

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

Departamento de Estructuras

**ESTIMACIÓN DE UN ESCENARIO DE DAÑOS POR
TERREMOTOS EN LA PARROQUIA DOMINGO PEÑA,
MUNICIPIO LIBERTADOR DE LA CIUDAD DE MÉRIDA**

Luis L. Lira Andrade

Noviembre de 2008

Mérida – Venezuela

**ESTIMACION DE UN ESCENARIO DE DAÑOS POR TERREMOTOS
EN LA PARROQUIA DOMINGO PEÑA, DEL MUNICIPIO
LIBERTADOR DE LA CIUDAD DE MERIDA**

por:

Luis L. Lira Andrade

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para la obtención del Título de Ingeniero Civil de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

Noviembre 2008

Aprobada:

Prof. Pedro Rivero Rivero
Tutor

Prof. Rafael Torres Belandria
Jurado

Prof. Orlando Ramírez Boscán
Jurado

Índice general

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1. La ciudad de Mérida, Estado Mérida.	2
1.1. Etapas de crecimiento urbano	4
1.1.1. La Etapa Colonial	4
1.1.2. La Etapa de Transición	12
1.1.3. La Etapa Actual	19
1.2. La Parroquia Domingo Peña	28
CAPITULO 2. La amenaza, vulnerabilidad, riesgo sísmico.	37
2.1. Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo.	39
2.2. Vulnerabilidad física y riesgo sísmico	40
2.3. Vulnerabilidad de centros urbanos	41
CAPITULO 3. La amenaza sísmica regional y local.	43
CAPITULO 4. Metodologías para análisis de vulnerabilidad y estimación de daños urbanos.	52
4.1. Método del índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini, 1982)	52
4.2. Metodología de la Agencia Federal de Manejo de Emergencias del gobierno de Estados Unidos (FEMA).	57
4.3. Metodología del Proyecto RADIUS.	59
4.4. Metodología del Índice de Riesgo Sísmico Urbano (IRSU), Colombia.	60
4.5. Metodología propuesta por Alonso, Venezuela.	61

CAPITULO 5.	Inventario de edificaciones y metodología de análisis.	65
5.1.	El inventario de edificaciones	65
5.2.	Consideraciones para la evaluación de irregularidades	66
5.3.	Metodología utilizada para la cuantificación de la vulnerabilidad de las edificaciones y la estimación de índices de daño para diversos escenarios sísmicos.	70
5.4.	Ilustraciones acerca de las tipologías existentes en la zona y ejemplos de irregularidades estructurales existentes.	72
CAPITULO 6.	Resultados y análisis del inventario.	79
6.1.	Mapas de posibles Escenarios de Daños para diversos eventos sísmicos.	79
6.2.	Datos del total de edificación por Uso de la edificación, Altura y Tipología estructural en gráficos.	86
6.3.	Tablas de resultados totales agrupados por manzanas, para: Sectores, Manzanas, Uso, Altura, Tipología y N° de personas.	87
CONCLUSIONES		95
RECOMENDACIONES		96
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		98
ANEXOS.		100
Apéndice A		101
Apéndice B		103
Apéndice C		106
Apéndice D		108
Apéndice E		120
Apéndice F		124
Apéndice G		126

Índice de figuras

Figura 1.1. Vista panorámica de la ciudad de Mérida, desde el Teleférico.	2
Figura 1.2. Plaza del Rectorado de la Universidad de Los Andes.	3
Figura 1.3. La Plaza Mayor de la ciudad de Mérida (diario Frontera, 27.02.05).	5
Figura 1.4. Catedral de Mérida en 1899 (Fuente: http://www.plazamayor.vze.com)	6
Figura 1.5. Plaza Bolívar de la ciudad de Mérida, año 1925.	7
Figura 1.6. Mapa de la ciudad de Mérida en el año de 1856.	8
Figura 1.7. Fotografía de la traza urbana de la ciudad de Mérida, 1925.	9
Figura 1.8. Fotografía de la traza urbana de la ciudad de Mérida, 1925.	10
Figura 1.9. Vista de la calle 3 en los años 20, a la derecha la Plaza Bolívar.	11
Figura 1.10. Calle 2 recientemente pavimentada con el sistema de concreto.	11
Figura 1.11. Vista de Mérida en el año 1925. (http://www.plazamayor.vze.com)	13
Figura 1.12. Carretera Trasandina de Mérida, entrada a Mucurubá.	14
Figura 1.13. Construcción de cloacas en la calle Independencia y plaza Bolívar.	15
Figura 1.14. Construcción de cloacas en la calle Independencia y plaza Bolívar.	15
Figura 1.15. Calles de la Independencia, recientemente pavimentada (años 20).	17
Figura 1.16. Viaducto Campo Elías sobre el río Albarregas y zonas adyacentes.	20
Figura 1.17. Edificios residenciales de la Urbanización Campo de Oro.	21
Figura 1.18. Barrio Pueblo Nuevo, al margen del río Albarregas.	22
Figura 1.19. Modernos centros comerciales en la ciudad de Mérida.	23
Figura 1.20. Las facultades de Economía y Humanidades (Complejo La Liria) en el centro de la imagen.	24

Figura 1.21. Vista del sector La Parroquia, desde la Urbanización La Mata.	25
Figura 1.22. Modernos edificios surgen en el centro de la ciudad de Mérida.	26
Figura 1.23. Fotografía aérea de la ciudad de Mérida, 2002.	27
Figura 1.24. Panorámica de la Meseta de Mérida.	28
Figura 1.25. Biblioteca Publica “Mariana Mozart”. Fundación del Niño.	29
Figura 1.26. Urb. Barrio Obrero. Calle 3. Santa Elena.	29
Figura 1.27. Urb. Barrio Obrero. Calle 4. Santa Elena.	30
Figura 1.28. Esquina Avenida Buena Vista con Avenida Miranda.	30
Figura 1.29. Avenida Buena Vista, entradas a calles 2 y 3 de Santa Elena.	31
Figura 1.30. Calle 4 de Santa Elena.	31
Figura 1.31. Calle 3 de Santa Elena.	32
Figura 1.32. Calle 1 de Santa Elena.	32
Figura 1.33. Avenida El Milagro.	33
Figura 1.34. Avenida El Milagro entrada a calle 1..	33
Figura 1.35. Calle 2 de Santa Elena.	34
Figura 1.36. Calle 3 de Santa Elena.	34
Figura 1.37. Entrada al Pasaje Paraíso.	35
Figura 1.38. Entrada al Pasaje B.	35
Figura 1.39. Vistas de la fachada con Avenida 16 de Septiembre.	36
Figura 1.40. Vistas de la fachada con Avenida 16 de Septiembre.	36
Figura 2.1. Estructura del riesgo sísmico.	39
Figura 3.1. El entorno tectónico venezolano.	43
Figura 3.2. Mapa de zonificación sísmica de Venezuela.	44
Figura 3.3. Delimitación de fuentes sísmicas (Bendito, A, 2001).	44

Figura 3.4. Ley de recurrencia sísmica y períodos de retorno, para la fuente sísmica A4, (Bendito, A., 2001).	45
Figura 3.5. Curva de amenaza sísmica para la ciudad de Mérida (Bendito, A. 2001)	46
Figura 3.6. Desagregación de la amenaza sísmica en la ciudad de Mérida ($A_{\max} = 0.35g$).	47
Figura 3.7. Desagregación de la amenaza sísmica en la ciudad de Mérida, para una $A_{\max} = 0.10g$. Período $T = 0.01$ seg	47
Figura 3.8. Desagregación de la amenaza sísmica en la ciudad de Mérida, para una $A_{\max} = 0.10g$. Período $T = 1.00$ seg.	48
Figura 3.9. Mapa de distribución de períodos fundamentales del área metropolitana de la ciudad de Mérida	49
Figura 3.10. Mapa de isoperíodos del área metropolitana de la ciudad de Mérida, con los valores respectivos de período para cada estación.	51
Figura 4.1. Función de vulnerabilidad observada para edificios de mampostería no reforzada en España para un nivel de intensidad de VII en la escala MSK (Yépez, 1994) a partir de los datos del sismo de la región de Almeira. Las funciones propuestas por Angeletti <i>et al</i> , 1988 se representan por líneas discontinuas.	55
Figura 4.2. Función de vulnerabilidad para los edificios de mampostería no reforzada para diferentes niveles de intensidad en la escala MSK, obtenidas por medio de regresiones polinómicas (Yépez, 1996). Las líneas discontinuas delgadas representan las funciones italianas propuestas por Angeletti <i>et al</i> . (1988).	55
Figura 4.3. Funciones de vulnerabilidad – daño – aceleración, encontradas en Managua.	57
Figura 4.4. Relaciones de aceleración horizontal pico (PHA) vs. Intensidad modificada de Mercalli propuesta por distintos autores, (adaptado de Kramer).	60
Figura 4.5. Relación entre la intensidad de daño estructural y el índice de daño potencial observado en el terremoto de Caracas de 1967.	62
Figura 4.6. Variación del índice de daños a lo largo de una sección transversal del Municipio Chacao. Terremoto de Caracas de 1967.	62
Figura 4.7. Espectros de velocidad en la superficie de depósitos de gran espesor.	63
Figura 4.8. Variación del nivel de daño propuesto.	64

Figura 5.1. Planilla para la recolección de datos diseñada y utilizada en el inventario (Apéndice C)	66
Figura 5.2. Representa los diferentes casos de líneas de resistencia para fuerzas sísmicas.	67
Figura 5.3. Representa algunos casos de discontinuidad de los elementos estructurales.	67
Fig. 5.4. Relación de esbeltez.	68
Figura 5.5. Esquema de discontinuidades en elementos verticales del sistema resistente de fuerzas	68
Figura 5.6. Piso blando, irregularidad vertical. Caso de planta baja libre.	68
Figura 5.7. Irregularidad vertical de masas.	69
Figura 5.8. Ejemplos de irregularidades geométricas en vertical.	69
Figura 5.9. Esquema de columna corta.	69
Figura 5.10. Tipologías estructurales y constructivas mixtas.	72
Figura 5.11. Tipologías estructurales y constructivas mixtas.	73
Figura 5.12. Tipologías estructurales y constructivas mixtas.	73
Figura 5.13. Edificación con irregularidad en planta, con problemas torsionales.	73
Figura 5.14. Edificación con irregularidad en planta, con problemas torsionales.	74
Figura 5.15. Edificación con irregularidad en planta, con problemas torsionales.	74
Figura 5.16. Ejemplos del problema de colindancia.	74
Figura 5.17. Ejemplos del problema de colindancia.	75
Figura 5.18. Detalles del problema de colindancia.	75
Figura 5.19. Detalles del problema de colindancia.	75
Figura 5.20. Detalles del problema de colindancia.	76
Figura 5.21. Detalles del problema de colindancia.	76
Figura 5.22. Ejemplos del problema de colindancia.	76
Figura 5.23. Detalles del problema de colindancia.	77
Figura 5.24. Detalles del problema de colindancia.	77
Figura 5.25. Ejemplos del problema de colindancia.	77
Figura 5.26. Detalles del problema de colindancia.	78
Figura 5.27. Detalles del problema de colindancia.	78

Figura 6.1. Distribución espacial de daños (basados en el puntaje final promedio de la manzana), para el escenario sísmico de Aceleración máxima en roca $A_o = 0,30g$.

