

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

TESIS

**“VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICIOS DEL  
CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE MORELIA,  
MICHOACÁN”**

PRESENTA:

**OSCAR SEGURA MORITA**

PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

ASESOR:

**DR. EN I. GUILLERMO MARTÍNEZ RUÍZ**

MORELIA MICHOACÁN SEPTIEMBRE 2009

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A MIS PADRES Y HERMANAS:**

A mis papas, el Sr. Benito Segura Martínez y la Sra. Verónica Morita Espino, y a mis hermanas Pamela Segura Morita y Jennifer Segura Morita, quienes me han heredado el tesoro más grande y valioso que pueda dársele aun hijo y hermano: amor.

A quienes sin escatimar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de sus vidas, me han formado y educado.

A quienes me educaron me enseñaron a dar los primeros pasos de la vida.

A quienes la ilusión de su existencia ha sido el verme convertido en persona de provecho y me han acompañado en este viaje.

A quienes nunca podre pagar todos los desvelos ni con la riqueza más grande del mundo.

Que dios los bendiga y los guarde para siempre.

### **A MIS AMIGOS:**

Por sus preciados consejos y tan generoso apoyo, en quienes puedo confiar, y que en ningún momento me dejaran solo, gracias por estar conmigo.

### **A MI ASESOR Y MAESTROS:**

Mi más sincero agradecimiento por haberme transmitido su conocimiento sin ningún interés en particular y por la paciencia con la que me guiaron durante el transcurso de la carrera y a mi asesor el Dr. en I. Guillermo Martínez Ruíz que me apoyo en todo momento y compartió su conocimiento con el único interés de que yo me superara, gracias.

# VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICIOS DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE MORELIA, MICHOACÁN

## INDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Introducción. ....	1
1.2 Objetivos. ....	2
1.2.1 Generales.....	2
1.2.2 Particulares.....	2
 ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....	 3
 3. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS Y ESTRUCTURALES DE LOS EDIFICIOS ANALIZADOS.....	 8
3.1 Edificios Religiosos. ....	8
3.2 Edificios Coloniales. ....	28
 4. INTENSIDAD SÍSMICA .....	 53
4.1 La escala de Mercalli Modificada.....	53
4.2 La escala Macrosísmica Europea (EMS-98).....	55
 5. EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD .....	 64
5.1 Antecedentes. ....	64
5.2 Descripción del método. ....	65
5.3 Probabilidades de daño para edificios Religiosos.....	71
5.4 Probabilidades de daño para edificios Coloniales. ....	95
5.5 Resultados Generales. ....	130
5.6 Mapa de Localización. ....	135
 6. CONCLUSIONES .....	 136
 7. REFERENCIAS.....	 141

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 INTRODUCCIÓN

El análisis de vulnerabilidad sísmica de construcciones históricas y, en particular de iglesias, implica una evaluación profunda y detallada. Esto es debido a una gran variabilidad en la propiedades de los materiales que las conforman, a los procedimientos constructivos utilizados, al tiempo de ejecución hasta la culminación misma de la estructura, a las irregularidades en planta y elevación, a los cambios de resistencia rigidez, a grandes luces y alturas, a modificaciones estructurales posteriores y a daños acumulados que las hacen sumamente complejas para pretender realizar un análisis estructural detallado.

Los edificios históricos por lo regular han sufrido deformaciones inelásticas importantes ante cargas gravitacionales y terremotos históricos que se traducen en daños acumulados (son modelos con memoria), los cuales pueden incrementarse de manera importante ante acciones dinámicas futuras.

La mayor parte de los métodos existentes para evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificios han sido planteados para estructuras de concreto o acero y hace, muy poco se han comenzado a implementar en estructuras de mampostería.

Por lo anteriormente mencionado, este tipo de edificios suelen ser muy vulnerables a los terremotos presentando daños inclusive ante eventos de moderada o baja intensidad, por lo cual se expone en el presente trabajo el análisis de la vulnerabilidad sísmica de iglesias, palacios y edificios coloniales ó civiles de la ciudad de Morelia por medio del “Método del Índice de Vulnerabilidad”, como un primer paso hacia la obtención detallada de la vulnerabilidad sísmica del centro histórico de una de las ciudades de gran herencia histórica y cultural de nuestro país.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 GENERALES

El objetivo general de la presente tesis es obtener un primer acercamiento general hacia el conocimiento de la vulnerabilidad sísmica de las construcciones históricas de la ciudad de Morelia, de cara al establecimiento de un proceso de jerarquización que defina el camino a seguir para la posterior realización de estudios detallados de vulnerabilidad.

### 1.2.2 PARTICULARES

Evaluar la vulnerabilidad sísmica para un conjunto de 27 edificios emblemáticos (iglesias, palacios y edificios coloniales ó civiles) de la ciudad de Morelia empleando índices obtenidos a partir de vulnerabilidad observada durante varias crisis sísmicas dentro de territorio Italiano, estableciéndose los grados de daño esperables ante terremotos intensos y sus probabilidades de ocurrencia asociadas para cada uno de los edificios estudiados, logrando con ello una primera distribución de vulnerabilidad de esta ciudad Capital, patrimonio de la humanidad desde 1991.

## 2. ANTECEDENTES HISTORICOS



*Figura 1.- Catedral de Morelia*

En el valle de Guayangareo aparecieron los primeros vestigios humanos hasta el siglo VII d.C. y han sido relacionados con la cultura teotihuacana; fueron localizados en las inmediaciones de la presa de Cointizio, así como también en la loma de Santa María. El lugar fue despoblado poco después y ocupado nuevamente hasta el establecimiento de los matlalzincas (segunda mitad del s. XV), quienes llegaron con el consentimiento de los gobernantes purépechas por su apoyo para combatir a los Tecos del actual territorio de Jalisco.

Cristóbal de Olid pasó por el lugar en 1522 cuando fue a sostener una entrevista pacífica con el gobernante purépecha, siendo la primera vez que pies europeos hollaban suelo guayangareense. Entre los años de 1525 y 1526, Gonzalo Gómez tomó posesión de terrenos pertenecientes al valle de Guayangareo. Entre 1530 y 1531 los franciscanos Antonio de Lisboa y Juan de San Miguel llegaron al lugar para construir una capilla dedicada a San Francisco de Asís) y el primitivo colegio de San Miguel Guayangareo, a fin de facilitar la evangelización de los naturales del lugar. En 1537 la reina Juana de España (conocida como “La Loca”) envió una real cédula para ordenar el establecimiento de una ciudad española en Michoacán que debería llevar por nombre “Valladolid”. El virrey Antonio de Mendoza conoció el valle de Guayangareo en 1540 y al año siguiente ordenó la fundación de una ciudad en el lugar, siendo ésta fundada, el miércoles 18 de mayo de 1541 a las 8 de la mañana por Alonso de Toledo, Juan de Alvarado, Juan de Villaseñor y Luis de León Romano, bajo el nombre de "Ciudad de Mechoacán" y no “Valladolid”, como había sido ordenado por la reina.

Por disputas con la ciudad de Pátzcuaro, que ser por entonces capital de la provincia también ostentaba el título de “Ciudad de Mechoacán”, el nombre se cambió a Valladolid (6 de febrero de 1545) y se le concedió el título de ciudad. El escudo de armas le fue concedido en 1553. Entre 1575 y 1580 fueron trasladados los poderes e instituciones gubernamentales de Pátzcuaro hacia Valladolid, con lo que se aceleró su crecimiento durante el resto del periodo colonial. También en la segunda mitad del siglo XVIII en esta ciudad nacieron o vivieron algunas de las figuras más importantes de la Independencia de México (Morelos, Josefa Ortiz de Domínguez, Iturbide e Hidalgo).

