CAPITULO VI

CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

Los resultados preliminares obtenidos con este estudio, obligan necesariamente a profundizar en la evaluación de vulnerabilidad de las edificaciones destinadas a viviendas, especialmente aquellas que han sido construídas como modelos repetidos ya que en algunos casos de edificaciones de más de 6 pisos pudieran producir una elevada concentración de daños en algunos sectores de la ciudad.

Con el nivel de daños estimado preliminarmente, se puede establecer que la ciudad de Mérida presenta una VULNERABILIDAD ALTA ante la ocurrencia de un evento sísmico de magnitud 6 ó 6.5 o una distancias epicentral comprendidas entre los 0 y 70kms. de la ciudad, pudiéndose registrar una intensidad de daños muy elevada especialmente el segmento de edificaciones residenciales y algunas edificaciones esenciales.

Así mismo, aunque las redes de la infraestructura de servicios no han sido estudiadas de manera directa en este trabajo; es necesario que las mismas (electricidad, telefonía y agua) sean evaluados en un trabajo aparte; es importante reflejar tres consideraciones y observaciones sobre las mismas.

1) El sistema de micro-ondas de la CANTV, se encuentra localizada en una edificación la cual fue evaluada por CEAPRIS, obteniéndose una serie de resultados poco esperanzadores sobre su seguridad. Además, se encuentra adyacente a un edificio de 6 pisos sin diseño sísmico y planta baja blanda lo que los hace vulnerable a la colindancia.

2) En relación al sistema de acueducto, se puede señalar que la planta de tratamiento está localizada muy próxima al foco activo de la falla del Mucujún, además, la aducción principal cruza perpendicularmente a la falla en el puente de San Pedro.

Otro aspecto es el relativo a la vida útil de la red de distribución del área central la cual fue empotrada hace ya más de 40 años.

3) LA red de distribución eléctrica en algunas áreas de la ciudad es aérea, existiendo áreas expuestas a la ruptura al igual que las experiencias de otros terremotos anteriores de la interrupción masiva por el de los conductores al producirse desprendimientos o derrumbe de edificaciones.

Este diagnóstico de la infraestructura debe realizarse para poder establecer con cierto grado de precisión, el nivel de operatividad que tendrían los servicios públicos esenciales como los Bancos que garaticen la movilización de recursos económicos; automercados y mercados para garantizar el flujo de distribución de alimentos entre la población y las estaciones de gasolina que completa el circulo de recursos que mantienen la movilidad urbana.

6.1.-RECOMENDACIONES

Para disminuir el nivel de vulnerabilidad de la ciudad ante un evento sísmico destructor, se deben ir acometiendo un conjunto de acciones de tipo legislativo (Ordenanzas) y normativas que mejoren cualitativamente las edificaciones existentes y limiten los sucesivos errores de diseño y de urbanización que se han venido cometiendo en los últimos 20 años.

En este sentido se recomiendan las siguientes acciones:

1) Legislativas:

1.1.-Promulgación de un decreto del Ejecutivo del Estado, ratificado como Ordenanza por las Alcaldías del Municipio Libertador, Campo Elías, Tovar y Alberto Adriani, a los fines de adecuar las construcciones de más de 4 pisos a todas las condiciones de seguridad vigente, hasta la fecha; eliminación de plantas libres, instalación de sistemas contra incendio, eliminación y reemplazo de sistema de almacenamiento de agua en azoteas.

1.2.-Promulgación de una Ordenanza de la Alcaldía del Libertador que ordene la evaluación de las edificaciones escolares del Municipio, así como las edificaciones destinadas a horfelnatos, retén de menores.

2) Normativas:

2.1.-Incorporar al Plan de Ordenamiento Urbano elaborado por convenio UCEP-MINDUR un capítulo que establezca el nivel de alto riesgo sísmico a la poligonal urbana definida en el mismo, donde se recomienden textualmente las limitaciones de diseño arquitectónico y estructural que deben ser aplicadas en la ciudad de Mérida.