79

Figura 6.2. (arriba) Distribución espacial de daños (basados en el puntaje final promedio de la manzana), para el escenario sísmico de Aceleración máxima en roca $A_o = 0,125g$.

80

(abajo) Distribución espacial de daños (basados en el puntaje final promedio de la manzana), para el escenario sísmico de Aceleración máxima en roca $A_o = 0,05g$.

Figura 6.3 Distribución por sectores de edificaciones por Sectores.

81

Figura 6.4. Distribución de la codificación de los sectores.

82

Figura 6.5. Gráfico de Puntaje final vs. A_o .

83

Figura 6.6. Funciones de probabilidad de daño vs. A_o (g)

83

Figura 6.7. Función de Puntaje final vs. $A_o(g)$ para la tipología C1.

84

Figura 6.8. Función de Puntaje final vs. $A_o(g)$ para la tipología C3.

84

Figura 6.9. Función de Puntaje final vs. $A_o(g)$ para la tipología RM2

85

Figura 6.10. Función de Puntaje final vs. $A_o(g)$ para la tipología S4

85

Figura 6.11. Distribución total de edificaciones por Uso de la edificación.

86

Figura 6.12. Distribución total de edificaciones por Altura de la edificación.

86

Figura 6.13. Distribución total de edificaciones por Tipología estructural.

87

Fig. 6.14. Función de Edificaciones con daño severo (%) vs. $A_o(g)$

94

Índice de tablas

Tabla 3.1. Determinación de períodos fundamentales del suelo de la Ciudad de Mérida, a partir de mediciones de ruido sísmico ambiental (González, L; et al., 2007).	49
Tabla 4.1. Escala numérica del índice de vulnerabilidad “Iv” de los edificios de mampostería no reforzada (Benedetti y Petrini, 1984).	53
Tabla 4.2. Escala numérica del índice de vulnerabilidad “Iv” para las estructuras de hormigón armado (Benedetti y Petrini 1984).	54
Tabla 4.3. Caracterización del daño para el Índice de daño de Park, Ang y Weng (1993) modificada por Reyes, Sarria y Maltez (2002).	56
Tabla 4.4. Estados discretos de daño e intervalos de variación del factor daño (ATC, 1985)	58
Tabla 4.5. Correlación entre condiciones sísmicas, división en zonas y aceleraciones máximas en roca utilizadas por el ATC 13.	59
Tabla 4.6. Rangos de calificación utilizados en el IRSU	61
Tabla 5.1. Correlación de tipologías estructurales entre FEMA 154 y la planilla empleada en este trabajo.	70
Tabla 5.2. Relación del FEMA 154 entre sismicidad, zona sísmica y Aceleración máxima en roca.	72
Tabla 6.1. Resultados para el Sector 1.	88
Tabla 6.2. Resultados para el Sector 2.	89
Tabla 6.3. Resultados totales para los dos sectores.	89
Tabla 6.4. Totales para Riesgo en Alta sismicidad ($A_0 = 0,30g$).	90
Tabla 6.5. Totales por intervalos de clase para Riesgo en Alta sismicidad ($A_0 = 0,30g$).	90
Tabla 6.6. Totales para Riesgo en Media sismicidad ($A_0 = 0,125g$).	91
Tabla 6.7. Totales por intervalos de clase para Riesgo en Media sismicidad ($A_0 = 0,125g$)	91
Tabla 6.8. Totales para Riesgo en Baja sismicidad ($A_0 = 0,05g$).	92
Tabla 6.9. Totales por intervalos de clase para Riesgo en Baja sismicidad ($A_0 = 0,05g$)	92

Tabla 6.10. Totales puntaje final vs. Ao (g). Promedio, Mediana, Promedio más desviación, promedio menos desviación, Máximo y Mínimo **93**

Tabla 6.11. Probabilidad de daño vs. Ao(g). Promedio, Mediana, Promedio más desviación, Promedio menos desviación, Máximo y Mínimo. **93**

Tabla 6.12. Edificaciones en riesgo para los distintos escenarios sísmicos probables de la ciudad. **93**

Introducción

Por sus características geológicas y tectónicas la ciudad de Mérida está expuesta a la amenaza que representa la ocurrencia de terremotos en la región. Diversos estudios han evidenciado que distintos sectores de la ciudad son altamente vulnerables ante estas amenazas. El crecimiento urbano de la ciudad y el desarrollo de actividades industriales han generado situaciones ante las cuales pueden presentarse niveles de riesgo que pueden conllevar a situaciones de desastres.

El plan de inventario de las edificaciones de la ciudad tiene como finalidad principal crear un modelo sobre el que se pueda hacer un inventario total de las edificaciones existentes en la ciudad de Mérida y con el cual tener conocimiento preciso y fidedigno de las características principales de las edificaciones, como son: nombre de la edificación, ubicación, foto, tipología constructiva, tipo de suelo en el que se encuentra fundada, año de construcción, uso, características funcionales, estado de la misma, cantidad de personas que alberga, etc.

Para eso se elabora un Formulario que debe ser llenado de manera detallada a fin de obtener la mayor cantidad de información posible de una manera efectiva. Todo esto con el fin de generar una base de datos de calidad, que pueda ser usada en un proyecto posterior de evaluación de vulnerabilidad y estimación de pérdidas en la ciudad por terremotos, mediante planos que muestren diversos escenarios de daños con el cual puedan elaborarse planes de emergencia que ayuden a reducir al máximo las pérdidas de vidas humanas, materiales y culturales, y el saldo de personas lesionadas, al momento de presentarse un terremoto o cualquier otro desastre natural en nuestra ciudad.

Para establecer las políticas necesarias para reducir los impactos a largo plazo de estos desastres se hace necesario conocer y valorar la amenaza a la cual está expuesta las edificaciones de la ciudad, para así incorporar estas actividades dentro de los procesos de planificación e inversión para el desarrollo. A fin de cuentas, la amenaza no es todavía un desastre pero puede serlo si no hacemos algo para evitarlo.

CAPITULO 1

La ciudad de Mérida, Estado Mérida

La ciudad de Mérida está situada en una alta mesa andina a 1.626 metros sobre el nivel del mar y una superficie de 803 Km². La terraza se extiende de este a oeste en una longitud de 5 kilómetros y con una anchura en sentido norte a sur, de un kilómetro. Mérida, es una de las más hermosas capitales venezolanas. Su estupenda posición geográfica y su clima admirable la hacen también una de las más bellas, siendo una ciudad universitaria por antonomasia.

Entre los atractivos turísticos, están: el teleférico puesto en servicio en 1960, alcanza a los 4.765 metros y es el más largo con 12 kilómetros y medio de recorrido desde la estación ubicada en la ciudad de Mérida hasta la estación Pico Espejo; en este lugar, se puede contemplar la Virgen de las Nieves, entronizada en 1965 como Patrona de los andinistas.



Figura 1.1. Vista panorámica de la ciudad de Mérida, desde el Teleférico.

La complejidad del relieve origina una gran variedad de tipos climáticos que van desde el tropical en la planicie, al tipo páramo en las montañas más altas, y desde el semiárido en sectores como Lagunillas, al muy húmedo tropical en las vertientes nubladas de las cuencas media y alta del río Caparo, prevaleciendo dentro de esta tipología los climas húmedos que cubren cerca del 90% de la superficie del estado. La temperatura en la entidad registra diferencias muy marcadas debido a las características del relieve montañoso. En Palmarito, a orillas del lago de Maracaibo, la media es de 27°C y por encima de los 4 000 m.s.n.m. alcanza

valores inferiores a 0°C. Las precipitaciones oscilan, según la zona, entre 700 mm y 1 800 mm anuales.

Los principales ríos son: Canaguá, Caparo, Chama, Escalante, Frío, Mocotíes, Motatan, Mucuchachí, Mucurati, Río Capaz, Tucaní, Torondoy, Pocó, Santo Domingo, San Pedro. Las principales lagunas son: Lágrima de la India, Los Anteojos, Negra, Pico del Toro, Verde, todas lagunas de origen glaciar.

Entre los atractivos naturales se encuentran: Pico Bolívar, Pico El Toro, Pico Espejo, Pico La Cara del Indio, la Sierra Nevada de Mérida, la Sierra del Norte de la Culata, Páramo de La Culata, Páramo Los Nevados, la Laguna del Toro, Río Albarregas, Río Milla, la caída de agua de los Chorros de Milla, la Cueva del Diablo, Aguas Termales del Chama, entre otros.

Son muchos sus encantos, sus paisajes, sus atributos. La ciudad de Mérida posee una infraestructura que, más allá de sus edificaciones de arquitectura colonial, atrapa por completo al viajero. Extraordinarios hoteles y posadas, restaurantes de comida típica e internacional, discotecas multicolores, bares, cafés. Si su vida nocturna es muy intensa, de día la ciudad también tiene mucho que ofrecer.

Para el Censo de 1990, el municipio Libertador del estado Mérida contaba con una población de 178.580 habitantes, de los cuales el 97.18% era urbana y el 2.82% rural. Para el año 2001, este Municipio contó con una población de 204.879 habitantes aproximadamente y una densidad de población de 294,33 Hab/Km².

La Universidad de los Andes tiene su sede en esta ciudad, impulsando notablemente el crecimiento poblacional y económico urbano. Fundada en 1558, experimentó varias modificaciones en su establecimiento hasta que en 1561 fue refundada en su actual sitio con el nombre de Santiago de los Caballeros de Mérida. En la Figura 1.2 se presenta la imagen de la plaza que antecede al Aula Magna de la Universidad de Los Andes, situada en el Rectorado.



Figura 1.2. Plaza del Rectorado de la Universidad de Los Andes.

1.1. ETAPAS DE CRECIMIENTO URBANO

El espacio interno de la ciudad de Mérida ha sufrido constantes e importantes transformaciones en períodos históricos sucesivos aunque en algunos más acentuados que en otros. A continuación se persigue distinguir las etapas de crecimiento y los patrones espaciales resultantes de dichas transformaciones.

En forma general, Amaya (1989) distingue tres periodos de crecimiento que van desde la fundación de la ciudad, hasta los actuales momentos. El primer período corresponde a la Etapa Colonial que perdura hasta finales de los años veinte del siglo pasado; el segundo, entre los años treinta y cincuenta, que corresponde con una Etapa de Transición entre la colonial y la actual y la tercera, que se inicia a principios de los años sesenta del siglo pasado hasta hoy, que corresponde a la Etapa Actual de crecimiento.

1.1.1. La Etapa Colonial

La ciudad de Mérida, al igual que la gran mayoría de las ciudades venezolanas y latinoamericanas, tiene un origen colonial. En esta época se sentaron las bases del futuro crecimiento y, en la actualidad, muchas de las características espaciales están vinculadas al origen colonial.

En Mérida, el modelo colonial no se rompió con la llegada de la República, sino que persistió aproximadamente hasta 1930 cuando los grupos adinerados comienzan a abandonar el centro de la ciudad y se inicia un proceso de separación del lugar de trabajo del lugar de residencia.