En 1809, en plena efervescencia política en la Nueva España se llevó a cabo la “Conspiración de Valladolid”, liderada por García Obeso en la que buscaba lograr la independencia de la Nueva España. Sin embargo debido a un delator fue descubierta y sus participantes fueron hechos prisioneros. Ya durante la Guerra de Independencia, Miguel Hidalgo entró a la ciudad con el ejército insurgente. En 1810 el cura Hidalgo entró a la ciudad y se decretó la abolición de la esclavitud. Posteriormente, en 1813 el cura Morelos intentó conquistar la plaza, pero derrotado por Agustín de Iturbide en las Lomas de Santa María. Una vez lograda la independencia nacional, el Congreso de Michoacán determinó cambiarle el nombre a la ciudad por Morelia (12 de septiembre de 1828) para honrar a José María Morelos, oriundo de la ciudad. El municipio de Morelia fue establecido el 10 de diciembre de 1831. Durante la Revolución de Ayutla (1854), la ciudad fue tomada por los rebeldes Epitacio Huerta y el García Pueblita, pero en 1855 fue reconquistada por el ejército de Antonio López de Santa Anna. Durante la Intervención Francesa la ciudad fue tomada por tropas imperialistas, motivo por lo cual la capital republicana de Michoacán fue trasladada a Uruapan, hasta que terminó el conflicto. Ya a finales del siglo XIX empezó a llegar la modernidad a la ciudad con la operación de las primeras factorías (1870), la inauguración de la línea telegráfica, la llegada del servicio ferroviario a Morelia (1883) y la operación del sistema tranviario. Poco después se inauguró el alumbrado eléctrico (1888) y la primera institución bancaria (1897).

Las fuerzas revolucionarias maderistas entraron triunfalmente a la ciudad en 1911. Tres años después Morelia fue tomada por tropas revolucionarias, por lo que la capital se cambió provisionalmente a Tacámbaro. La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo fue creada en 1917 a partir del antiguo Colegio de San Nicolás. La ciudad fue tomada y saqueada en enero de 1924 por las tropas rebeldes de la huertistas.

También la economía de la ciudad se vio seriamente afectada entre 1926 y 1929 durante la Rebelión Cristera, ya que Michoacán fue una de las entidades con mayor actividad cristera.

En 1940, durante las elecciones para presidente de la República y gobernador del Estado hubo disturbios en la ciudad que tuvieron resultado de múltiples muertos y heridos. Más tarde (1966) se produjo una revuelta estudiantil universitaria que tuvo que ser calmada mediante la actuación del ejército. La ciudad fue propuesta a figurar como "Patrimonio Cultural de la Humanidad" en 1990, y al año siguiente (1991) recibió tal reconocimiento por parte de la Unesco.

## GUAYANGAREO

Fueron los matlalzincas quienes poblaron, durante el siglo XIV ó XV, el valle de Guayangareo, actual Morelia, con el consentimiento de un cazonci purépecha. No se sabe, a ciencia cierta, la fecha de su llegada ni quién les concedió este territorio; sin embargo, algunos historiadores coinciden en que se les otorgó como recompensa, por haber participado en la defensa del imperio purépecha durante la invasión de los tecos de Jalisco. Ya instalados en este valle, cuyo nombre significa: "loma chata y alargada", los matlalzincas recibieron el nombre de Pirindas, o sea los de enmedio, por la ubicación del lugar, al cual ellos llamaron Patzinyegui.

En el período colonial arribaron a este lugar los franciscanos fray Juan de San Miguel y fray Antonio de Lisboa, quienes formaron una escuela que llamaron de San Miguel, donde enseñaban el catecismo, las primeras letras del castellano, música, artes y oficios; a su vez, ellos aprendieron el idioma de los naturales. Con esto, el valle entró en una etapa de notorio florecimiento.

## VALLADOLID

El núcleo de los españoles avecindados en Michoacán, solicitó a la corona española les cediera terrenos para fundar una ciudad; la reina Juana, en cédula del 27 de octubre de 1537, se los concedió, y el virrey Antonio de Mendoza, para cumplir lo ordenado por la soberana, eligió el valle de Guayangareo como sitio ideal para formar esta nueva población, con el nombre de Valladolid.

Se distribuyeron solares y el alarife Juan Ponce hizo el trazo de la nueva entidad, a la que se trasladaron sesenta familias de colonizadores, nueve frailes, y algunos indígenas; el 18 de mayo de 1541, en el lugar donde hoy se ubica la plaza Valladolid, se levantó el acta de su fundación.

Carlos I de España y V de Alemania, en el año 1545 otorgó el título de ciudad a esta reciente población de La Nueva España, y, en 1553, un escudo de armas.

Las autoridades civiles de la provincia de Michoacán se trasladaron de Pátzcuaro a la ciudad de Valladolid, en el año 1580; y allí, al crearse las intendencias, se estableció la cabecera de territorio, en 1787.

El surgimiento sociocultural de esta ciudad fue muy importante, no sólo dentro de la evolución de Michoacán, sino para el desarrollo histórico del país.

## MORELIA

Morelia fue fundada el 18 de mayo de 1541 por Juan de Alvarado, Juan de Villaseñor y Luis de León Romano, por mandato del primer virrey de la Nueva España, Don Antonio de Mendoza. Inicialmente recibió el nombre de Ciudad de Mechuacán, que cambió por Valladolid en 1545. En 1828 recibió el nombre de Morelia en honor al héroe de la independencia de México José María Morelos y Pavón, quien nació en esta ciudad. Es sede de la Arquidiócesis de Morelia. La ciudad está situada en el valle de Guayangareo, formado por un repliegue del Eje Neovolcánico Transversal, en la región norte del estado, en el centro occidente del país, entre las ciudades de Guadalajara, Jalisco y México D.F. Morelia es la ciudad más poblada y extensa del estado de Michoacán con una población de 608,049 habitantes (censo de población de 2005). Es la segunda ciudad más poblada de la Región Bajío, superada únicamente por León de los Aldama. El área conurbada incluye otras 18 localidades de los municipios de Morelia y Tarímbaro. Por otro lado, la Zona Metropolitana de Morelia (conformada por los municipios de Morelia y Tarímbaro) tenía en ese mismo año un total de 735.624 habitantes: 684.145 en el municipio de Morelia y 51.479 en el municipio de Tarímbaro. De acuerdo con los estimados de población del CONAPO, para el 1o. de julio de 2008 se esperaba que la ciudad tuviera 635.791 habitantes y la zona metropolitana alcanzara 715.840. Asimismo, Morelia es una de las más importantes ciudades en el país desde el punto de vista cultural e histórico.

De esta urbe son oriundos varios de los más destacados personajes de la Independencia de México como José María Morelos, Josefa Ortiz de Domínguez, Agustín de Iturbide, Mariano Michelena. También fue ciudad de residencia y de formación académica, filosófica e intelectual de Miguel Hidalgo y vivió en ella durante un periodo de casi dos años el gran sabio y naturalista Alexander von Humboldt. Gracias al patrimonio arquitectónico conservado desde la época colonial, el Centro histórico de Morelia ha sido declarado desde 1991 Patrimonio Cultural de la Humanidad por la Unesco.

