 Tipología de los edificios instrumentados.....	49
4.2.1.1 Edificio B y L.....	49
4.2.1.2 Descripción del Edificio IMP.....	51
4.2.2 Registros sísmicos.....	52
CAPÍTULO 5 ASPECTOS GEOTÉCNICOS.....	57
5.1 INTRODUCCIÓN.....	57
5.2 MARCO GEOLÓGICO.....	57
5.3 LICUACIÓN DE SUELOS.....	58
5.4 DAÑOS LOCALES POR LAS CONDICIONES DEL TERRENO.....	64
5.5 DESLIZAMIENTOS.....	66
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....	69
CAPÍTULO 6 SISTEMAS EXTENDIDOS.....	71
6.1 INTRODUCCIÓN.....	71
6.2 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SISTEMAS DE RIEGO.....	71
6.2.1 Colima.....	71
6.3 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	71
6.3.1 Colima.....	71
6.3.2 Jalisco.....	71
6.3.3 Michoacán de Ocampo.....	72
6.4 COMUNICACIONES.....	72
6.5 VÍAS DE TRANSPORTE.....	72
6.5.1 Colima.....	72
6.5.1.1 Estructura sobre el Muelle Fiscal de Manzanillo, Colima.....	72
6.5.1.2 Puente "Manzanillo Colima".....	74
6.5.2 Jalisco.....	76
6.5.3 Michoacán de Ocampo.....	76
CAPÍTULO 7 VIVIENDA.....	79
7.1 INTRODUCCIÓN.....	79
7.2 ESTADO DE COLIMA.....	79
7.2.1 Armería.....	80
7.2.2 Colima.....	80
7.2.2.1 Vivienda de adobe.....	81
7.2.2.2 Vivienda de mampostería simple y confinada.....	89
7.2.2.3 Edificio de departamentos de tres niveles.....	90
7.2.2.4 Edificio de departamentos de cuatro niveles.....	94
7.2.3 Coquimatlán.....	98
7.2.3.1 Características y tipos de daño.....	99
7.2.3.2 Estructuras de mampostería de adobe.....	99
7.2.3.3 Estructuras de mampostería de tabique simple y confinada.....	102
7.2.3.4 Estructuras de mampostería mixta.....	103
7.2.4 Tecomán.....	104
7.2.5 Ixtlahuacán.....	106
7.2.6 Villa de Álvarez.....	110
7.2.6.1 Adobe.....	111
7.2.6.2 Mampostería simple.....	112
7.2.6.3 Mampostería confinada.....	115
7.3 ESTADO DE JALISCO.....	117
7.3.1 Autlán de Navarro.....	119
7.3.1.1 Tipología de vivienda.....	119

7.3.1.2	<i>Daños observados</i>	119
7.3.2	Cocula	121
7.3.2.1	<i>Tipología de la vivienda</i>	121
7.3.2.2	<i>Daños observados</i>	121
7.3.3	El Grullo	122
7.3.3.1	<i>Tipología de la vivienda</i>	122
7.3.3.2	<i>Daños observados</i>	123
7.3.4	Juchitlán	124
7.3.4.1	<i>Tipología de la vivienda (Predominante)</i>	124
7.3.4.2	<i>Daños observados</i>	125
7.3.5	Pihuamo	125
7.3.5.1	<i>Tipología de la vivienda (Predominante)</i>	125
7.3.5.2	<i>Daños observados</i>	125
7.3.6	Tecolotlán	126
7.3.6.1	<i>Tipología de la vivienda (Predominante)</i>	126
7.3.6.2	<i>Daños observados</i>	126
7.3.7	Tolimán	126
7.3.7.1	<i>Tipología de la vivienda (Predominante)</i>	126
7.3.7.2	<i>Daños observados</i>	127
7.3.8	Tonaya	128
7.3.8.1	<i>Tipología de la vivienda (Predominante)</i>	128
7.3.8.2	<i>Daños observados</i>	128
7.3.9	Tonila	129
7.3.9.1	<i>Tipología de la vivienda</i>	129
7.3.9.2	<i>Daños observados</i>	129
7.3.10	Unión de Tula	130
7.3.10.1	<i>Tipología de la vivienda</i>	131
7.3.10.2	<i>Daños observados</i>	131
7.3.11	Villa Corona	132
7.3.11.1	<i>Tipología de la vivienda</i>	132
7.3.11.2	<i>Daños observados</i>	132
7.3.12	El Limón	132
7.3.12.1	<i>Tipología de la vivienda (Predominante)</i>	132
7.3.12.2	<i>Daños observados</i>	134
7.3.13	Zapotitlán de Badillo	135
7.3.13.1	<i>Tipología de la vivienda en la cabecera municipal (Predominante)</i>	135
7.3.13.2	<i>Daños observados en la cabecera municipal</i>	135
7.3.13.3	Tetapán	136
7.3.13.4	<i>Daños observados</i>	137
7.4	ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO	140
7.4.1	Viviendas de adobe y de mampostería simple	140
7.4.2	Viviendas de mampostería confinada	145
7.5	DISCUSIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA	146
7.6	DAÑO EN BARDAS, PRETILES Y MUROS DE CELOSÍA	148
7.6.1	Bardas	148
7.6.2	Pretiles	154
7.6.3	Muros de celosía	156
7.6.4	Caida de tejas y ornamentos y otros daños no estructurales	157
7.6.5	Discusión	157