2.2.-Recomendar y preveer que en el Plan de Ordenamiento Urbano Local, se establezcan de manera obligatoria los retiros laterales correspondientes, con fines preventivos para evitar la colindancia entre edificaciones en caso de terremotos, la propagación de incendios en edificaciones verticales, tomando como referencia retiros mínimos según la relación indicada:

h/2 para 2 pisos

h/3 para 3 pisos

h/4 para 4 pisos

h/5 para 5 pisos

h/6 para 6 pisos

h/7 para 7 pisos

h/8 para 8 pisos

2.3.-Prohibir definitivamente las edificaciones con solución de planta baja libre acogiendo las recomendaciones Internacionales sobre plantas blandas en zonas sísmicas y la establecido en la Norma Convenin para edificaciones sismo resistentes.

2.4.-Prohibir las edificaciones con soluciones de almacenamiento de agua en tanques elevados ubicados en azoteas, especialmente para edificios de más de 4 pisos.

ANEXO I

**EDIFICACIONES EXISTENTES EN LA CIUDAD DE MERIDA
SUCEPTIBLES AL EFECTO DE COLINDANCIA**

NOMBRE DEL EDIFICIO	LOCALIZACION URBANA	NUMERO EDIFICIOS	PISOS	NUMERO APART. CONSTRUCT	SISTEMA
Nagdalena	Av Las America	1	20		Aparticadao
Itzia	Av Tullio Febres	1	8		Aparticadao
Meremad	Av 4	1	8	Ofic	Aparticadao
Bentoandres	Av 4	1	2	Ofic	Aparticadao
Oncentro	Av 4	1	7	Ofic	Aparticadao
Panlima	Av 4	1	3	Ofic	Aparticadao
Fronte	Calle 24	1	7	Ofic	Aparticadao
Gran Mundo	Av 3	1	8	Com	Aparticadao
Avarenna	Av 3	1	4	6	Aparticadao
Sebastien	Av Tullio Febres	1	7	12	Aparticadao
Santa	Av 3	1	5	12	Aparticadao
Don Evarista	Av 3	1	7	28	Aparticadao
Emnoco	Av 3	1	4	12	Aparticadao
Arbol	Av 3	1	4	18	Aparticadao
Guatrimoro	Av 3	1	8	20	Aparticadao
Galpan	Av 3	1	5	10	Aparticadao
Donna	Av 3	1	8	Ofic	Aparticadao
Edora	Calle 21	1	8	Ofic	Aparticadao
Manalala	Av 3	1	8	Ofic	Aparticadao
La vencedora	Av 3	1	8	24	Aparticadao
Frontis	Av 4	1	4	12	Aparticadao
Viviana	Av 3	1	7	15	Aparticadao
Los Ruices	Av 4	1	4	10	Aparticadao
Don Alino	Av 4	1	7	28	Aparticadao
Ande	Av 4	1	6	26	Aparticadao
Don Inoperto	Av 5	1	4	Ofic	Aparticadao
Plaza	Av 5	1	5	Hotel	Aparticadao
El Pajar	Av 5	1	6	4	Aparticadao
Don Rata	Calle 20	1	8	Ofic	Aparticadao
Don Juan de Euliano		1	5	16	Aparticadao