Morelia es la ciudad capital del estado mexicano de Michoacán de Ocampo, así como cabecera del municipio homónimo. Los límites municipales son al norte con Tarímbaro, Chucándiro y Huaniqueo; al este con Charo y Tzitzio; al sur con Villa Madero y Acuitzio; y al oeste con Lagunillas, Coeneo, Tzintzuntzan y Quiroga. Asimismo, la ciudad se encuentra situada en el valle de Guayangareo, en el centro-norte del municipio, entre el pico de Quinceo, las lomas de Santa María, el cerro del Punhuato y el pico de El Águila.

### 3. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS Y ESTRUCTURALES DE LOS EDIFICIOS ANALIZADOS

#### 3.1 EDIFICIOS RELIGIOSOS

##### 3.1.1 CATEDRAL DE MORELIA



*Figura 2.- Catedral de Morelia*

El obispado de Michoacán se erigió, con sede en Tzintzuntzan, conforme a una bula emitida por el papa Paulo III, el 8 de agosto de 1536. El obispo Vasco de Quiroga trasladó esta diócesis a Pátzcuaro, en 1540, y el obispo fray Juan Medina Rincón, en el año 1580, la fijó en Valladolid. Se intentó, entonces, levantar una catedral, pero, antes de ser concluida, un incendio la consumió por completo.

Fray Marcos Ramírez del Prado, en 1640, se hizo cargo del episcopado y dispuso la construcción de la actual Catedral, que se inició en 1660 y fue terminada 84 años más tarde. Este monumento, a pesar de haber sido edificado en plena época del barroco, no observa esa explosión ornamental; las torres, desde sus bases hasta la segunda cornisa y las paredes laterales, responden con severidad a ese estilo.

Las fachadas principal y laterales (figura 3), ostentan bajosrelieves, en forma totalmente planimétrica, bajo los órdenes arquitectónicos grecorromanos, donde el barroco acusa su influencia en las ventanas ovoidales y en el enmarcamiento de los altos relieves, que se hallan sobre las puertas y en los remates de los frontispicios; en todo los demás responde a la peculiar ornamentación moreliana, en especial el segundo cuerpo de las torres allí las guardamalletas fueron aplicadas con profusión; ya en el tercer cuerpo, cuando toman forma octagonal, manteniendo lo planimétrico, desaparecen las guardamalletas.

Todo este trabajo señala la última etapa donde las pilastras, con sus capiteles jónicos llevan su entablamento completo. Integrándose a la armonía arquitectónica del paisaje moreliano, las barrocas torres de este monumento se alzan orgullosas (figura 4.a). Con sus 60 metros de altura, son, dentro de un conjunto de su género, las más altas del continente.

El interior del recinto, de orden dórico, mantiene una suntuosa decoración en sus bóvedas y arquerías, está formada por tres naves la intermedia, con bóvedas de lunetos, y las laterales, con bóvedas de aristas. Las naves están enlazadas por un crucero central, que corona una hermosa cúpula. La estructura neoclásica del ciprés, de columnas compuestas, cubre un impresionante manifestador de plata, el más grande del país, en acabado totalmente barroco, obra del siglo XVIII. La pila bautismal es, también, de plata; hecha por el año 1790. Se dice que en ella bautizaron a Agustín de Iturbide.

En las capillas que se hallan a los lados de la entrada principal, bajo las torres, la arquería responde a la resistencia de las paredes exteriores. En la parte del coro hay un majestuoso órgano, que por calidad de su sonido es uno de los mejores de América Latina. En este magnífico instrumento, de fachada churrigueresca los más destacados ejecutantes del mundo interpretan, anualmente, extraordinarios conciertos. La sala capitular, ricamente decorada, tiene al frente un Cristo de marfil, cuatro valiosos jarrones de manufactura china traídos a la Nueva España en la Nao de Manila, un pequeño cuadro del mismo origen que representa a la Sagrada Familia en figuras de marfil, y el báculo del primer obispo de Michoacán, don Vaso de Quiroga, juntamente con su sombrero episcopal. Engalanan las paredes objetos y reliquias de alto valor y dos pinturas de Cabrera: una que representa el Nacimiento de Cristo, y la otra el premonitorio Sueño de San José, que salvó a la Sagrada Familia llevándola a Egipto.

El aspecto interior de la Catedral de Morelia es resultado de cambios realizados a finales del siglo XIX: el órgano se colocó en el extremo norte alto de la nave central y la sillería fue trasladada atrás del ciprés, se reemplazaron los retablos barrocos con retablos de estilo neoclásico, se decoraron los muros con diseños que asemejan papel tapiz y se colocaron casetones en los intradós de los arcos y el ciprés en el presbiterio.

En su interior resguarda numerosas obras de arte entre las cuales destaca la venerada escultura en pasta de caña de “El Señor de la Sacristía” que data del siglo XVI y que se fabricó utilizando la técnica indígena a base de una estructura ligera de carrizo cubierta con pasta de caña de maíz. Se conservan dos trabajos ejemplares de la platería virreinal, que son: “el manifestador” ubicado en el altar mayor y “la pila bautismal” que se encuentra en el bautisterio. El primero es del siglo XVIII y la pila del siglo XIX.

Las cinco puertas exteriores de madera que dan el acceso al recinto tienen elaboradas decoraciones metálicas distribuidas alrededor de un emblema Pontificio. Las interiores que vestibulan el ingreso, están recubiertas con cuero y trabajadas con grabados policromos.



a)



b)

*Figura 3.*



Figura 4.

### 3.1.2 BIBLIOTECA PÚBLICA UNIVERSITARIA

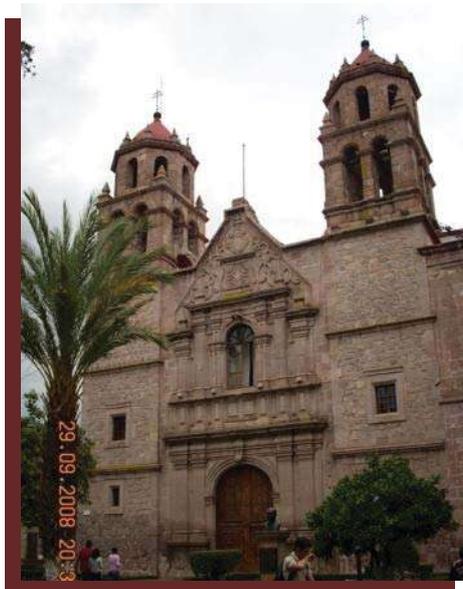


Figura 5. Biblioteca Pública Universitaria

Originalmente el inmueble fue templo de la compañía de Jesús el cual empezó a construir en 1582 y gracias a la labor entusiasta de los padres Juan Sánchez y Pedro Gutiérrez se logro levantar una pequeña casa e iglesia con las aportaciones económicas de destacados y piadosos habitantes de le ciudad así como el cabildo eclesiástico, se inicio la construcción normal del templo.

El 1ro. De diciembre de 1660, con la significativa donación del licenciado Rafael Rodríguez entonces Secretario del Arzobispo Ramírez del Prado. Se inicio la “Suntuosa iglesia sacristía y retablo del altar mayor” conformado junto con el colegio de San Francisco Javier-hoy Palacio Clavijero uno de los conjuntos culturales más importantes dedicados a la enseñanza y culto religioso de la época.