CAPÍTULO 8 INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA.....161

8.1	INTRODUCCIÓN	161
8.2	COLIMA	161
8.2.1	Colima	161
8.2.2	Coquimatlán	166
8.2.3	Ixtlahuacán	167
8.3	JALISCO	168
8.4	MICHOACÁN	173

CAPÍTULO 9 INFRAESTRUCTURA DE SALUD.....175

9.1	INTRODUCCIÓN	175
9.1.1	Colima.....	175
9.1.1.1	<i>Clinica-Hospital "Dr. Miguel Trejo Ochoa"</i>	175
9.1.1.2	<i>Edificio de Hospitalización</i>	176
9.1.1.3	<i>Edificio de Consulta Externa</i>	180
9.1.1.4	<i>Edificio de Mantenimiento</i>	182
9.1.1.5	<i>Edificio de Investigación y Capacitación</i>	182
9.1.1.6	<i>Conclusiones y recomendaciones</i>	183
9.1.2	Coquimatlán	184
9.2	JALISCO	184
9.2.1	Michoacán de Ocampo	184

CAPÍTULO 10 PATRIMONIO CULTURAL..... 187

10.1	INTRODUCCIÓN	187
10.2	COLIMA	187
10.2.1	Armería.....	187
10.2.2	Colima.....	190
10.2.3	Ixtlahuacán.....	194
10.2.4	Coquimatlán	196
10.2.5	Tecomán.....	199
10.3	JALISCO	202
10.4	ESTRUCTURACIÓN MÁS COMÚN EN LAS EDIFICACIONES DE IGLESIAS	206
10.5	TIPO PRINCIPAL DE DAÑO	208
	REFERENCIAS	209

CAPÍTULO 11 EDIFICIOS PÚBLICOS..... 211

11.1	INTRODUCCIÓN	211
11.2	COLIMA.....	211
11.2.1	Colima.....	211
11.2.1.1	<i>Administración Local Jurídica de Colima</i>	211
11.2.1.2	<i>Edificio de las oficinas administrativas del ISSSTE</i>	213
11.2.2	Armería.....	219
11.2.2.1	<i>Edificio de Protección Civil, Justicia y Bomberos</i>	219
11.2.3	Coquimatlán	221
11.2.4	Manzanillo	221
11.2.4.1	<i>Inmueble frente al muelle Fiscal</i>	221
11.2.5	Tecomán.....	222
11.2.5.1	<i>Presidencia Municipal</i>	222
11.3	JALISCO	225

CAPÍTULO 12 EDIFICIOS DE USO COMERCIAL 227

12.1	INTRODUCCIÓN	227
12.2	COLIMA	227
12.2.1	Colima.....	227
12.2.2	Armería.....	229
12.2.3	Tecomán.....	230
12.3	JALISCO	232
12.3.1	Zapotitlán de Vadillo.....	232

CAPÍTULO 13 IMPACTO SOCIOECONÓMICO..... 235

13.1	PRESENTACIÓN.....	235
13.2	INTRODUCCIÓN Y SÍNTESIS.....	236
13.3	ANTECEDENTES.....	238
13.3.1	Población y área afectada	238
13.3.2	Características socioeconómicas de la región afectada	238
13.4	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CIVIL.....	239
13.5	ESTIMACIÓN DE LOS DAÑOS EN EL ESTADO DE COLIMA.....	242
13.5.1	Atención de la emergencia	242

13.5.2	Sectores sociales	243
13.5.2.1	Sector vivienda	243
13.5.2.2	Reporte y estimación de daños en vivienda	243
13.5.2.3	Infraestructura en educación	247
13.5.2.4	Infraestructura en salud	248
13.5.3	Infraestructura y servicios	250
13.5.3.1	Sector hidráulico	250
13.5.3.2	Sector energía eléctrica	252
13.5.3.3	Comunicaciones y transportes	253
13.5.3.4	Daños a edificios públicos, monumentos históricos e inmuebles religiosos	257
13.5.3.5	Daños a edificios e infraestructura públicos	258
13.5.3.6	Edificios históricos, artísticos y religiosos	258
13.5.4	Sectores productivos	260
13.5.4.1	Agricultura	262
13.5.4.2	Sector comercio	262
13.6	COMENTARIOS FINALES	265
13.6.1	COMENTARIOS SOBRE LA CÉDULA DE INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA Y VERIFICACIÓN DE DAÑOS	266
BIBLIOGRAFÍA		268
CAPÍTULO 14 CONCLUSIONES		269
14.1	CONCLUSIONES	269
14.2	RECOMENDACIONES	269
AGRADECIMIENTOS		271