Varias son las razones que pueden explicar la persistencia del modelo colonial en Mérida hasta finales de los años veinte. La base económica fue una de ellas. La agricultura era la actividad dominante de la región y no tiene a la ciudad de Mérida como centro de mercado, sino a varios pequeños centros portuarios en el Lago de Maracaibo. Ello contribuyó al lento crecimiento de la ciudad por lo que no existieron presiones por la ocupación del espacio. El centro continuó funcionando como el lugar de mayor prestigio y no se observaba ningún proceso de degradación del mismo, hecho que contribuyó a fijar la población de mayores recursos en esas áreas. Además, el desplazamiento de las élites hacia áreas más atractivas de la periferia no fue posible sino hasta la llegada del automóvil, lo cual apenas ocurrió a finales de los años veinte.

La poca presión por la ocupación del espacio fue un factor responsable de la escasa diferenciación en el uso de la tierra. El suelo urbano no adquirió el valor de cambio característico de las décadas posteriores, por lo que la renta de la tierra era relativamente baja y los fenómenos especulativos estaban ausentes. La competencia entre el uso comercial y el uso residencial fue reducida, por lo que aún coexistían el lugar de trabajo y el lugar de residencia.

El crecimiento de la ciudad de Mérida durante la etapa colonial fue muy lento. Desde su fundación en 1558 hasta aproximadamente los comienzos del siglo XVII, la ciudad apenas se extendía a lo largo de unas catorce calles entre las actuales calles 16 y 29 y a lo ancho de unas

cuatro avenidas entre las actuales avenidas 2 y 5. Sus manzanas estaban parcialmente construidas, lo que obliga a suponer que la densidad de población era baja.

La organización del espacio interno respondía a la legislación urbana emanada de las Leyes de Indias, en cuanto a situación y trazado. El sitio escogido fue la parte media de la terraza formada por los ríos Chama y Albarregas, la cual presentaba condiciones relativamente favorables para el trazado del plano en damero y el crecimiento posterior.

La actividad colonial de Mérida alrededor de 1600 se concentraba fundamentalmente en torno a la Plaza Mayor (Figura 1.3), la cual constituía el nudo principal de la vida cívica. En su contorno se levantaron la Iglesia Mayor en 1583, el Palacio de Gobierno (1883) donde estaba la Casa Consistorial, el Cuartel y la cárcel pública (1847), el Palacio Arzobispal (1895) y a fines del siglo XVIII, la Universidad de los Andes. La Plaza Mayor fue por muchos años (mas de trescientos) el escenario urbano mas importante de la ciudad. Era plaza de mercado, circo de toros y otros juegos que se practicaban a caballo. Fue un espacio libre delimitado por las calles que la circundaban. La misma plaza se comportaba como el centro económico por excelencia el mercado estrictamente local, y allí mismo se celebran las más importantes fiestas religiosas y civiles.



Figura 1.3. La Plaza Mayor de la ciudad de Mérida (diario Frontera, 27.02.05).

La transformación de la plaza (Figuras 1.4 y 1.5), que se le denominaba Bolívar desde 1842, comienza con su arreglo y embellecimiento bajo la dirección del Ing. Pedro Dávalos Lisson y el maestro de obra Carmelo Plaza. La piedra utilizada para la albañilería fue traída del río Albarregas. Como hecho curioso, en el centro de la plaza se enterraron (en un cofre) algunos documentos históricos relativos a la Declaración de la Independencia de la ciudad así como los planos y diseños de Dávalos Lisson (Quintero, José Manuel, Diario Frontera 27.02.05). Fue inaugurada solemnemente el 31 de diciembre de 1895.

Posteriormente, con motivo de la inauguración del primer acueducto de la ciudad (1907) se construyó una nueva fuente de agua y en 1912 una verja de hierro para protegerla de los animales que aún deambulaban por la ciudad.

Mientras tanto, la expansión de la ciudad ocurría en forma lineal y lateral a lo largo de ejes longitudinales o rutas principales, orientadas del noreste al suroeste, siguiendo la misma dirección de la terraza. A lo largo de la calle del Hospital (hoy avenida 4 Bolívar), de la calle Real (hoy avenida 3 Independencia), de la calle de La Barranca (hoy avenida 2 Lora) y de la calle Serrada (hoy avenida 5 Zerpa); se localizaba el mayor número de viviendas y centros civiles y religiosos. La calle de La Barranca y la calle Real, las cuales constituían las rutas que comunicaban a Mérida con otros centros poblados de la región, eran los ejes de crecimiento por excelencia.



Figura 1.4. Catedral de Mérida en 1899 (Fuente: <http://www.plazamayor.vze.com>)

La actividad religiosa tuvo una gran influencia en la organización del espacio de Mérida colonial de alrededor de 1600, y aún de años posteriores. Para comienzos del siglo XVII, aproximadamente, en la calle del Hospital se localizaban la iglesia Matriz, el convento de San Vicente de Ferrer de Mérida y el hospital de Caridad. En la calle Real se ubicó el convento y templo de San Agustín (hoy iglesia de La Tercera) y la iglesia de Santa Cruz del Llano. Y en la calle de La Barranca se localizó la capilla del Humilladero. La importancia radica en que estas edificaciones constituían lugares permanentes de reunión y de actividades educativas y religiosas, lo cual ejercía una fuerza de atracción a ciertos sectores de la población, especialmente los de mayores ingresos, estrechamente ligados a dichas actividades: sus viviendas tendían a estar localizadas cercas de estos centros religiosos.

La influencia de la localización de los centros religiosos se hizo sentir entre otros aspectos: la iglesia Matriz y la iglesia de Santa Cruz del Llano, por ejemplo, sirvieron de base para el surgimiento posterior de las parroquias urbanas de Sagrario y Llano, respectivamente. En

torno a ellas se localizaron algunas actividades administrativas propias de las parroquias, tal como también ocurrió en las parroquias de Belén y Milla (hoy todos municipios), donde las actividades parroquiales giraron en torno a sus iglesias.

De esta manera se sentaron las bases materiales del futuro de la ciudad. La presencia de la Plaza Mayor, la Catedral y el Ayuntamiento en el área más accesible, determinaron el surgimiento del centro de mayor actividad de la ciudad. Ese centro se constituyó en el sector dinámico de Mérida.

La expansión posterior siguió los ejes de crecimiento previamente establecidos. La localización estratégica de los edificios religiosos, dejaron espacios vacíos que fueron llenados poco a poco por los usos de mayor prestigio. En realidad, el crecimiento espacial de la ciudad colonial se caracterizó, principalmente, por un rellanamiento del interior vacío a diferencia de lo que ocurre en la actualidad donde lo característico es el crecimiento disperso.



Figura 1.5. Plaza Bolívar de la ciudad de Mérida, año 1925.

El crecimiento de Mérida durante los siglos XVII, XVIII y XIX debió ser igualmente lento que en el siglo XVI. Aún cuando no se dispone de información confiable sobre la población existente en los siglos anteriores al XIX, los resultados obtenidos en los primeros censos nacionales de población así lo hacen suponer. Por ejemplo, en 1873, cuando se realiza el primer censo, Mérida apenas alcanza a una población de 3.371 habitantes; para 1881 llega a 3.914 y en 1891 a 4.741.

El lento crecimiento de la población que acusaba Venezuela durante este período era característico de toda la región andina y de la ciudad de Mérida. Otros hechos contribuyeron al estancamiento poblacional de Mérida: en primer lugar, el relativo aislamiento de la ciudad con respecto a otras regiones del país, debilitó los intercambios comerciales y de población, muy a

pesar de la localización estratégica de la ciudad y de las condiciones naturales ambientales, que posteriormente ejercieron cierto poder de atracción; en segundo lugar, los fuertes movimientos sísmicos que frenaron, y en cierto modo, disminuyeron el crecimiento poblacional a la vez que redujeron el poder de atracción. En el terremoto de 1812, por ejemplo, perecieron alrededor de mil personas (Febres Cordero, 1960), lo cual contribuyó a reducir notablemente su población.

El lento crecimiento demográfico repercutió en la expansión física de Mérida. Hacia mediados del siglo XIX la ciudad estaba formada por apenas unas ocho calles longitudinales partiendo de la barranca del Albarregas hacia la del Chama (entre las actuales avenidas 1 y 8) y unas veintitrés calles transversales, partiendo de Glorias Patrias hacia Milla (entre las actuales calles 35 y 13).

A mediados del siglo XIX, Mérida seguía siendo una ciudad relativamente pequeña, como lo había sido en los siglos anteriores. En el plano de Mérida, elaborado por Gregorio F. Méndez en 1856 (ver Anexo No.1), mostrado en la Figura 1.6, permite obtener una ligera impresión sobre las características de la ciudad a mediados del siglo XIX.

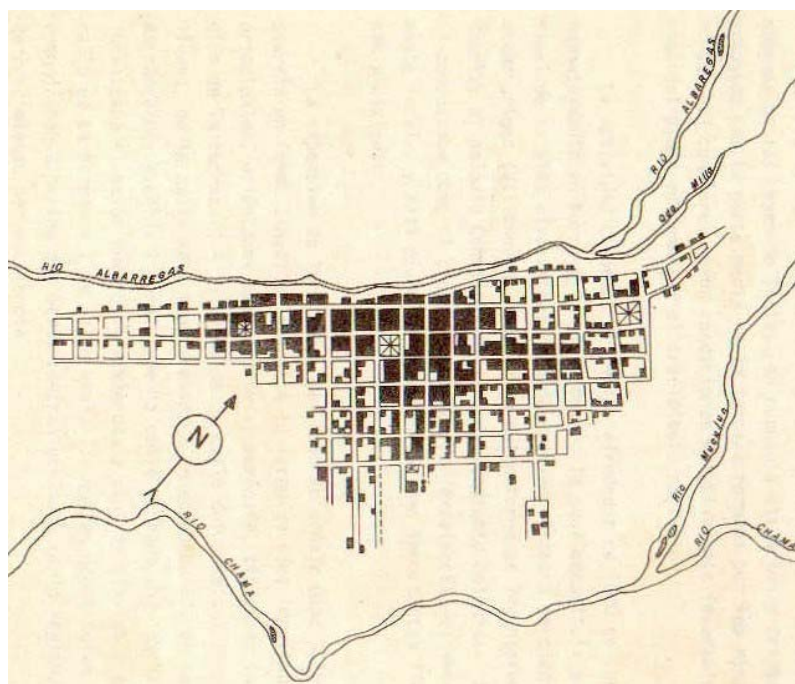


Figura 1.6. Mapa de la ciudad de Mérida en el año de 1856.

En él se puede observar que el desarrollo de la ciudad giraba en torno al área más central y accesible, constituida por la Plaza Bolívar, la Catedral (en construcción), la universidad y las oficinas de gobierno; resaltaban así mismo el número y la localización de los centros religiosos. El trazado de la ciudad seguía la orientación de la terraza, y la tendencia en el crecimiento se orientaba a lo largo de las calles longitudinales. A excepción de la parte más central de la ciudad, las cuadrículas estaban parcialmente construidas, aunque es evidente una continuidad en las edificaciones, característico del planeamiento compacto español. Las

fotografías mostradas en las Figuras 1.7 y 1.8, dan muestra de la disposición de la trama urbana en los años 20.

Los grupos más pudientes continuaron construyendo en el siglo XIX sus casas señoriales a veces de dos plantas cerca de la plaza Mayor (Figura 1.9). Algunas de ellas aún se conservan como testimonio evidente de la segregación social residencial existente en la época.