Se encuentra en la esquina de Avenida Madero Poniente y la calle de Nigromante, frente al lado oeste del Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo. Su fachada (figura 5.), sigue el estilo planimétrico de la ciudad, con base en el orden toscano, y el imafronte contiene interesantes bajorrelieves. La biblioteca Pública Universitaria funciona en este inmueble desde 1930 (figura 7). Su acervo se forma con los volúmenes de las bibliotecas del seminario tridentino y de los conventos Agustino y Franciscano al cual se le agregaron posteriormente valiosas colecciones como la de Mariano de Jesús Torres. En ella se hallan ejemplares antiguos y modernos, así como una interesantísima recopilación de manuscritos de los jesuitas, hecha en 1767. El interior está decorado con pinturas y en el jardín anexo, luce una alegre fuente y un monumento dedicado a la memoria del sabio naturalista moreliano don Manuel Martínez Solórzano.



Figura 6.



Figura 7.

### 3.1.3 CAPILLA DE LA VIRGEN DE GUADALUPE



Figura 8.- Capilla de la Virgen de Guadalupe

Es la capilla sabatina y el camarín de la Virgen (figura 9.d), propias de la arquitectura carmelita, se localizan adjuntos al brazo del crucero sur del templo del Carmen (figura 9.a) y su construcción se deriva de una bula papal emitida por el papa Juan XXII. La portada principal que da al poniente, presenta, bajo el frontón quebrado, el escudo de la Orden, compuesto por una cruz erigida sobre un monte rodeado por tres estrellas, mismo que se repite en el vitral de la ventana del coro.



Figura 9.

### 3.1.4 TEMPLO Y CLAUSTRO DEL CARMEN

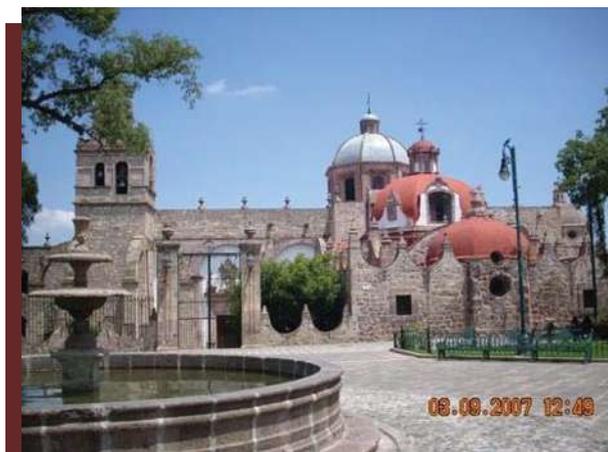


Figura 10.- Templo y Claustro del Carmen

Es una de las edificaciones monásticas más antiguas y monumentales de Morelia; su construcción se inició en 1596 y prosiguió en los siglos XVII y XVIII, a los que corresponden sus cúpulas. El estilo de su iglesia destaca entre los de la ciudad, pues en lugar de una torre ostenta una espadaña sostenida por arcos botareles (figura 11.c).

El templo se levanta sobre una planta de cruz latina y se distingue por sus cúpulas edificadas en el siglo XVIII; las cuales sustituyeron la cubierta original construida a base madera labrada, a dos aguas.

El claustro es de una sola planta y de pequeñas dimensiones, según lo estipulaban las constituciones Carmelitas que no permitían la construcción de un segundo piso en torno al claustro principal, y está localizado al norte del templo. El claustro se encuentra circundado por cuatro portales, conformados cada uno de ellos por tres arcos desplantados sobre gruesos pilares moldurados.

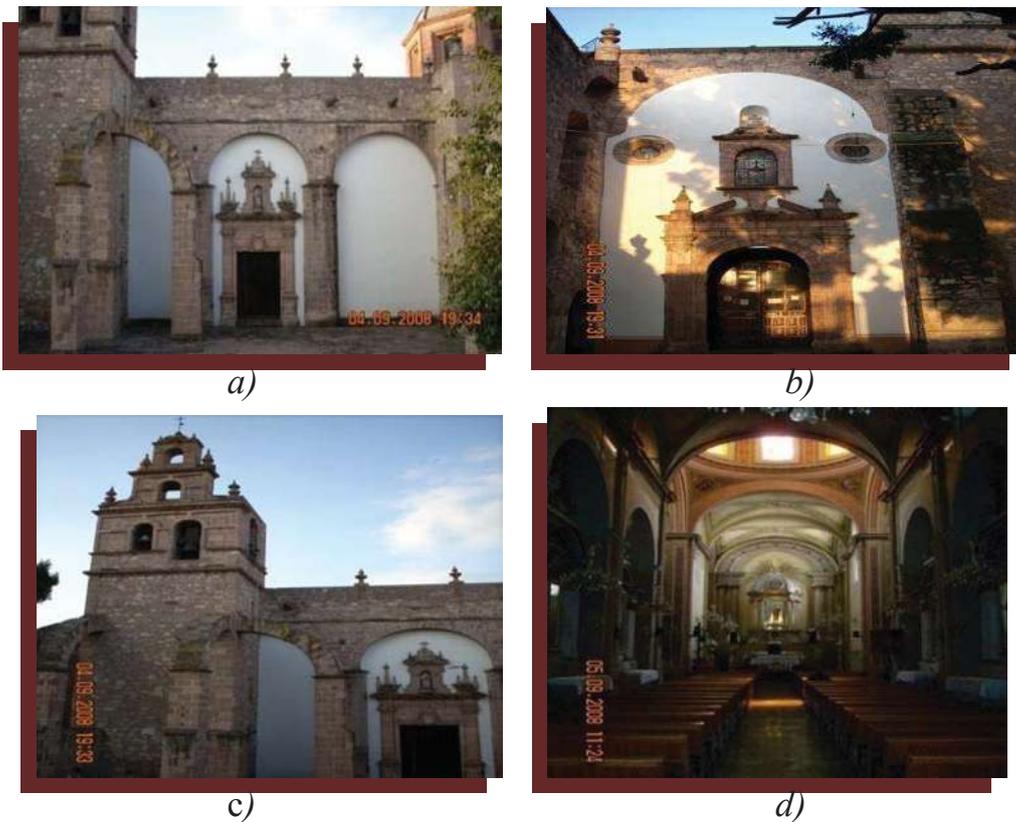


Figura 11.

### 3.1.5 TEMPLO DE LA MERCED



*Figura 12.- Templo de la Merced*

Aunque los mercedarios religiosos se habían establecido en Valladolid desde 1604, no fue hasta 1751 que se pudo terminar la construcción del templo y claustro que en ese entonces se encontraba en la periferia de la ciudad. El edificio es modesto y fue lento su proceso de construcción debido a las limitaciones económicas de la orden; sin embargo, el origen barroco dieciochesco de este templo se observa en la fachada (figura 13.a), particularmente en la adornada ventana coral y las pilastras estípites que flanquean a la entrada. Este tipo de pilastras conjuga varias figuras geométricas usualmente se utilizaba en retablos integrados a los paramentos, este caso es peculiar por que las pilastras se encuentran separadas a la fachada y son de grandes dimensiones.

La decoración interior del templo es de corte neoclásico con columnas jónicas estiradas de color oro (figura 13.c y d). Su cúpula, apoyada en pechinas son imágenes de los cuatro evangelistas, baña de luz el altar.

Su interior fue remodelado por el Pbro. Teofanes López, siguiendo las normas del neoclásico. Tiene dos fachadas al oriente, una del siglo XVIII, muy singular dentro de la arquitectura moreliana, que conserva su puerta original; la otra portada, al lado norte, proveniente del siglo XVII, es de tipo manierista; no así su cúpula, de características barrocas. La iglesia consta de una sola nave, sin crucero. Sus bóvedas son de lunetos, y, la cúpula, de tambor octogonal, añadida en el siglo XVIII, se encuentra asentada entre pechinas en las que figuran, en relieve, cuatro religiosos mercedarios.