RESUMEN

El 21 de enero de 2003, a las 20:06 hora local ocurrió un sismo de magnitud $M_e=7.6$, con epicentro frente a las costas del estado de Colima. En este informe se presentan, de manera resumida las características sismológicas del evento. Se describen las observaciones, hechas durante una visita a la zona afectada, del comportamiento de hospitales, escuelas, viviendas, puentes monumentos históricos y edificios públicos y de uso comercial. Se incluye, también, una evaluación económica del costo de reconstrucción de los daños causados por el sismo. Finalmente, se señalan algunos aspectos que deben atenderse en el campo de la protección civil en México.

SUMMARY

On January 21, 2003 at 20:06 h local time, a magnitude $M_e=7.6$ earthquake occurred with its epicenter located in front to Colima State coasts. This report summarizes the seismological characteristics of the event. Observations made during a visit to the affected region on the behavior of hospitals, schools, housing, bridges, historical monuments and commercial and public buildings are described. An economical evaluation of the damage is presented. Finally, conclusions and recommendations regarding civil protection measures are included.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Carlos Reyes

1.1 ANTECEDENTES

El 21 de enero del 2003 el Servicio Sismológico Nacional (SSN) informó de la ocurrencia de un sismo a las 20:06 hora local, (02:06 h GMT), su foco fue localizado en las coordenadas 18.6° N y 104.22° W, frente a las costas de Colima, con una profundidad de 9.3 km.

La magnitud calculada por el SSN, empleando la escala de magnitud de energía, basada en la estimación de la energía liberada empleando registros de la estación CUIG, ubicada en Ciudad Universitaria, fue Me7.6.

La intensidad del movimiento fue sentida con mayor fuerza en los estados de Colima, Michoacán y Jalisco. Los daños más notables se observaron en el estado de Colima. En el Distrito Federal, fue registrado por la red de instrumentos existente, sin embargo, su intensidad fue menor y prácticamente no se observaron daños. De acuerdo con la escala de Mercalli, la intensidad del sismo fue de VIII cerca del área epicentral, siendo las construcciones de adobe y mampostería de piezas de barro deficientemente confinada las que presentaron los mayores daños.

1.2 ALCANCE Y OBJETIVO

Por instrucciones de la Coordinación General de Protección Civil, investigadores del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) visitaron algunos puntos de los estados de Colima, Michoacán y Jalisco que presentaron diversos niveles de daño después del sismo de Tecmán del 21 de enero de 2003. El interés se concentró en la determinación del estado de las estructuras en dichos sitios después de la ocurrencia del sismo.

Las visitas a los sitios afectados por el sismo de Tecmán no fueron exhaustivas de manera de contabilizar cada una de las construcciones dañadas, sino que se llevaron a efecto de detectar los daños representativos derivados de la acción del sismo.

1.3 CONTENIDO DEL DOCUMENTO

Este documento presenta las observaciones realizadas durante los recorridos y las recomendaciones del CENAPRED a la Coordinación General de Protección Civil.

El Capítulo 2 contiene los relacionado con el marco geoestadístico de la región afectada, se describen las características fisiográficas del sitio, su clima, hidrología, localización, características y uso del suelo, entre otros aspectos.

En el Capítulo 3 se describen los aspectos sismológicos relacionados con el sismo de Tecmán, Colima del 21 de enero de 2003. Se incluye información sobre el evento principal y sus réplicas, así como las distintas intensidades sísmicas en términos de aceleraciones máximas del terreno y la escala de Mercalli Modificada.

El Capítulo 4 presenta los registros sísmicos de los instrumentos de medición localizados en los edificios monitoreados por el CENAPRED.

En el Capítulo 5 se describen los temas relacionados con los aspectos geotécnicos, tales como deslizamientos de laderas y licuación del suelo.

Los Capítulos 6 al 12 contienen la descripción de los diferentes tipos de infraestructura dañada en los sitios que los investigadores del CENAPRED. Tal es el caso de sistemas extendidos, vivienda, escuelas, hospitales, edificios públicos, entre otros.

En el Capítulo 13 se hace una evaluación del impacto económico del sismo esencialmente sobre el estado de Colima.

En el Capítulo 14 se presentan las conclusiones y recomendaciones al Sistema Nacional de Protección Civil.