ANEXO 2

EDIFICACIONES CON PLANTA BAJA LIBRE LOCALIZADAS EN LA CIUDAD DE MERIDA

NOMBRE DEL EDIFICIO	LOCALIZACION URBANA	NUMERO EDIFICIOS	PISOS	NUMERO DE VIVIENDAS
El Parque	Av Las Americas	4	6	126
Arquandere	Av Las Americas	3	6	93
Don Jose	Av Las Americas	2	10	32
La Fibra	Av Las Americas	3	9	102
Los Marias	Av Las Americas	7	9	221
Arbustos	Av Carlo Guimera	2	10	76
Trebol	Av Carlo Guimera	1	10	32
Carlo Guimera	Av Carlo Guimera	2	10	76
Area E	Av Los Proceres	4	10	140
LA HERRERA	Erreosa sur	2	5	30
El Poseon	Urb Humbolt	10	5	160
Edina	Urb Humbolt	1	5	20
Campanas	El Campito	2	3	60
Doña Lope	El Campito	2	5	60
Esso Ever	Calle 31	1	5	34
El Poseon	Lin Av 6	1	6	21
La Palma	Lin Av 6	1	7	28
Don Carlos	Paseo	1	7	34
Predecente	Paseo	1	7	34
San Javier	Paseo	1	7	31
Alto Benito	Paseo	1	7	26
Montaña	Paseo	1	7	154
Los Sauces	Paseo	1	7	42
Esmeralda	Paseo	1	7	26
Lapinares	Paseo	1	7	35
El Arroyo	Paseo	1	7	34
Amis	Paseo	1	7	33
Primavera A	Paseo	1	7	40
Primavera B	Paseo	1	7	41
El Cerrito	Paseo	1	7	34

Marco Tulio	Paseo	1	7	34
El Mirador	Paseo	1	7	24
Las Tapias	Las Tapias	16	7	416
Tibisey	Av.Urdaneta	4	8	120
La Huaca	Av.Urdaneta	1	6	22
El Prado	Glorias Patrias	1	7	26
Resid. 324	Las Tapias	1	7	26
El Paraíso	Calle 35	1	6	22
Evamisto	Calle 31	1	8	34
El Geometra	Av.3	1	10	38
Mariestela	Av.Universidad	1	7	24
Don Manuel	Av.1	1	7	24
Doña Rosa	Av.2	1	10	37
La Columna	Av.5	1	8	24
Libertador	Av.6	1	7	24
Doña Erika	Av.5	2	8	48
Comne	Av.6	1	5	17
Costalmar	Calle 23	1	6	16
Teleferico	Calle 24	1	7	26
C. de Manda	Calle 26	4	7	98
Viaducto	Calle 26	1	7	24
Los Camp.	Av.2 Lara	1	7	20
La Venced.	Calle 20	1	7	20
Monserrat	Av.3	1	7	25
Viviana	Av.3	1	7	10
Las Nieves		1	4	6
Cante	Calle 21	1	5	12
Auge	Av.4	1	6	26
Los Pinco	Pedregosa	1	10	44
La Mesa	Av.Dominico Peña	1	6	32

BIBLIOGRAFIA

- ARNAL ARROYO, Henrique. "Diseño antisísmico de edificios". Editorial texto.
- ARNOLD, Cristopher. "Planning información for earthquake hazard response and reduction" Washington, 1984.
- , "Manual de configuración y diseño sísmico de edificios".
- ALONSO, José Luis. "Microzonificación sísmica para la protección civil". OIPC, 1986.
- ATC. "Disposiciones tentativas para desarrollar códigos sísmico para edificaciones. Applied technology council. 1985.
- CIV. El terremoto de Caracas del 29 de julio de 1967. Publicación CIV Caracas, 1987.
- CUNY, Frederick. Disaster and development intertec. Texas, 1983.
- CIVIL DEFENSE. City of Los Angeles. Emergency operations master plan and procedure. Volumen 1. 1985.
- City of Los Angeles. Emergency operations master plan and procedure. Volumen 2. 1985.
- CEAPRIS. Evaluación primaria del edificio del Cuerpo Bombero de Mérida. 1985
- . Evaluación primaria del edificio de telecomunicaciones de la ciudad de Mérida. 1986.
- . Evaluación primaria de la edificación del Hospital Universitario de Los Andes. 1988.
- DAVID, Ian. "Arquitectura de emergencia". Editorial Gustavo Gilli. Barcelona(Esp.), 1980.
- DIAZ S., Gustavo. "Mérida, imagen y memoria". (Trabajo de Ascenso). Facultad de Arquitectura. Universidad de Los Andes, 1981.
- FEMA IN TIME. "Intime of emergency". Federal emergency