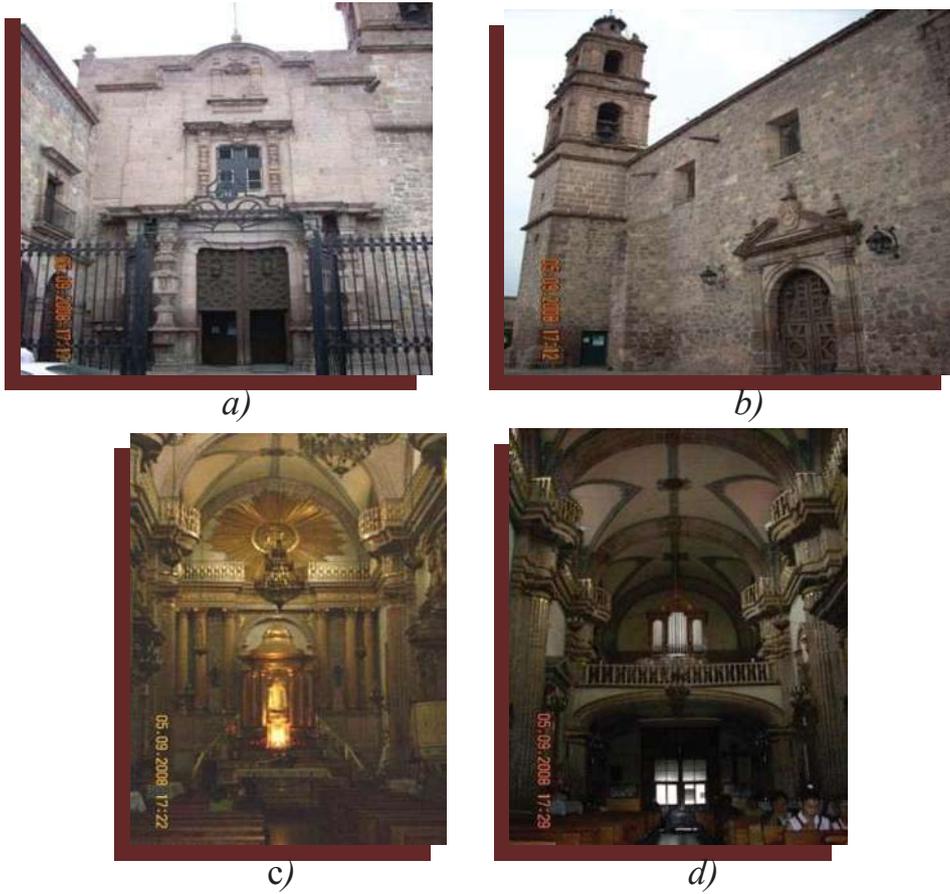


Figura 13.

### 3.1.6 TEMPLO DE LAS ROSAS

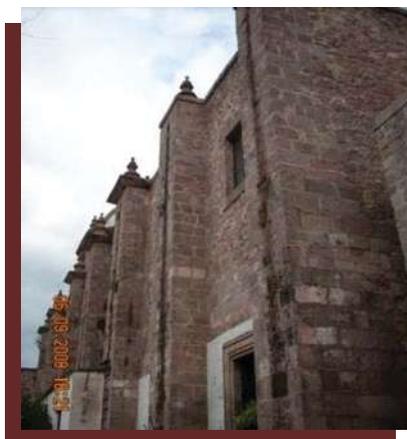


Figura 14.- Templo de las Rosas

Se construyó esta iglesia en el curso de la segunda mitad del siglo XVIII, donde originalmente estuvo el convento de las monjas dominicas. El frontispicio de doble imafronte, edificado por disposición del obispo Martín de Elizacochea, es dual arquitectónicamente y corresponde a los años 1746 y 1756. Sus portadas, en su primer cuerpo, son de orden toscano, y en su segundo cuerpo, de orden jónico, con unos bajosrelieves. Sus ventanas están enmarcadas por pilastras; los imafrontes son barrocos y se consideran los más bellos de la ciudad, tienen relieves con figuras de santos y emblemas. Un bien trazado contrafuerte divide las dos portadas, teniendo arriba una curiosa gárgola con figura de caimán, y, en la cúspide, como remate, la escultura de Santo Domingo. Las puertas de acceso a la iglesia son un trabajo de relieve, con figuras de santos y escudos nobiliarios episcopales, del lugar de origen del obispo Elizacochea.

El interior de la iglesia tiene bóvedas de lunetos y cúpula (figura 15.d), y tres retablos churriguerescos donde varias pinturas cubren espacios, como es usual en este tipo de obras. El retablo mayor responde al mismo estilo largos estípites y un espacio central está cubierto por labores profusamente ornamentadas.

Este edificio, como típico templo de monjas se construyó en forma paralela a la calle, su acceso está marcado por una doble portada barroca (figura 14). Por lo que se colocó en su interior una reja que separaba el coro de la nave para que las monjas pudieran participar en la misa sin ser vistas (figura 15.c). Este es uno de dos templos en Morelia que aún conserva en su interior retablos barrocos (figura 15.b).



a)



b)

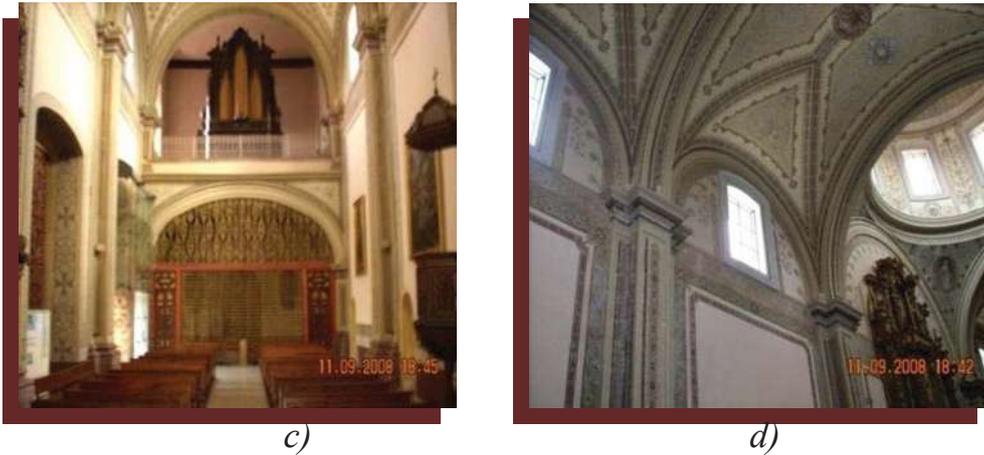


Figura 15.