Por el contrario, las viviendas de los sectores populares, localizadas en su mayor parte en las afueras de la ciudad, y que también constituyeron un elemento de la ciudad colonial, han desaparecido casi en su totalidad.

Durante el siglo XIX ocurrió una ampliación de los ejes comerciales a lo largo de las calles longitudinales más importantes: las actuales avenidas 2 (Lora), 3 (Independencia) y 4 (Bolívar). La Plaza Mayor (posteriormente Bolívar), donde para entonces funcionaba el mercado local, se consolidó como el centro de gravedad de la actividad comercial. De allí irradiaban o en torno a ella se organizaban, las actividades comerciales más importantes, además de las ya mencionadas actividades de gobierno, religiosas y educativas. Sin embargo, el espacio ocupado por la actividad comercial se caracterizó por el bajo grado de diferenciación o especialización. A lo largo de las calles Lora, Independencia y Bolívar y cerca de la plaza Mayor se localizaron los establecimientos de mercancías generales, donde se vendía toda una gama de productos alimenticios, ropa, calzado, útiles domésticos, etc; así como también sastrerías, carpinterías, talabarterías y ciertos establecimientos orientados a los servicios personales. Un gran número de estos establecimientos combinaba varias de estas actividades y, por lo general, ocupaban una parte de la edificación que servía de vivienda a los propietarios de los mismos. A diferencia de lo que ocurre en la actualidad, donde la tendencia es a una mayor especialización en el uso de la tierra, en la Mérida del siglo XIX, lo característico era la concentración de funciones diferentes en un mismo establecimiento.



Figura 1.7. Fotografía de la traza urbana de la ciudad de Mérida, 1925.

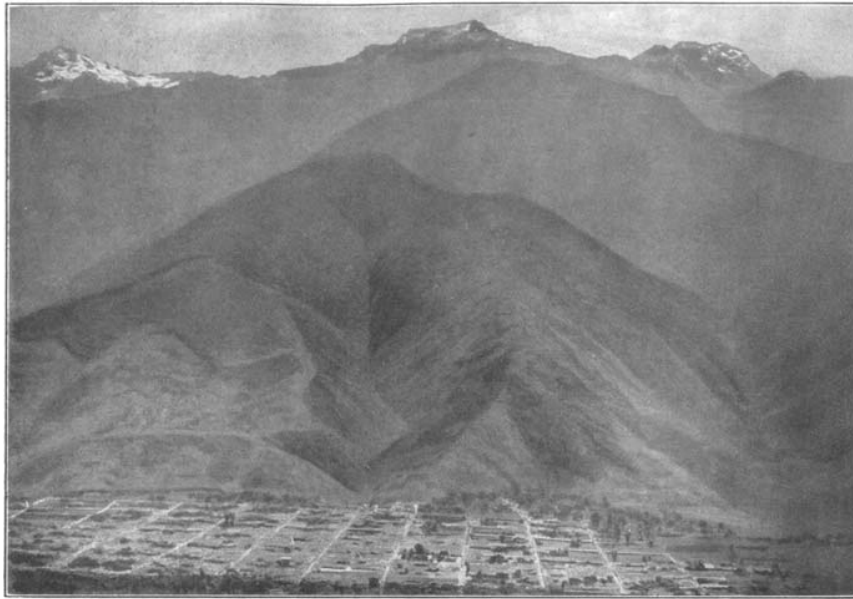


Figura 1.8. Fotografía de la traza urbana de la ciudad de Mérida, 1925.

Por ejemplo, en el siglo XIX, tan sólo la calle Igualdad (hoy calle 22) mostró algunas evidencias, aunque muy reducidas, de especialización. En ella se localizaron establecimientos dedicados a la venta de mercancías en general, imprentas (la de Juan de Dios Grillet era una de las más importantes de la época), fábricas de cigarrillos, talleres de pintura y grabado sobre mármol; así como otros establecimientos de artesanías menores. Pero a pesar de que en la ciudad existieron éstos y otros establecimientos artesanales, dicha actividad no tuvo el suficiente impulso, a nivel de la organización del espacio, como para originar este tipo de barrios. En una ciudad como Mérida, que servía principalmente de centro de bienes y servicios a un área agrícola exportadora, la artesanía jugó un papel secundario. La mayor parte de los productos y artículos elaborados eran importados. De allí la importancia numérica de los establecimientos que se dedicaron a la venta, al mayor y detal, de mercancías en general.

El modelo colonial se prolongó en Mérida hasta bien entrado el siglo XX. A finales del siglo XIX y principios del XX ocurrieron algunos cambios que contribuyeron a modernizar la ciudad, aunque sin modificar el patrón espacial. En 1881, Mérida recibió el hilo telegráfico y en 1898, la luz eléctrica (Febres Cordero, 1960). En el centro de la ciudad se construyeron el mercado y algunas plazas y monumentos (como el Cristóbal Colón, por ejemplo), lo cual contribuyó a reforzar la importancia del casco central como eje comercial y cultural.

Muchas de las edificaciones, tanto en el centro como en las afueras, fueron remodeladas, e incluso las calles, antiguamente empedradas, empezaron a ser pavimentadas (Figura 1.10).

En el aspecto demográfico la ciudad sufrió pocas transformaciones. Como se vio anteriormente, en 1891 la población alcanza los 4.741 habitantes. En 1920, casi treinta años después, la población alcanzaba los 5.623 habitantes y en 1926 apenas llegó a 5.945 habitantes. Es precisamente a partir de 1930 cuando la población aumentó considerablemente

y cuando se inició un nuevo patrón espacial que tendió a romper con el modelo clásico colonial.



Figura 1.9. Vista de la calle 3 en los años 20, a la derecha la Plaza Bolívar.



Figura 1.10. Calle 2 recientemente pavimentada con el sistema de concreto.

1.1.2. La Etapa de Transición

El período que va desde mediados de los años veinte hasta finales de los años cincuenta (del siglo XX) podría considerarse como una etapa de transición entre la ciudad colonial y la ciudad actual. En este período, la ciudad se expandió mas allá de sus límites tradicionales, el plano cuadriculado perdió continuidad y el crecimiento compacto, característico del planeamiento español, decayó ante el surgimiento del crecimiento disperso, más característico del planeamiento norteamericano. La ciudad tendió a modernizarse ante la llegada de innovaciones tecnológicas, especialmente en la construcción y en el transporte: Mérida dejó de ser una ciudad eminentemente peatonal debido a la llegada del automóvil y en ella se inició un incipiente proceso de suburbanización (Figura 1.11). Por otro lado, el patrón espacial colonial tendió a modificarse. Los grupos económicos privilegiados empezaron a abandonar el área central y el uso de la tierra se volvió más diversificado. El lugar de trabajo y el lugar de residencia tendieron a separarse uno del otro.

A grandes rasgos, son tres los hechos que ayudan a explicar los cambios ocurridos en la organización del espacio interno de la ciudad: el crecimiento de la población, la construcción de obras y servicios públicos por parte del Estado venezolano y el desarrollo del transporte motor. Estos hechos, íntimamente relacionados entre si, fueron prácticamente el resultado del nuevo orden económico y social que surgió en el país, como consecuencia de los ingresos originados por la explotación petrolera al ser invertidos en un buen número de ciudades venezolanas, incluyendo a Mérida.

El crecimiento de la población se constituyó en el factor de cambio más importante en este período de transición: la población de la ciudad que para 1926 era de apenas 5.945 habitantes, se duplicó diez años después, alcanzando una población de 12.006 habitantes en 1936 (VI Censo); en 1941 (VII Censo) aumentó a 14.544 y en 1950 (VIII Censo) llegó a 25.064 habitantes.

Entre las causas de este rápido crecimiento de población se destacan las políticas de inversiones en el sector médico-asistencial, que contribuyó a reducir la mortalidad y a elevar el crecimiento natural, tal como ocurrió en el resto del país. En la ciudad se crearon servicios y obras de carácter social que contribuyeron a mejorar las condiciones médico-sanitarias, y convirtieron a Mérida en un centro de atracción demográfica con influencia sobre la población rural vecina. Se destacan entre los servicios y obras el Dispensario Antivenéreo, el Dispensario Odontológico Escolar, el Servicio Prenatal y de Puericultura, el Reformatorio Infantil, el Asilo de Mendigos y el Hospital Los Andes, creados a mediados de los años treinta.

La construcción de la carretera Trasandina, que rompió el aislamiento de Mérida con el resto del país, reforzó el papel de la ciudad como centro de atracción demográfica (Figura 1.12).



Figura 1.11. Vista de Mérida en el año 1925. (<http://www.plazamayor.vze.com>)

El rápido crecimiento demográfico originó un crecimiento espacial de la ciudad que desbordó sus límites tradicionales, con la expansión de los municipios urbanos periféricos. Los sectores más afectados por esta expansión fueron precisamente El Llano y Milla, los barrios más alejados para entonces del núcleo central de la ciudad.

El crecimiento periférico ocurrió a lo largo de la disposición de la terraza siguiendo los ejes viales formados por el trayecto de la carretera Trasandina. Hacia el noreste la ciudad se expandió en forma lineal a lo largo del tramo de la Trasandina que comunica a Mérida con Tabay, en lo que hoy se conoce como Hoyada de Milla. En el suroeste el crecimiento se orientó hacia las tierras de Llano Grande, donde se encontraban los ejidos de Mérida, siguiendo el tramo de la Trasandina que comunica a Mérida con la Punta y Ejido, aunque en forma más expandida que en el noroeste gracias a una mayor amplitud de la terraza. Ello hizo posible que el crecimiento en Llano Grande adquiriera mayor importancia y se convirtiera en el sector preferido para la localización tanto de nuevas viviendas como de edificaciones públicas y privadas no residenciales y con mayores requerimientos de espacio.

Al mismo tiempo, la ciudad se expandió en sentido transversal a la pendiente de la terraza ocupando, poco a poco, los espacios vacíos cercanos a los bordes de la barranca del río Chama, partiendo desde el noreste hasta la calle 25, aproximadamente. Sin embargo, este crecimiento estuvo ligado al desarrollo de la cuadrícula y se realizó en forma compacta. Por el contrario, el crecimiento en el sentido de la pendiente de la terraza fue más disperso modificando, incluso, el plano cuadriculado. El crecimiento transversal más allá de los bordes de los ríos Chama y Albarregas, se vio imposibilitado debido a los grandes escarpes, difíciles de superar con los recursos tecnológicos de la época.



Figura 1.12. Carretera Trasandina de Mérida, entrada a Mucurubá.

El segundo factor de cambio se refiere a la construcción de obras y servicios públicos por parte del Estado. El rápido crecimiento de la ciudad demandó la construcción de obras y servicios públicos para satisfacer las necesidades de la población. Mérida dejó de ser un centro relativamente aislado y su radio de influencia se ensanchó considerablemente. Por tanto, las obras a construirse debieron ser de alcance regional, lo cual introdujo modificaciones en los esquemas arquitectónicos. Las nuevas obras requirieron de grandes espacios, especialmente en su dimensión horizontal y ello contribuyó a modificar el espacio interno de la ciudad.

En realidad este período es uno de los más importantes en cuanto a la dotación de obras y servicios públicos en la ciudad. Muchas de las obras realizadas en esos años le imprimieron a Mérida el verdadero carácter de ciudad capital en lo funcional y en lo espacial (Figura 1.13 y 1.14).