- management agency. USA, 1985.
- FEBRES DE BRICEÑO, Rosario. "Leyes y normativas que facultan a los organismo oficiales para la atención de desastres. OIPC, 1985.
- FEBRES CORDERO, Tulio. "Notas sobre Mérida". Biblioteca "Tulio Febres Cordero".
- FIEDLER G. y otros. "El terremoto de Guatemala del 4 de febrero de 1976. CERESIS-UNESCO, 1980.
- FRAY PEDRO SIMON. "Notas historiales de Mérida".
- GRASES, José y otros. Manual de aplicación de la norma sismo-resistente. MINDUR-COVENIN. Caracas, 1984.
- GREEN, Norman. "Edificaciones, diseño y construcciones sismo-resistentes". Editorial Gustavo Gilli. Barcelona(Esp.). 1989.
- GUEVARA, Teresa. "Arquitectura sismo-resistente".
- KUNYKI, Nose. "Disaster and counter measures in Japan". SICA, 1984.
- LOS ANGELES COUNTY. "Emergency planning of Los Angeles City". 1984
- LESCOURBOURA, Julio. "Fases de atención de un desastre natural". OIPC, 1984.
- LARES SOTO, Armando. "La conducta humana en los desastres". Fondo Editorial, 1977.
- LAFFAILLE, Jaime. "Estudio preliminar de riesgo sísmico para la ciudad de Mérida. CEAPRIS, 1985.
- LUENGO, Gerardo. "Usos del suelo en Mérida". UCEP-MINDUR, 1989.
- MONTERO, Maritza y otros. "Técnicas de investigación documental". Editorial Trillas. México, 1967.
- MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO. "Estudio de microzonificación sísmica de Mérida. Tomos I, II y III. Caracas, 1976.
-
- "Norma venezolana de edificación sismo-resistentes" COVENIN 1756-80, 1982.

- MEMORIAS. "Primer simposium internacional los sismos y sus efectos en las ciudades". Ciudad de México. México, 1986.
- _____. "Seminario latinoamericano de construcciones de tierra en áreas sísmicas". Universidad Católica. Perú, 1983.
- ONU. "Prevención y mitigación de desastres" Vol.8. New York, 1982.
- OPS. "Organización de los servicios de salud para situaciones de desastres". OEA, 1983.
- PAGE, R.A. y otros. "Earthquake Shaking and Damaged to Building Science 189, 601,608. 1975.
- PEREZ A., Omar. "Tectónica de placas y sismicidad en el oriente venezolano". UDO, 1980.
- RENGIFO, Martín y otros. "Sismicidad en los alrededores de la ciudad de Mérida. Acta Científica N° 38. Año 1987.
- SAUTER, Frank. "Damage prediction for Earthquake Insurance". U.S.N. Conference of Earthquake Engineering". Memory, 1979.
- SECRETARIA D E OBRAS. "Estudio estadístico intensidad de daños en inmuebles en el Distrito Federal ocasionados por los sismos de septiembre de 1985". Depart. Distrito Federal. México, 1986.
- SLUPILBERG C, David. "El reaseguro óptimo para el seguro de terremotos". Caracas, 1979.
- SCHUBERT, Carlos. "El origen de los terremotos en Venezuela". Lagoven, 1982.
- TROCONIS, Diego Luis. "El obolo para los andes". Publicación ocasional 23 de mayo 1894. Tulio Febres Cordero.
- VELASQUEZ B. Diomarina. "La iglesia matriz San Buena Aventura de Ejido". (Trabajo de Ascenso). Facultad de Arquitectura. Universidad de Los Andes, 1982.
- WIJKMAN Anders y otros. "Desastres naturales fuerza mayor u obra del hombre?. EARTHSCAN. Londrés, 1985.