### 3.1.7 TEMPLO DE CAPUCHINAS

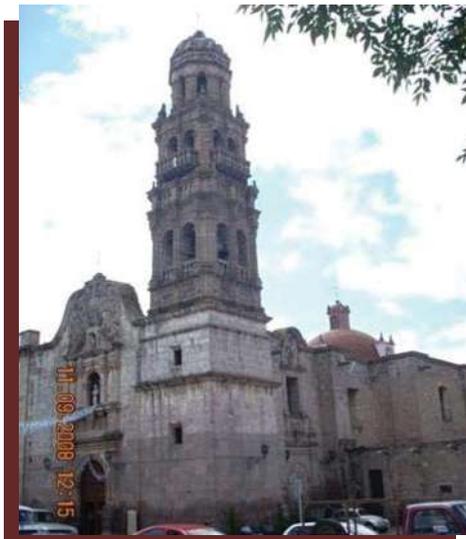


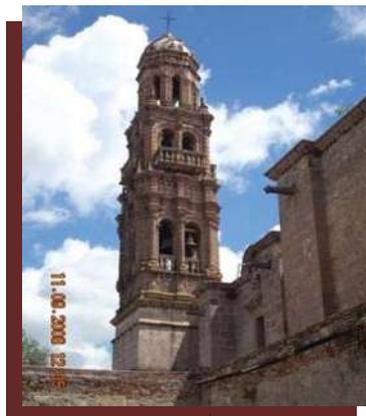
Figura 16.- Templo de Capuchinas

El templo barroco con planta de cruz latina y sus anexos fueron construidos en el primer tercio del siglo XVIII, para dar albergue a indias nobles, llegando a alojar en el siglo XIX a 33 religiosas, que vivían bajo los principios franciscanos de pobreza. En el templo se veneraba a una imagen de la virgen de Cosamaloapan, localizada originalmente en una pequeña capilla ubicada en el sitio donde se construyó el conjunto.

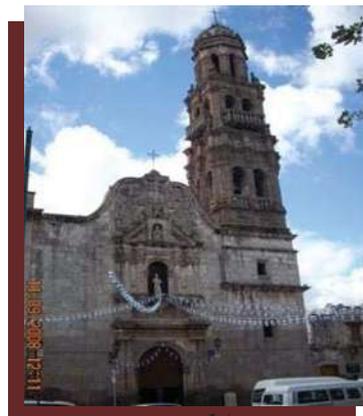
La esbelta torre de tres cuerpos con su cupulín rematado por una cruz (figura 17.a), luce en las aristas del segundo cuerpo unas columnas salomónicas, mientras que en su fachada principal (figura 17.b), presenta una gran cantidad de elementos ornamentales entre los que destaca la escultura de San Francisco de Asís. La efigie de San Miguel Arcángel se localiza en un nicho de fachada lateral.

La nave del templo está cubierta por bóveda de lunetos y una cúpula semicircular en el crucero. El retablo principal y el lateral (figura 17.c), ubicado en el brazo oriente del crucero, son de estilo neoclásico, mientras que los otros tres retablos de madera, son barrocos.

Un incendio en el templo consumió el altar mayor y solamente se conservan tres altares barrocos churriguerescos, de su época inicial. Las torres evocan, como ninguna otra obra de carácter religioso, la época del barroco.



a)



b)



c)



d)

Figura 17.

### 3.1.8 TEMPLO DE LAS MONJAS



*Figura 18.- Templo de las Monjas*

El templo de “Las Monjas” como se conoce localmente, se construyó en el siglo XVIII, formó parte del antiguo convento de Santa Catarina, construido entre los años 1729 y 1737, en plena era del barroco. Su fachada es muy severa con reminiscencias platerescas en la ornamentación de sus segundos cuerpos; su torre y cúpula son los mejores ejemplos de la modalidad del barroco salomónico en la ciudad. En su interior (figura 19.a), merece admiración un Cristo yacente, hecho con caña de maíz y orquídeas, en los tiempos de don Vasco de Quiroga. En pinturas cuenta con valiosos trabajos de maestros criollos, que destacaran en la era del virreinato. Los retablos, de estilo neoclásico, son posteriores a la construcción. Este templo, dedicado a Santa Catarina, al que la voz popular bautizó con el nombre de Las Monjas, perteneció a la orden de las dominicas quienes, antes de 1738 en que se trasladaron a éste su nuevo edificio, habían sentado sus reales en el exconvento hoy conocido como Conservatorio de las Rosas.

El traslado de las monjas fue un acontecimiento importantísimo en la ciudad de Valladolid, en él participó toda la ciudad tal como está retratado en una pintura al óleo que se conserva en el Museo Regional Michoacano.

El edificio tiene una disposición paralela a la calle principal y su portada doble da acceso en forma lateral a la nave (figura 18).

En la fachada y torre se aprecian los elementos decorativos característicos del barroco local, como son las pilastras tableradas, las cornisas mixtilíneas y los nichos, que contienen las esculturas de Santa Catalina de Sena y de Santo Domingo. Sobresale en el perfil del conjunto la torre por su esbeltez y ligereza.

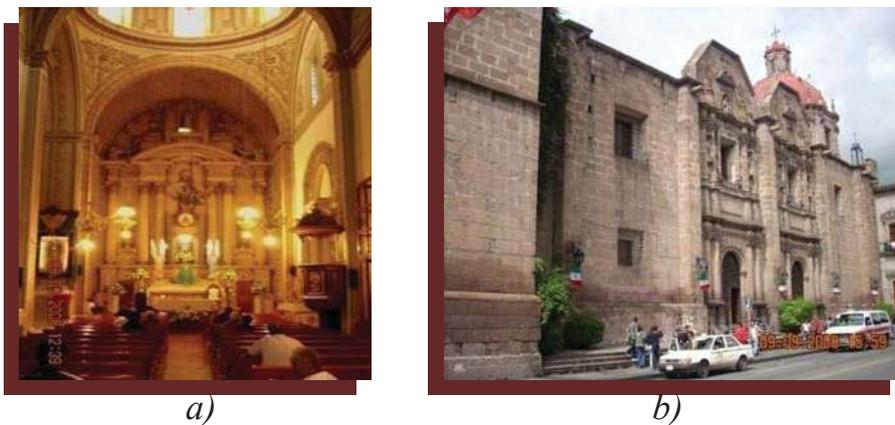


Figura 19.

### 3.1.9 TEMPLO DE SAN AGUSTÍN



Figura.- 20 Templo de San Agustín

Una de las primeras obras monumentales que se levantaron en la antigua Valladolid, durante la segunda mitad del siglo XVI. Este conjunto conventual, tiene la particularidad de haber sido fundado dentro de una villa de población española, hecho poco común por que la función primordial era la evangelización de la población nativa. El conjunto constaba de templo, atrio, claustro y unas extensas huertas que abarcaban varias cuadras de la actual ciudad. Se nota en la fachada (figura 20), la influencia plateresca, la entrada está enmarcada por columnas corintias y una cornisa en su parte superior. Al sur, se observa una arquería que originalmente estaba abierta hacia el exterior. El templo está dedicado a Santa María de Gracia y en su fachada se puede apreciar el emblema agustino: el corazón atravesado por tres flechas.

Sus ventanas coloniales y su portería renacentista, como también la fachada de la iglesia con tendencias platerescas, destacan el trabajo de artífices nativos, dirigidos por alarifes de la propia comunidad. El interior de la iglesia ya no tiene el ambiente monacal de la mitad del siglo XVI.