El desarrollo de la vialidad interna también jugó un papel importante en la expansión y organización interna de la ciudad. Durante los años cincuenta se abrieron las avenidas Miranda, Gonzalo Picón, Tulio Febres Cordero y Urdaneta, lo cual permitió el crecimiento de la ciudad hacia el suroeste y facilitó la integración del casco central con los nuevos desarrollos urbanos, incluidos el aeropuerto y las urbanizaciones y barrios que surgieron a ambos márgenes del mismo aeropuerto. Es en este período cuando tiende a formarse el sector urbano alrededor del casco central orientado hacia las funciones dominadas por el transporte.



Figura 1.13. Construcción de cloacas en la calle Independencia y plaza Bolívar.

Además de la vialidad, otras obras de carácter público contribuyeron a modificar la fisonomía de Mérida. Hacia la salida de la ciudad por Llano Grande, incluso antes de la construcción de las primeras avenidas de circulación rápida, se levantaron algunas obras con requerimientos espaciales difíciles de lograr en el casco central: la Cárcel Modelo, el edificio del Ministerio de Agricultura y Cría, la Maternidad, el Reformatorio Infantil, el Estadio Mérida y el Parque Glorias Patrias, entre otras.



Figura 1.14. Construcción de cloacas en la calle Independencia y plaza Bolívar.

La construcción del aeropuerto en Llano Grande fue asimismo una de las obras que más contribuyeron a la expansión de la ciudad. Pie del Llano, el límite inferior del aeropuerto, se convirtió a su vez en el límite suroeste de la ciudad al finalizar el período de transición.

En el casco central se inició en los años cincuenta un proceso de renovación urbana con cambios arquitectónicos de cierta importancia en las dimensiones vertical y horizontal, bajo la dirección del arquitecto español Manuel Mujica Millán. El arquitecto Mujica Millán proyectó la nueva Catedral, el edificio central de la Universidad de Los Andes, el Palacio de Gobierno y el Seminario Arquidiocesano. Como lo señala Rondón Núcete (1977), “sus obras dieron fisonomía e identidad a la ciudad”. Años antes ya se habían construido el nuevo edificio del mercado, el palacio Arzobispal y el primer edificio moderno de la Universidad donde funciona actualmente la Escuela de Derecho de la Facultad de Ciencias Políticas y Jurídicas.

El tercer factor y quizás el que con mayor fuerza contribuyó a modificar el patrón colonial y a facilitar la expansión de la ciudad fue el desarrollo del transporte automotor. Hasta comienzos de los años treinta, Mérida era una ciudad eminentemente peatonal. Entre Glorias Patrias y Milla, los límites longitudinales, la distancia era de apenas unos 2,2 kilómetros y, lateralmente, la mayor distancia no sobrepasa los 700 metros. De los extremos al centro (Plaza Bolívar), las mayores distancias apenas superaban el kilómetro. Pero la llegada del automóvil y su aceptación como medio de transporte intraurbano, permitió el desplazamiento paulatino desde el centro hacia las afueras de la ciudad de la población y facilitó la expansión de la ciudad mas allá de los límites peatonales. Además, la llegada del automóvil contribuyó a una mayor movilización espacial de la población y a separar lugar de trabajo del lugar de residencia.

Los primeros automóviles arribaron a Mérida a finales de los años diez aunque su uso en un primer instante fue de carácter recreativo y estuvo limitado a algunas familias pudientes de la ciudad. Fue durante los años cuarenta y cincuenta que el automóvil se convierte definitivamente en un elemento indispensable para la movilidad espacial intraurbana y como medio de transporte para un grueso sector de población de la ciudad. A comienzos de los años cincuenta se pavimentaron nuevamente la mayoría de las calles de la ciudad y se construyeron vías de circulación rápida, lo cual demuestra en cierto modo, el impacto causado por el vehículo automotor.

El automóvil permitió el desplazamiento de los grupos más acomodados desde el centro hacia las afueras de la ciudad. El crecimiento demográfico y el surgimiento de nuevos usos del suelo en el área más central crearon ligeras presiones por la ocupación del espacio, lo cual en cierta forma obligó a los grupos adinerados a buscar áreas residenciales menos conflictivas. La llegada del automóvil y la presencia de grandes espacios urbanizables en las afueras de la ciudad facilitaron estos desplazamientos. Por lo demás, el automóvil permitió el movimiento entre sus lugares de residencia periférico y sus lugares de trabajo, compra, búsqueda de servicios, etc., localizados en el centro. Pero además, el automóvil se convirtió en un medio de transporte público. La localización de ciertos servicios lejos del casco central, el surgimiento de barrios periféricos y la concentración de funciones gubernamentales, educativas, comerciales, en el mismo centro, hicieron necesario el desplazamiento periódico de un amplio sector de la población, sin acceso al transporte automotor privado.

El crecimiento demográfico, la construcción de obras y servicios públicos por parte del Estado y el desarrollo del transporte automotor, fueron los hechos que principalmente contribuyeron a modificar el carácter colonial de la ciudad y a dar inicio al proceso de suburbanización en este período de transición. En general, en la ciudad se inició un cambio en su aspecto tradicional.

El casco central se revitalizó como el área más dinámica de la ciudad, aún cuando decayó su atracción como sector residencial. El casco central se convirtió en el sector urbano que experimentó los mayores cambios en el uso de la tierra. Las unidades residenciales de los grupos que se desplazaron hacia la periferia comenzaron a ser utilizadas como establecimientos comerciales e incluso, como oficinas de servicios públicos y privados.



Figura 1.15. Calles de la Independencia, recientemente pavimentada (años 20).

En el mismo centro de la ciudad surgieron usos comerciales y de servicios con cierto grado de especialización. Aparecieron los primeros centros médicos y escritorios jurídicos en unidades no residenciales, lo cual es un claro indicio de que el lugar de trabajo empezó a separarse del lugar de residencia. A la vez aparecieron locales comerciales dedicados a la venta y reparación de artefactos eléctricos, automóviles y de otras innovaciones de la época. Todo ello contribuyó a una mayor diversificación del uso de la tierra y a valorizar el área central como el núcleo comercial por excelencia de la ciudad.

Los grupos adinerados buscaron los sitios que presentaban las mejores condiciones naturales incluyendo accesibilidad y espacio disponible. En Mérida, estas posibilidades se dieron en el suroeste, donde la existencia de grandes espacios urbanizables y la construcción de avenidas de circulación rápida permitían una mayor movilidad y confort espacial. Es por ello que las primeras residencias de los grupos adinerados, fuera del centro, se localizaron a lo largo de las avenidas Tulio Febres Cordero, Urdaneta y Gonzalo Picón, espacios que para entonces presentaban condiciones favorables desde el punto de vista de los requerimientos espaciales de este grupo económico.

El desplazamiento de los grupos económicos de mayores recursos hacia las afueras de la ciudad vino acompañado del surgimiento de los primeros barrios marginales. A comienzos de los años cincuenta, la población empobrecida, proveniente en su mayoría de áreas rurales vecinas invadieron, en la mayoría de los casos, las áreas menos susceptibles de ser desalojados. De esta forma se dio un nuevo proceso de segregación residencial, que se acentuó en las décadas del sesenta y setenta con condiciones habitacionales y espaciales extremas. Los grupos adinerados construyeron buenas viviendas y mejoraron las condiciones ambientales y

de servicios, y la población marginal tuvo que localizarse en las áreas de mayor deterioro ambiental, carentes de infraestructura residencial.

Los mayores espacios marginales también surgieron en el sector suroeste de la ciudad. El aeropuerto sirvió de separación a las áreas residenciales de los grupos de mayores recursos de las áreas marginales. Estas últimas se localizaron en la margen este del aeropuerto, en un cordón marginal que se extiende entre Santa Elena y Pie de Llano. Las residencias de los grupos de mayores recursos se localizaron en la margen oeste del aeropuerto con mejores condiciones ambientales e infraestructurales y fácilmente accesible al resto de la ciudad.

El desplazamiento de los grupos de mayores recursos hacia las afueras de la ciudad y el surgimiento de barrios marginales en áreas adyacentes a aquéllas, permitió la concentración mayoritaria de los sectores económicamente intermedios en el casco central, en la mayoría de los casos, en viviendas anteriormente habitadas por los grupos de mayores recursos. Estos grupos económicamente intermedios, muchos de ellos arrendatarios de viviendas, buscaron una localización central cerca de las fuentes de trabajo o de actividad diaria. En este sentido, el pago de alquiler contrarrestó los ahorros en el transporte, lo cual justifica su localización central.

Durante este período, el mejoramiento de los servicios públicos, las excelencias del clima y la belleza del paisaje, unido a la apertura de la carretera Trasandina, hicieron de Mérida una ciudad turística, lo que creó una particularidad que hasta entonces no había tenido: la de presentar una importante población flotante. A ello también contribuyó el desarrollo de la Universidad, pues su presencia facilitó la celebración de congresos, convenciones de carácter científico y/o cultural. La presencia de población flotante hizo necesaria la construcción de hoteles así como la implementación de servicios conexos, lo cual influyó también en el surgimiento de nuevos usos más especializados del suelo urbano.

El crecimiento de la Universidad de Los Andes tuvo una cierta importancia en los cambios ocurridos en la ciudad durante este período. Como lo indica Rondón Nucete (1977), el mayor número de estudiantes y profesores, que para ese entonces ingresaron a la Universidad, determinó la satisfacción de la demanda de nuevos y mejores servicios: en ese período se expandió el edificio central y se construyeron la Facultad de Ingeniería, la escuela de Medicina y las residencias estudiantiles adyacentes a la avenida Tulio Febres Cordero.

Sin embargo, el papel de la Universidad de Los Andes en el crecimiento de Mérida durante estos años fue muy localizado. Las nuevas construcciones se realizaron dentro del perímetro básico de la ciudad, lo cual indica que el crecimiento de la Universidad, en una primera etapa, contribuyó al relleno de los espacios vacíos del casco central, aunque la localización se dio cerca de las nuevas vías de circulación rápida. En realidad, entre la Universidad y la ciudad se mantuvo una relación de crecimiento más o menos armónica. Para 1936 los estudiantes representaban el 1,75% de los habitantes de la ciudad; para 1950 el 3,6% y para 1958 el 4,28% (Rondón Núcete, 1977). Esta relación armónica le permitió a la ciudad absorber los nuevos incrementos de estudiantes, lo cual fue posible en el mismo casco central. Gran parte de las viviendas desalojadas en el centro por los grupos de mayores recursos en su desplazamiento hacia las afueras de la ciudad, se convirtieron en residencias y pudieron absorber este crecimiento estudiantil. Pero esa relación armónica se perdió en años posteriores, lo que

obligó a la Universidad a expandirse más allá de los límites tradicionales de la ciudad y modificó, en cierto modo, el patrón dominante de localización central-patronal de la población estudiantil. El Anexo No. 3 se presenta un plano en el cual esta identificada la etapa de crecimiento urbano en la etapa de transición de color verde.

El carácter transicional de crecimiento y organización espacial de la ciudad de Mérida finaliza aproximadamente a finales de la década del cincuenta. En la década del sesenta se inicia un crecimiento suburbano de mayores proporciones que se caracteriza en los actuales momentos con la formación de una aglomeración urbana que integra a Mérida con poblaciones vecinas. En el Anexo No. 4 se presenta un plano del año 1950.