INDICE GENERAL

PROLOGO

RESUMEN

INTRODUCCION

CAPITULO I

LOS TERREMOTOS	7
1.1 Aspectos Históricos	7
1.2 Origen de los Terremotos	9
1.2.1 Tectónica de Placas	11
1.2.2 Mecanismos de ruptura de una falla	18
1.3 Escala para la medición Científica y Técnica de los terremotos	20
1.3.1 Magnitud Sísmica	23
1.3.2 Intensidad Sísmica	25
1.4 Tectónica y Sísmicidad en Venezuela	30
1.4.1 Tectónica y Sísmicidad en la falla de Bocono	31
1.5 Terremotos mas importantes ocurridos en ..América ..Latina durante el siglo XX	35

CAPITULO II

HISTORIA DE LOS TERREMOTOS DESTRUCTORES EN LA REGION ANDINA

2.1 Antecedentes Históricos de terremotos destructores en la Región	40
2.1.1 El sismo del 3 de Febrero de 1610	43
2.1.2 El sismo del 16 de Febrero de 1644	44
2.1.3 El sismo del 26 de Marzo de 1812	45
2.1.4 El sismo del 12 de Agosto de 1834	47
2.1.5 El gran terremoto de los Andes del 28 de Abril de 1894	48
2.1.6 Los Terremotos de Mayo de 1932	55

CAPITULO III

ORIGEN DE LOS DAÑOS PRODUCIDOS EN LAS EDIFICACIONES DE LOS TERREMOTOS	57
3.1 Daños producidos por fenómenos geológicos	59
3.1.1 Desplazamientos Superficiales de bordes de Fallas	59
3.1.2 Movimientos de Masa (deslizamientos y buzamientos)	61
3.1.3 Hundimiento o fenómeno de Subsistencia	62
3.1.4 Fenómeno de Licuación del Suelo	63
3.1.5 Fenómeno de Ampliación Sísmica o resonancia del terreno blando	64

3.2 Daños en estructuras originadas por la respuesta de las Edificaciones Ante las Fuerzas Sísmicas	65
3.2.1 Daños en estructuras débiles (Construcciones de Tierra).....	67
3.2.2 Daños por Torsión o fuerzas Torsionales en la Edificación	69
3.2.3 Daños por separación o ruptura de juntas secas de sistemas prefabricados.....	72
3.2.4 Daños ocasionados por el efecto de Colindancia entre estructuras diferentes	74
3.2.5 Daños o colapso de Estructuras de Muro de Corte	75
3.2.6 Daños o colapso por corte de columnas en plantas blandas.....	79
3.2.7 Daños o colapsos originados por corte en Columna o corte y torsión en columna esbelta	80
3.2.8 Daños en elementos no estructurales	83

CAPITULO IV

RIESGO SISMICO Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LA CIUDAD DE MERIDA

4.1 Riesgo Sísmico de la región de los Andes	87
4.1.1 Sísmicidad Regional y focos sísmicos	89
4.1.2 Periodos de retorno para la región	93
4.1.3 Espectros de respuesta del Suelo	97
4.1.4 Efectos del suelo local en la ciudad de Mérida	100
4.2 vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Mérida	105
4.2.1 Modelos para la estimación de Pérdidas	107

4.2.1.1 Modelo de estimación de daños de Frank Sauter	108
4.2.1.2 Modelo de probabilidad de daños para estructuras apórticadas de José Grase y Celso Ugas.....	110
4.2.1.3 El modelo propuesto por Munchener Ruckversicherungs.....	110
4.3. Sismos de interés.....	112

CAPITULO V

ESTIMACION PRELIMINAR DE DAÑOS EN LA CIUDAD DE MERIDA.....	117
5.1 Estimación preliminar de daños por efectos geológicos	120
5.2 Estimación preliminar de daños debido a la respuesta estructural.....	127
5.2.1 Estimación preliminar de daños por colindancia	130
5.2.2 Estimación preliminar de daños por planta baja libre.....	132
5.2.3 Estimación preliminar de daños por torsión.....	135
5.2.4 Estimación preliminar de daños en edificios vitales	136
5.2.5 Estimación preliminar de daños en edificios públicos.....	141
5.2.5.1. Estimación preliminar de daños en la Biblioteca Bolivariana.....	141
5.2.5.2 Estimación preliminar de daños en la Catedral de Mérida.	143
5.2.5.3 Estimación preliminar de daños en el terminal de pasajeros	144
5.2.6 Estimación preliminar de daños en Hoteles.....	145
5.3 Estimación preliminar de daños de viviendas	149
5.4 Estimación preliminar de pérdidas económicas.....	155