La exuberancia ornamental notoria tanto en el retablo mayor, que se atribuye al arquitecto Francisco Eduardo Tres Guerras, como en las laterales, corresponde al esplendor del siglo XIX (figura 21.b). En el retablo mayor se venera a la Virgen del Socorro, obra valiosa no sólo desde el punto de vista artístico, sino religioso, porque fue donada a la comunidad agustina por Santo Tomás de Villanueva, arzobispo de Valencia, antes de su muerte en 1565. Es de notar, en el presbiterio, la sillería que utilizaron los monjes en sus horas de coro. Una capilla lateral, cercana a la sacristía, tiene el techo abovedado cubierto de pinturas al fresco; de sus paredes penden retratos al óleo realizados por el artista criollo Javier Tapia, como el del padre Basalenque, cronista de la orden; fray Juan Bautista de Moya, famoso evangelizador de la Tierra Caliente y de los pueblos de la costa del pacífico, hasta Acapulco; fray Alonso de la Veracruz, fundador del Colegio de Tiripetío en 1538 y, más tarde, ilustre maestro de la Universidad Real y Pontificia de México; Antonio de Huitziméngari, príncipe purépecha y alumno de Tiripetío, y de otros ilustres miembros de la comunidad agustiniana.

La iglesia tiene comunicación con el exconvento por la portería, situada en la parte exterior, que conduce hacia el claustro, en cuyo patio, el surtidor de una fuente vierte su precioso líquido. La taza central de esta fuente con brocal barroco de trazo mixtilíneo, fue pila bautismal en la primitiva catedral.

El techo del cubo de la escalera que conduce a las dependencias de clausura, es de marcado estilo gótico; el claustro superior tiene techumbre con vigas de madera, y en sus paredes se observa una cenefa pintada al fresco y arquería apainelada sobre columnas toscanas. Bóvedas de cañón cubren al claustro bajo, que muestra una gran severidad. Las crujías de los lados poniente y sur, dan acceso a las celdas monacales, todas ellas de bóveda (figura 21.c).

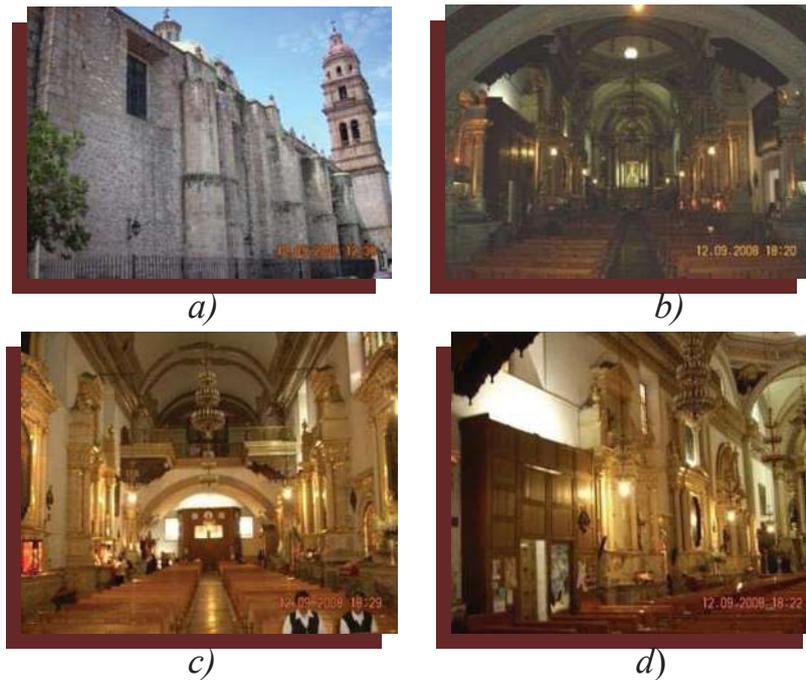


Figura 21.

### 3.1.10 SANTUARIO DE GUADALUPE (SAN DIEGO)



Figura 22.- Santuario de Guadalupe (San Diego)

Desde principios del siglo XVIII se oficializó el culto guadalupano en la ciudad de Valladolid por lo que, al parecer se inicia la construcción del Santuario de Guadalupe en 1708 y se concluye en 1716, esta obra corrió por cuenta del obispo de Michoacán García de Legaspi y Velasco; tiempo después, en 1747, fue cedido a la provincia de San Diego de Franciscanos Descalzos de México.

Para 1732, el templo ya se encontraba adornado con blandones, lámparas, vidrieras; además, se contaba con una hermosa calzada de cantería que partía del Acueducto en el poniente y terminaba en la puerta principal del templo. Estas obras se realizaron con una magnificencia característica del Obispo José Escalona y Calatayud.

Para 1777, se cambia la planta rectangular del templo al anexársele el crucero y el presbiterio, tomando así la forma de una cruz latina durante el primer tercio del siglo XIX, el arquitecto Nicolás Luna modifica el interior levantando el altar que actualmente lucen el ábside (figura 23.c).

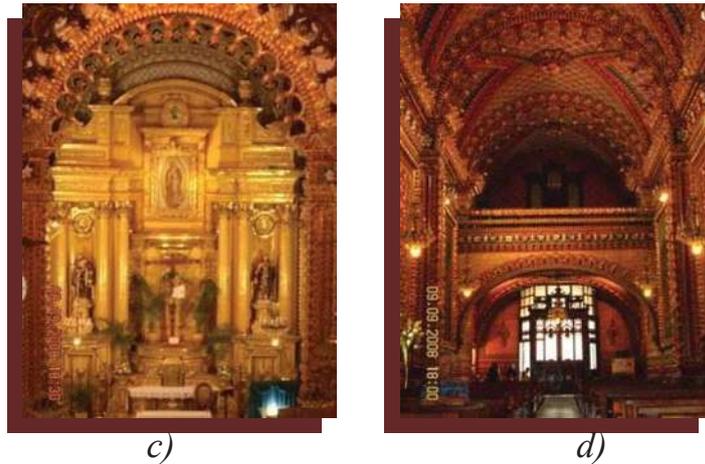
El estilo arquitectónico de su portada muestra reminiscencias platerescas (figura 22). Todo su interior es un bellissimo trabajo, de barro cocido y policromado, realizado a principios del siglo XIX el interior del templo fue decorado por el maestro Joaquín Orta Menchaca, ornamentación que aún conserva (figura 23.d).



a)



b)



*Figura 23.*

### 3.1.11 TEMPLO DE SAN JOSÉ



*Figura 24.- Templo de San José*

Gran monumento barroco que se localiza frente a la Plaza de la Reforma Agraria, también llamada de San José. El origen del templo se remonta al siglo XVII, y el mismo, a diferencia de otros templos, fue construido como centro de barrio y no como parte de un conjunto conventual. En su actual sede según la leyenda, en un día de lluvia el obispo Escalona y Calatayud se refugió en una choza que ahí existía, sintió donde encontró una imagen del Señor San José, por lo que ordenó que en esta loma fuese erigida una capilla. A iniciativa del Obispo Sánchez de Tagle, en 1776 se inicia la construcción formal del templo tomando como modelo una planta de cruz latina con eje oriente-poniente.

La portada lateral está compuesta por dos pilastras rematadas con guardamalletas en sustitución del capitel y rematados por un frontón quebrado, que alberga un nicho (figura 25.a).

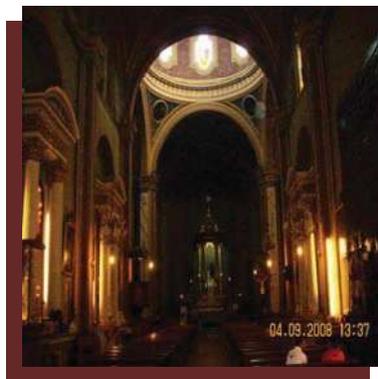
Al templo se accede por una escalinata de cantería, luce una fachada sobria representativa del barroco moreliano, la portada flanqueada por los cuerpos de las torres se divide en tres franjas verticales y horizontales, con sus pilastras dóricas, jónicas y corintias; rematan la portada un reloj y cuatro pináculos (figura 24). Templo de una sola nave y cruciforme; tiene una cúpula de tambor octogonal, y su fachada es suntuosa en su barroco tablerado.



a)



b)



c)



d)

Figura 25.