1.1.3 La Etapa Actual

A partir de 1960 los cambios ocurridos en el espacio interno de Mérida han sido más violentos: la ciudad se expande horizontalmente con la aparición de nuevas urbanizaciones residenciales en áreas suburbanas y nuevos barrios de ranchos en diversas áreas de la ciudad y, verticalmente, con la construcción de modernos edificios de apartamentos y oficinas y centros comerciales en el casco central y en las afueras de la ciudad. El rasgo más resaltante es la rápida suburbanización; el automóvil se convierte definitivamente en el medio de movilidad espacial más importante y contribuye a una rápida interrelación de los distintos sectores urbanos y áreas funcionales. Ello trae como consecuencia una mayor ampliación y densificación de la red vial interna, permitiendo una fácil comunicación entre áreas de trabajo y áreas de residencia. Al mismo tiempo, aparecen nuevos usos del suelo urbano, la mayor parte de ellos con evidentes signos de especialización, especialmente en lo referente a la actividad comercial. El área comercial se expande a través de líneas y ejes viales, e incluso surge un nuevo sector comercial de importancia al suroeste de la ciudad (Glorias Patrias), si se quiere como complementario del núcleo central.

La expansión actual se debe a varios factores y el rápido crecimiento en la población es nuevamente uno de ellos. Para 1961 (IX Censo) la población de Mérida alcanza a 46.339 habitantes y para 1971 (X Censo) a 74.214. El casco central y las áreas circundantes que surgen en el período anterior se ven imposibilitados de absorber los nuevos incrementos de población por lo que la expansión se realiza hacia áreas suburbanas y centros poblados vecinos. En este período, además de la coalescencia con La Parroquia y Ejido, y gracias a la construcción de viaductos sobre el río Albarregas (Figura 1.16), se amplía considerablemente el espacio urbanizable, con la incorporación paulatina de extensas áreas de la Otra Banda. Para 1991 la población registrada fue de 178.580 habitantes y para el año 2001 aumentó a 204.879 habitantes.

El incremento de población vino acompañado de una mayor ampliación de las diferencias existentes entre los grupos económicos. A la par de que se amplían las diferencias entre los grupos de mayores y menores recursos, crecen los grupos intermedios formados en su mayoría por profesionales universitarios, empleados universitarios, empleados de servicios públicos y privados y en actividades comerciales, pequeños comerciantes, etc. Estos grupos económicos compiten en forma muy variada por la ocupación del espacio lo que da como resultado diversos patrones de localización residencial. Los grupos de mayores recursos siguen a

comienzos de la década del sesenta, nuevas líneas de localización en áreas (suburbanas) con buena dotación de infraestructura vial y servicios públicos, en urbanización de alto costo y baja densidad desarrollados a través de la iniciativa privada y con estilos arquitectónicos y espaciales modernos de tipo europeo y norteamericano (Instituto de Investigaciones Económicas, ULA, 1968). Se destacan las urbanizaciones Santa María en el noreste y San Antonio y Belenzate en el suroeste.

El desplazamiento sectorial unidireccional de los grupos de mayores recursos, experimentado en el período anterior, se rompe a partir de 1960. La presencia del aeropuerto y la tendencia del crecimiento de la ciudad hacia Llano Grande, no motivó la continuidad en la localización de estos grupos hacia ese sector. Ello dio como resultado, la búsqueda de nuevas áreas, menos conflictivas y con buena infraestructura residencial, lo cual fue posible en diversos sectores de la ciudad tanto en el noreste como en el suroeste y La Otra Banda.



Figura 1.16. Viaducto Campo Elías sobre el río Albarregas y zonas adyacentes.

A través de la misma promoción privada, grupos económicamente intermedios compiten por su localización residencial. En el centro de la ciudad y en sectores suburbanos surgen edificios de apartamentos destinados al alquiler o la venta. En ambos sectores, los edificios son de tipo moderno aunque, a diferencia de las urbanizaciones de altos ingresos, orientadas con mayor fuerza al transporte público.

El Estado, a través de organismos como el INAVI (antiguo Banco Obrero) también participa en la promoción de viviendas, con una orientación hacia la satisfacción de la demanda de los grupos económicos de bajos ingresos. Esta promoción pública ha estado destinada a la edificación de conjuntos residenciales de altas y medias densidades de población en sectores de la ciudad con baja renta del suelo. Se destacan entre otros, los apartamentos en las áreas de Campo de Oro (Figura 1.17) y Santa Juana, Humboldt y Los Sauzales y los programas de vivienda unifamiliares de bajo costo en las Tienditas del Chama.

El crecimiento físico de la ciudad no es sólo el resultado de la participación de grupos económicos en el mercado de la vivienda. La ciudad se expande, asimismo, con el crecimiento de la población marginal, quienes con escasos recursos para competir en el mercado de la vivienda, se ubican en diversos sectores de la ciudad, mediante la invasión de tierras y la construcción individual y/o colectiva de sus viviendas. En la ciudad, a partir de la década del sesenta, el crecimiento de los barrios marginales es rápido. Aun cuando su localización es periférica, los barrios marginales se distribuyen en diversas áreas de la ciudad, orientados en muchos casos a ciertos factores de localización como, por ejemplo, la accesibilidad al resto de la ciudad, lo cual permite un cierto desplazamiento hacia los mercados de trabajo y la realización de algunas actividades tradicionales. Un gran número de barrios marginales en Mérida se localiza cerca de ejes viales principales, hecho que ha contribuido a una constante expansión horizontal de la ciudad. Los barrios Pueblo Nuevo (Figura 1.18), Andrés Eloy Blanco, 23 de Enero y La Milagrosa, son ejemplos de ello.



Figura 1.17. Edificios residenciales de la Urbanización Campo de Oro.



Figura 1.18. Barrio Pueblo Nuevo, al margen del río Albarregas.

Este crecimiento de la población marginal y su localización en áreas de escaso desarrollo infraestructural ha creado desajustes en el desarrollo actual de la ciudad, y ha generado situaciones de alta vulnerabilidad, en una forma similar a lo que ha ocurrido en la mayoría de las ciudades de los países subdesarrollados. Aún cuando los aspectos modernos dominan el paisaje urbano de Mérida, en ella coexisten tanto la ciudad moderna representada por las áreas internas de alto desarrollo infraestructural como la ciudad subdesarrollada, caracterizada por el escaso desarrollo de la infraestructura espacial básica. Esta coexistencia de la ciudad moderna con la ciudad subdesarrollada ha sido una de las características más importantes del proceso de crecimiento de este último período.

La expansión actual es también el resultado del auge de la industria privada de la construcción. En la década del sesenta, y con mayor fuerza en la del setenta, se crean en la ciudad una serie de empresas constructoras que pasan a controlar, en buena parte, la promoción, construcción y venta de viviendas y locales comerciales a través del financiamiento de la banca comercial y aún del Estado.

A diferencia de lo que ocurrió en el período anterior, el crecimiento de la ciudad a partir de 1960 va a estar en cierta forma determinado por las inversiones que realizan las compañías constructoras. Las mismas empresas constructoras han pasado a controlar en buena parte la tierra urbanizable, lo que ha dado como resultado que el crecimiento de la ciudad se realice sin criterios bien definidos, en forma anárquica, dificultando el desarrollo armonioso del espacio interno de la ciudad. Un ejemplo lo constituye el desarrollo de urbanizaciones a lo largo de la avenida Andrés Bello (Las Tapias, El Carrizal, Alto Chama), con bajas densidades de población, orientadas a satisfacer la demanda de grupos de altos ingresos y con acceso al

automóvil privado. Como cada empresa o grupos de empresas controlan diversas parcelas o áreas urbanizables, el crecimiento se realiza en forma dispersa, originando fraccionadamente nuevas exigencias de infraestructura, servicios y transporte.

En el casco central el crecimiento vertical está siendo asimismo controlado por las empresas constructoras. Debido a que la propiedad del suelo en el casco central es altamente fraccionada, allí el tipo de construcción y las densidades de población dependen de la capacidad financiera de cada una de las empresas, creando un paisaje urbano discontinuo, diferencias en la demanda de servicios y variaciones en la circulación vehicular y peatonal. La construcción individual unifamiliar, característica de períodos anteriores está siendo reemplazada por la construcción empresarial multifamiliar, típica de las grandes ciudades. Pero las inversiones de las empresas constructoras no se han reducido únicamente a la edificación de viviendas. El desarrollo reciente de un buen número de centros comerciales, tanto en el casco central como en las afueras de la ciudad, es el producto de las inversiones de compañías constructoras en alianza con otros grupos económicos locales y aún nacionales, en un afán por crear y satisfacer nuevas necesidades de consumo y por valorizar el suelo urbano. El resultado de ello ha sido el surgimiento de modernos centros comerciales (Figura 1.19) en las avenidas de rápida circulación (avenidas Andrés Bello, Las Américas y Cardenal Quintero, por ejemplo), con actividades altamente especializadas, que tienden poco a poco a modificar la estructura espacial-comercial tradicional de la ciudad.

Los cambios en la base económica constituyen también un factor de crecimiento de la ciudad en estas dos últimas décadas. Mérida se consolida como el centro de bienes y servicios de mayor importancia del estado Mérida, lo cual repercute en la expansión de los sectores y áreas comerciales y en una mayor especialización de los servicios públicos y privados de la ciudad. Ello, en parte, facilita el surgimiento de nuevos centros comerciales, con una organización de tipo jerárquico, y orientados a todos los patrones de consumo de la población. Al mismo tiempo, se expanden las áreas de servicios, en especial las referentes a educación, salud, transporte, gobierno y servicios personales.



Figura 1.19. Modernos centros comerciales en la ciudad de Mérida.

A diferencia de lo anterior, el crecimiento de la actividad industrial y artesanal en la ciudad es pequeño, afectando muy poco la expansión de la ciudad. Su efecto espacial sólo se reduce, en

el caso de las manufacturas, a la formación de una franja o zona industrial de medianos requerimientos espaciales, a lo largo de la carretera Panamericana, donde coexisten algunos depósitos y talleres de la rama metalmecánica, del caucho y la construcción. Por el contrario, la actividad artesanal aún conserva una localización predominante central y dispersa, orientada hacia el mercado local.

Otro de los factores que mayormente ha contribuido a la expansión física y poblacional de la ciudad ha sido el rápido crecimiento de la universidad. En la década del sesenta la actividad universitaria adquiere una importancia mayor que la alcanzada en décadas anteriores, y en la actualidad la comunidad universitaria representa casi una cuarta parte de la población de la ciudad de Mérida. Es precisamente a partir de 1960 cuando la Universidad se expande fuera del casco central: en 1962 se construye la residencia estudiantil masculina en Campo de Oro; entre 1963 y 1965, parte del complejo formado por la actual Facultad de Ciencias Forestales en la cercanía de los Chorros de Milla; en 1964 las facultades de Economía y Humanidades adyacentes a la avenida Universidad (actualmente ubicadas en la avenida Las Américas, Figura 1.20); y en 1966 se inicia la construcción de la facultad de Farmacia en Campo de Oro y la parte final del complejo de la Facultad de Ciencias Forestales. En la década del setenta ocurre una nueva expansión de la universidad con la construcción, entre otras, del complejo La Hechicera y las canchas deportivas de Campo de Oro.

El crecimiento físico de la universidad está contribuyendo a crear ciertos conflictos espaciales dentro de la ciudad. El mayor desarrollo de la Universidad se está orientando hacia el noreste, donde la institución dispone de amplios espacios, mientras que la ciudad tiende a crecer mayoritariamente, hacia el suroeste, cerca de La Parroquia (Figura 1.21) y Ejido. Ello origina problemas de distancia y circulación, puesto que un buen número de profesores, empleados y, aún, de estudiantes, residen en este último sector.



Figura 1.20. Las facultades de Economía y Humanidades (Complejo La Liria) en el centro de la imagen.



Figura 1.21. Vista del sector La Parroquia, desde la Urbanización La Mata.

Un último factor que influye en la expansión de la ciudad, es el notorio proceso de concentración y desconcentración de las actividades urbanas que operan en la ciudad. Las actividades político-administrativas, comerciales y de servicios, fuertemente concentradas en el casco central, y factores de localización como la accesibilidad (convergencia de rutas inter e intraurbanas), han motivado un rápido crecimiento vertical en este sector de la ciudad, con la construcción de modernos edificios de apartamentos (Figura 1.22), de comercio y oficinas, y una constante valorización del suelo urbano. Este rápido crecimiento vertical en el centro de la ciudad, donde la competencia por el espacio es bastante acentuada, ha originado serios problemas de congestionamiento tanto de actividades urbanas como de tráfico vehicular y peatonal, falta de estacionamientos y algunos problemas de contaminación ambiental.

Asimismo, las actividades universitarias se comportan como una fuerza de crecimiento centrípeta, gracias a que una gran parte de las actividades universitarias están localizadas en el casco central. Además de las Facultades de Ciencias Políticas y Jurídicas, Odontología, Ingeniería y Medicina numerosas en estudiantes, profesores, empleados y obreros, en el mismo se localizan las actividades rectorales, administrativas, de bienestar estudiantil, culturales, etc., las cuales son utilizadas por toda la comunidad universitaria y algunos sectores extrauniversitarios. Al mismo tiempo, las actividades universitarias han atraído a otras que le sirven de complemento: librerías, restaurantes, cafeterías, venta de equipo médico-odontológico, etc., contribuyendo al crecimiento urbano y a una mayor competencia por el uso del suelo en esta área central.



Figura 1.22. Modernos edificios surgen en el centro de la ciudad de Mérida.

Pero al mismo tiempo, el funcionamiento disperso de la Universidad ha contribuido a una concentración de población en el casco central, por ser ésta el área más equidistante y más accesible a todas las dependencias universitarias. Es por ello que el casco central es el área de localización estudiantil por excelencia, lo que ha repercutido en el rápido desarrollo vertical, con la construcción de edificios de apartamentos sustituyendo, en algunos casos, las antiguas residencias de una sola planta. A esta concentración estudiantil en el casco central también ha contribuido la alta concentración de servicios universitarios y públicos, incluyendo el transporte universitario. No obstante, se observa un cierto desplazamiento estudiantil hacia el noreste de la ciudad, donde asimismo tienden a concentrarse varias dependencias universitarias.

La desconcentración de las actividades urbanas que opera a través de fuerzas centrifugas, ha contribuido también a la expansión de la ciudad. El congestionamiento en el centro ha movido a la población y a ciertas actividades, a localizarse en las afueras de la ciudad. Prueba de ello es el surgimiento de urbanizaciones unifamiliares y aún multifamiliares en áreas suburbanas, donde la población busca mayor espacio, ausencia de ruidos y contaminación, lugares de esparcimiento, etc., difíciles de lograr en el área más céntrica.

En las actividades comerciales, industriales y de servicios, ocurre también un cierto proceso de desconcentración: la venta de automóviles y repuestos, algunos talleres de reparación de automóviles, depósitos, fábricas de tejidos, reencauchadoras, fábricas de hielo, venta de muebles y maquinaria industrial, entre otros, se han venido desplazando desde el centro hacia las afueras de la ciudad, en busca de mayor espacio, menores rentas del suelo y eludiendo los problemas ocasionados por el congestionamiento. La posterior localización en vías de circulación rápida, lejos del centro de la ciudad, como en la carretera Panamericana y avenida Andrés Bello, por ejemplo, es ya característica en el paisaje urbano de Mérida.

El rápido crecimiento horizontal de la ciudad ha afectado a poblaciones vecinas: La Parroquia ya forma parte del área urbana de Mérida. Algo similar ocurre en las cercanías de Ejido, dando como resultado la formación de una aglomeración urbana integrada por los tres centros poblados: Mérida, La Parroquia, Ejido. La construcción de las avenidas que comunican a estos tres centros, ratifica el carácter de aglomeración urbana en lo espacial y en lo funcional, puesto que facilita la interconexión diaria de un grueso sector de la población, en busca de los lugares de trabajo y los lugares de residencia.

La formación de la aglomeración Mérida-La Parroquia-Ejido, ha sido el resultado lógico del crecimiento experimentado por la primera de las nombradas. Era en el área de La Parroquia y Ejido, donde la disponibilidad de tierras urbanizables, permitían la expansión horizontal longitudinal, conocidas las condiciones naturales del sitio que incluyen las limitaciones al crecimiento lateral, tal como se aprecia en las figuras 1.23 y 1.24.

Dadas las mismas condiciones naturales del sitio para el desarrollo futuro de la aglomeración, es de suponer que el crecimiento se orientará en la misma dirección, a lo largo del valle del río Chama, alcanzando en la actualidad poblaciones vecinas, como Las González, San Juan y Lagunillas. Ello da como resultado el surgimiento de un paisaje completamente distinto al de la ciudad de Mérida, incluso con diferencias microclimáticas intraurbanas, y donde las vías de circulación rápida y el transporte masivo serían de singular importancia (Amaya, 1989).



Figura 1.23. Fotografía aérea de la ciudad de Mérida, 2002.



Figura 1.24. Panorámica de la Meseta de Mérida.

Las 3 etapas de crecimiento anteriormente descritas, vienen acompañadas de un crecimiento poblacional que demuestra que el desarrollo urbanístico de la ciudad de Mérida fue proporcional a la población creciente además de otras variables anteriormente descritas, por esta razón en el siguiente capítulo se describe el crecimiento poblacional de Mérida a lo largo de los años.

1.2 La Parroquia Domingo Peña.

La Parroquia Domingo Peña es una de las mas populosas de la ciudad, y presenta la en su mayoría un crecimiento urbano desordenado. Es importante señalar que el crecimiento de la Parroquia comenzó a partir de las edificaciones del Banco Obrero de los años 50 y 60, y las edificaciones del INAVI posteriormente, como lo son la urbanización del Banco Obrero en Santa Elena y los edificios de San José a orillas de la Avenida 16 de Septiembre, así como la Urbanización Kennedy y la Urbanización Santa Juana. A partir de estas construcciones y el Hospital Universitario se fueron instalando edificaciones producto del crecimiento desordenado impuesto por las condiciones materiales de la población, que llegan hasta la actualidad que tenemos en esta parroquia una diversidad de tipologías estructurales, muchas con fuertes problemas a la hora de resistir sismos esperados en la región.

A continuación algunas fotos de las edificaciones de la parroquia en el sector estudiado:



Figura 1.25. Biblioteca Pública “Mariana Mozart”. Fundación del Niño.



Figura 1.26. Urb. Barrio Obrero. Calle 3. Santa Elena.



Figura 1.27. Urb. Barrio Obrero. Calle 4. Santa Elena.



Figura 1.28. Esquina Avenida Buena Vista con Avenida Miranda.



Figura 1.29. Avenida Buena Vista, entradas a calles 2 y 3 de Santa Elena.



Figura 1.30. Calle 4 de Santa Elena.



Figura 1.31. Calle 3 de Santa Elena.



Figura 1.32. Calle 1 de Santa Elena.



Figura 1.33. Avenida El Milagro.



Figura 1.34. Avenida El Milagro entrada a calle 1..



Figura 1.35. Calle 2 de Santa Elena.



Figura 1.36. Calle 3 de Santa Elena.



Figura 1.37. Entrada al Pasaje Paraíso.



Figura 1.38. Entrada al Pasaje B.



Figura 1.39. Vistas de la fachada con Avenida 16 de Septiembre.



Figura 1.40. Vistas de la fachada con Avenida 16 de Septiembre.

CAPITULO 2

La amenaza, vulnerabilidad y riesgo sísmico

El marco conceptual de la vulnerabilidad surgió de la experiencia humana en situaciones en que la propia vida diaria normal era difícil de distinguir de un desastre. La gran mayoría de las veces existían condiciones extremas que hacían realmente frágil el desempeño de ciertos grupos sociales, las cuales dependían del nivel de desarrollo alcanzado, así como también de la planificación de ese desarrollo. Se empezó a identificar entonces en los grupos sociales la vulnerabilidad, entendida como la reducción de la capacidad a “acomodarse” a determinadas circunstancias. Dicha vulnerabilidad ha sido definida de diferentes maneras, entre las que se puede citar la siguiente: Grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos en riesgo como resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 (sin daño) a 1 (pérdida total). La UNDRO y la UNESCO promovieron una definición que se sintetiza a continuación a partir de los siguientes conceptos (Sandi 1983):

Amenaza, peligro o peligrosidad, H . Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.

Vulnerabilidad, V . Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo como resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total.

Riesgo específico, R_s . Es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un suceso particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad.

Elementos en riesgo, E . Son la población, los edificios y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta a una amenaza en un área determinada.

Riesgo total R_t . Se define como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un desastre, es decir el producto del riesgo específico, R_s , y los elementos en riesgo, E .

Con estas definiciones, la evaluación del riesgo total puede llevarse a cabo mediante la siguiente fórmula general:

$$R_t = E \times R_s = E \times H \times V$$

Conservando este marco conceptual, Cardona (1986) propuso eliminar la variable exposición, E , por considerarla implícita en la vulnerabilidad, V , sin que esto modificara sensiblemente la definición original. En otras palabras: no se “es vulnerable” si no se “está expuesto”. Es decir, una vez conocida la amenaza o peligrosidad A_i , entendida como la probabilidad de que ocurra un suceso con una intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t , y conocida la vulnerabilidad V_e , entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto e a

ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un suceso con una intensidad i , el riesgo Rie se entiende como la probabilidad de que se produzca una pérdida sobre el elemento e , como consecuencia de la ocurrencia de un suceso con una intensidad mayor o igual a i

$$Rie|t=(Ai,Ve)|t$$

De una manera más exacta, pueden distinguirse dos conceptos que en ocasiones han sido equivocadamente considerados como sinónimos pero que son definitivamente diferentes tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo:

- **La Amenaza o Peligro**, o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y en cierto período de tiempo.
- **El Riesgo o daño**, destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo (Spence 1990).

En términos generales, la "vulnerabilidad" puede entenderse, entonces, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas, y por lo tanto su evaluación contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso.

La diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo está en que la amenaza esta relacionada con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo está relacionado con la probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales están íntimamente relacionadas no sólo con el grado de exposición de los elementos sometidos sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento. Fig.2.1

En este caso la amenaza sísmica está definida por las características del sismo, su magnitud, ubicación, profundidad de foco, energía, epicentro, etc., y la vulnerabilidad, por la disposición de la población, sus estructuras, su economía, su nivel de preparación ante la ocurrencia de un sismo entre otros.

Así como en tiempos anteriores se utilizó el término riesgo para referirse a lo que hoy se denomina amenaza, actualmente se utiliza a veces la palabra vulnerabilidad con el significado de riesgo. Pero los conceptos son diferentes y su definición es esencial para disponer de un enfoque que permita identificar las posibilidades de reducción del riesgo: en general no es posible actuar sobre la amenaza pero es posible reducir el riesgo disminuyendo la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

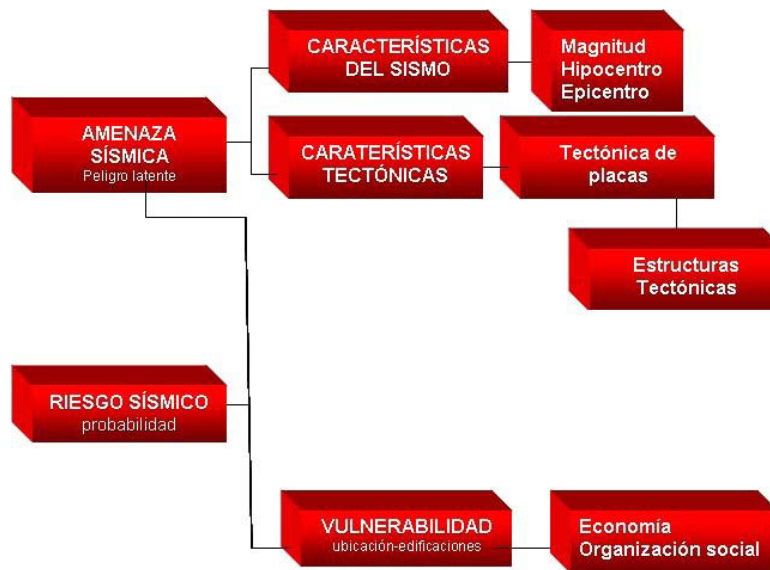


Figura 2.1. Estructura del riesgo sísmico.

El concepto de **vulnerabilidad global** (Wilches-Chaux, 1989) caracteriza la vulnerabilidad y el riesgo no sólo desde una perspectiva física, sino que también integra varias otras dimensiones que caracterizan el **contexto** del problema teniendo en cuenta varias otras perspectivas tales como la económica, social, educativa, política, institucional, ambiental, cultural e ideológica. El planteamiento de una vulnerabilidad global permite su visualización desde diversas perspectivas del conocimiento y facilita su evaluación como un proceso dinámico acumulativo de fragilidades, deficiencias o limitaciones (Cardona y Barbat 2000).

2.1. Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo.

El concepto de riesgo sísmico está siempre relacionado con la predicción de pérdidas futuras y está íntimamente ligado a la psicología personal o colectiva, razón por la que, obviamente, es difícil darle objetividad. Por este motivo es tan compleja la evaluación del riesgo, aun cuando se trate solamente de su dimensión física. Cuando, además, a esta dimensión se le añaden las relacionadas con el contexto, aspectos absolutamente necesarios para facilitar la gestión, el problema se vuelve mucho más complejo aun. Además, es absolutamente necesario que el riesgo esté siempre asociado con la decisión, con la ejecución de una acción que se debe llevar a cabo. Puesto que los resultados de cada acción factible son inciertos, es esencial considerar incertidumbres en el análisis de sistemas físicos para poder decidir si un modelo es apropiado para el problema que se debe resolver (Cardona, 1999).

Un análisis de vulnerabilidad es un estudio de la capacidad de un sistema de resistir o absorber el impacto de un suceso que caracteriza una amenaza y, por lo tanto, se diferencia del análisis de riesgo, que es la estimación de pérdidas de acuerdo con el grado de amenaza considerado y con el nivel de vulnerabilidad existente en el sistema expuesto. La evaluación de la

vulnerabilidad física ha sido la que más se ha desarrollado hasta ahora. El correspondiente riesgo físico puede calcularse como la pérdida esperada en un período de tiempo y puede expresarse como una proporción del valor o coste de reemplazo de los elementos en riesgo.

Al igual que la amenaza, el riesgo puede plasmarse en mapas, que pueden ser probabilistas o deterministas. En este último caso, los mapas de riesgo representan un escenario, o sea la distribución espacial de los efectos potenciales que puede causar un suceso de una intensidad dada sobre un área geográfica, de acuerdo con el grado de vulnerabilidad de los elementos que componen el sistema expuesto. Estos mapas, no sólo son de fundamental importancia para la planificación de la intervención de la amenaza y/o la vulnerabilidad, sino también para la elaboración de los planes de contingencia que los organismos operativos deben realizar durante la etapa de preparativos para emergencias. La evaluación de pérdidas futuras requiere técnicas probabilistas, con lo que los riesgos se expresan en pérdidas medias de dinero o de vidas por año.

2.2. Vulnerabilidad física y riesgo sísmico

El riesgo físico está directamente relacionado con la calidad del diseño sismorresistente de la estructura. Cuando se lleva a cabo un diseño estructural, en realidad se está realizando la evaluación de la vulnerabilidad de un modelo, que tiene ciertas características geométricas y de los materiales, de acuerdo con los requisitos mínimos establecidos por una normativa y considerando como aceptable el modelo cuando cumple dichos requisitos. Sin embargo, este tipo de análisis de vulnerabilidad se realiza con el fin de proyectar dicho modelo, es decir, de proponerlo como solución constructiva que debe llevarse a cabo teniendo en cuenta factores de seguridad. Hoy se conocen las bases que permiten realizar dicho diseño con razonable seguridad para la vida. Más aun, en el diseño se admiten sistemas estructurales que sufran daños controlados y que disipen una parte importante de la energía absorbida. Obviamente, durante la vibración de estas estructuras en el rango plástico durante sismos fuertes se producen daños estructurales y no estructurales. Es decir, los propios criterios de diseño utilizados en las normativas admiten la vulnerabilidad de la estructura y un cierto nivel de riesgo aceptable que está implícitamente incluido en las normas. Tal como se ha visto durante los últimos terremotos del año 2003 de California e India, en las regiones donde se diseña de acuerdo con una normativa sismorresistente adecuada, donde la construcción es sometida a una supervisión estricta y donde el sismo de diseño es representativo de la amenaza sísmica real de la zona, el daño es marginal en comparación con el observado en sitios donde no se dan estas circunstancias.

En el caso de las estructuras de hormigón armado, es común que se produzcan daños estructurales en pilares durante los sismos muy fuertes, tales como grietas diagonales, causadas por cortante y/o torsión, o grietas verticales, desprendimiento del recubrimiento, aplastamiento del hormigón y pandeo de las barras longitudinales por exceso de esfuerzos de flexión y compresión. En vigas se producen grietas diagonales y rotura de estribos por causa del cortante y/o de la torsión y grietas verticales, rotura del refuerzo longitudinal y aplastamiento del hormigón por la flexión debida a cargas alternativas. Las conexiones entre elementos estructurales son, por lo general, los puntos más críticos. En las uniones viga-pilar (nudos), el cortante produce grietas diagonales y es habitual ver fallos por adherencia y anclaje

del refuerzo longitudinal de las vigas como consecuencia de esfuerzos excesivos de flexión. En las losas se pueden producir grietas por punzonamiento alrededor de los pilares y grietas longitudinales a lo largo de la losa de piso debido a la excesiva demanda de flexión que puede imponer el sismo. Las irregularidades en altura, tales como cambios bruscos de rigidez entre pisos adyacentes, hacen que la absorción y disipación de energía durante el sismo se concentren en los pisos flexibles, donde los elementos estructurales se ven sometidos a sollicitaciones excesivas. Las irregularidades en planta de la masa, rigidez y resistencia pueden originar vibraciones torsionales que generan concentraciones de esfuerzos difíciles de evaluar.

Generalmente, los daños no estructurales se deben a la unión inadecuada entre los muros divisorios, las instalaciones y la estructura, o a la falta de rigidez de la misma, lo que conduce a excesivas deformaciones que no pueden ser absorbidas. Los elementos no estructurales de las construcciones rígidas se comportan, en general, mejor que en las flexibles, al sufrir menor daño al limitarse el desplazamiento relativo entre pisos. La vulnerabilidad física de un edificio condiciona su vulnerabilidad funcional, que está relacionada no solamente con la seguridad de la estructura, sino también con el comportamiento de los elementos no estructurales, tales como tabiques, instalaciones, equipos, etc., que son fundamentales para que el edificio se mantenga en servicio. Este aspecto es de máxima importancia en el caso de aquellos edificios cuya función es vital, como es, por ejemplo, el caso de los hospitales.

2.3. Vulnerabilidad de centros urbanos

Se han propuesto muchos métodos para evaluar las pérdidas esperadas durante futuros terremotos en centros urbanos. Aunque no es posible predecir con precisión cuándo y dónde va a ocurrir un sismo, sí es posible realizar estimaciones de cuántas víctimas y qué daños causará. Este tipo de evaluaciones permite dimensionar la magnitud del problema que tendrá que afrontar una ciudad o una región, razón por la cual este tipo de estudios se han convertido en ineludibles para la prevención de desastres. Se han propuesto diferentes metodologías para la evaluación del riesgo sísmico de centros urbanos mediante escenarios de daños. Partiendo de una estimación de la amenaza sísmica mediante un estudio de micro zonificación, se utilizan luego matrices o funciones de vulnerabilidad para diversas tipologías estructurales, que relacionan el daño potencial con la severidad del movimiento sísmico esperado (ATC 1985; Barbat 1998). En general, los diferentes métodos utilizados pueden clasificarse en probabilistas y deterministas, y su utilización depende del objetivo del estudio. En los **métodos probabilistas**, la amenaza sísmica se calcula mediante técnicas de la teoría de la probabilidad, luego se evalúa la vulnerabilidad por tipos de edificios y se estima el riesgo en términos de pérdidas probables. La vulnerabilidad de las estructuras también puede estimarse en términos probabilistas, dada la dispersión de los resultados que puede ofrecer un análisis de vulnerabilidad para un amplio número de edificios. Comúnmente, estos métodos son utilizados para la estimación de pérdidas económicas acumuladas y de las primas de seguros. En los **métodos deterministas** se postulan uno o más terremotos sin considerar explícitamente su probabilidad de ocurrencia. Habitualmente, se utiliza el terremoto más fuerte conocido que haya ocurrido en la región, también llamado máximo terremoto histórico. Las etapas son similares a las de los métodos probabilistas y se utilizan para evaluar las pérdidas debidas a un terremoto específico, a fin de estudiar anticipadamente la reducción de daños y determinar un escenario para la planificación de emergencias.

Hay dos clases de vulnerabilidad:

- Vulnerabilidad absoluta: funciones de vulnerabilidad, las cuales representan el daño medio como función de la intensidad sísmica, o alternatively la distribución condicional de daño para una intensidad sísmica dada.
- Vulnerabilidad relativa: índices de vulnerabilidad obtenidos empírica o experimentalmente para los cuales, no hay correlación con el daño, ni esta definida la intensidad sísmica.