## 3.2 PALACIOS Y EDIFICIOS COLONIALES Ó CIVILES

### 3.2.1 ANTIGUO HOSPITAL DE SAN JUAN DE DIOS (HOTEL LOS JUANINOS)



*Figura 26.- Antigua Hospital de San Juan De Dios*

Ante la necesidad de contar con un Hospital Real, a finales del siglo XVIII el Obispo de Michoacán, Juan Ortega y Montañés, dono esta casa para tal fin; fue así que una vez adecuado el edificio para hospital, habilitándose para ello la capilla y otras dependencias. En 1794 toman posesión del mismo los religiosos de San Juan de Dios. En este edificio se imparte la primera catedra de medicina en el año de 1830. En la época de la Reforma, el Estado expropió todos los edificios religiosos. Con el transcurso de los años, ya en manos de particulares, tuvo diversos usos, hasta convertirse en hotel.

Las dos portadas que conforman el edificio resultan muy similares entre sí. En ambas portadas (figura 27.a), las puertas de acceso están flanqueadas por los vanos (puertas) de los locales comerciales del edificio. En ambas fachadas, la ornamentación de los cerramientos, los frisos y los barandales de hierro de las ventanas del segundo nivel destacan el carácter residencial de la época porfiriana (figura 26). En su interior las columnas monolíticas de cantería de estilo toscano soportan los arcos que se repiten en la planta alta y que abundan el patio principal del edificio (figura 27).



Figura 27.

### 3.2.2 PALACIO LEGISLATIVO (CAMARA DE DIPUTADOS, ANTIGUA RESIDENCIA DEL INTENDENTE ANZORENA)



Figura 28.- Antigua Residencia del Intendente Anzorena

Aquí residió don José María Anzorena, nombrado por Hidalgo, Intendente de las tropas insurgentes en la provincia de Michoacán. Con este cargo, don José María firmó el primer decreto que abolió la esclavitud en América.

Este edificio en el siglo XVIII era una vivienda con habitaciones en torno a dos patios. Su patio interior es rectangular con corredor abierto por los cuatro lados y en los dos niveles (figura 29.b). Cinco pilares dóricos al este y otros tantos al oeste se alzan sobre un alto pedestal; al norte y sur, dos pilares por cada lado.

Entre los pilares del primer piso y del segundo hay una diferencia: los de la planta baja son dóricos con fuste ranurado; los de la planta alta son jónicos y de fuste liso (figura 29.c).

En 1897 fue remodelado dándole un toque neoclásico; a mediados del siglo XX pierde su patio posterior y se adapta para albergar el recinto del congreso del estado. Su aspecto actual guarda armonía con el sentido arquitectónico de la ciudad (figura 29.a).



a)



b)



c)



d)

Figura 29.

### 3.2.3 CASA NATAL DE MORELOS



*Figura 30.- Casa Natal de Morelos*

Esta casa data de mediados del siglo XVII, en ella nació José María Morelos y Pavón, héroe de la independencia de México. Pasó a manos de los Agustinos quienes la utilizarían como hospedería y sufrió grandes transformaciones a finales del siglo XIX.

Es una casa sencilla de pequeña escala y de una sola planta organizada en torno a dos patios interiores de pequeñas dimensiones. La fachada estaba originalmente encalada, lo cual hacía lucir los frontones neoclásicos sobre los vanos y la cornisa que remata la fachada.

El gobierno del Estado, el 30 de septiembre de 1965, la adquirió con motivo del bicentenario del nacimiento del héroe insurgente y la acondicionó para museo. El sitio cuenta con una vasta biblioteca especializada en Morelos, y salas para conferencias, conciertos y exposiciones.



*a)*



*b)*



Figura 31.

### 3.2.4 COLEGIO DE SAN NICOLÁS



Figura 32.- Colegio de San Nicolás de Hidalgo

En 1540 se fundó El Colegio de San Nicolás en Pátzcuaro; al trasladarse en 1580 la sede del obispado a Valladolid (hoy Morelia), este ocupó las instalaciones. El colegio tenía dos tipos de alumnos: internos, que eran españoles y vivían en él, y externos quienes eran indígenas y mestizos cuyos padres habían trabajado en la construcción del inmueble que albergó la institución en Pátzcuaro. Así, tenía como función la aculturación de la población indígena en un primer momento.

Cerrado durante la guerra de Independencia, fue reabierto por orden de Melchor Ocampo, en el año 1847, con el nombre de San Nicolás de Hidalgo, que vino a suplir al anterior de San Nicolás Obispo.

El edificio que hoy vemos corresponde al proyecto de reedificación del colegio civil realizada entre 1868 y 1885 por el ingeniero belga Guillermo Wondon de Sorinne, quien le imprimió características neoclásicas a su arquitectura empleando marcos y frontones de cantería labrada para dar lucimiento a los vanos de la fachada; tiene en su interior columnas dóricas en torno a su patio y tres escaleras secundarias de rampas mixtas y la principal de tipo imperio. Su planta arquitectónica se dispone en torno a tres patios, los delanteros con aulas y talleres a su alrededor, mientras que las habitaciones que circundaban el patio trasero eran los dormitorios para alumnos y profesores.

Por sus aulas han pasado figuras de relevante prestigio como Miguel Hidalgo y Costilla, quien allí fuera estudiante, profesor, tesorero y rector; José María Morelos y Pavón; Melchor Ocampo, cuyo corazón se conserva en la sala que lleva su nombre; Alfonso Reyes, Xavier Villaurrutia, Samuel Ramos, Diego Rivera, Ernesto Cardenal, Pablo Neruda y otros ilustres hombres que con su talento han recobrado para la humanidad la universalidad de la idea y la palabra. El edificio, donde hoy funciona una preparatoria, tiene una fachada neoclásica (figura 32) y guarda en su interior la notable influencia del barroco (figura 33).



a)



b)



Figura 33.

### 3.2.5 CONSERVATORIO DE MUSICA LAS ROSAS



Figura 34.- Conservatorio de Música de las Rosas

De los edificios coloniales, sin duda alguna éste es uno de los más notables de la ciudad. Su reconstrucción principió a mediados del siglo XVIII. Cuando las monjas que residían en este convento se trasladaron al nuevo monasterio de Santa Catarina, el edificio quedó sin función religiosa por algún tiempo, pero en el año de 1738, el obispo Matos Coronado lo adquirió para dedicarlo a colegio de niñas de escasos recursos bajo el nombre de Santa Rosa; de allí nació la costumbre popular de llamarlo Las Rosas, como hasta la fecha se le conoce. Este colegio tuvo una gran trascendencia cultural. Maestros de la Schola Catedralicia impartían las clases de música vocal e instrumental. La enseñanza musical en la ciudad persistió a través de los años, como herencia de la primitiva escuela fundada por fray Juan de San Miguel, que llegó a formar en la Sede Episcopal, un Coro Catedralicio laico. En el Conservatorio de Música de Las Rosas se han formado y se forman grandes maestros. Cuenta con un completo coro de voces mixtas y es recinto de los famosos niños Cantores de Morelia, grupo de gran calidad artística, cuya fama ha cruzado los límites nacionales.

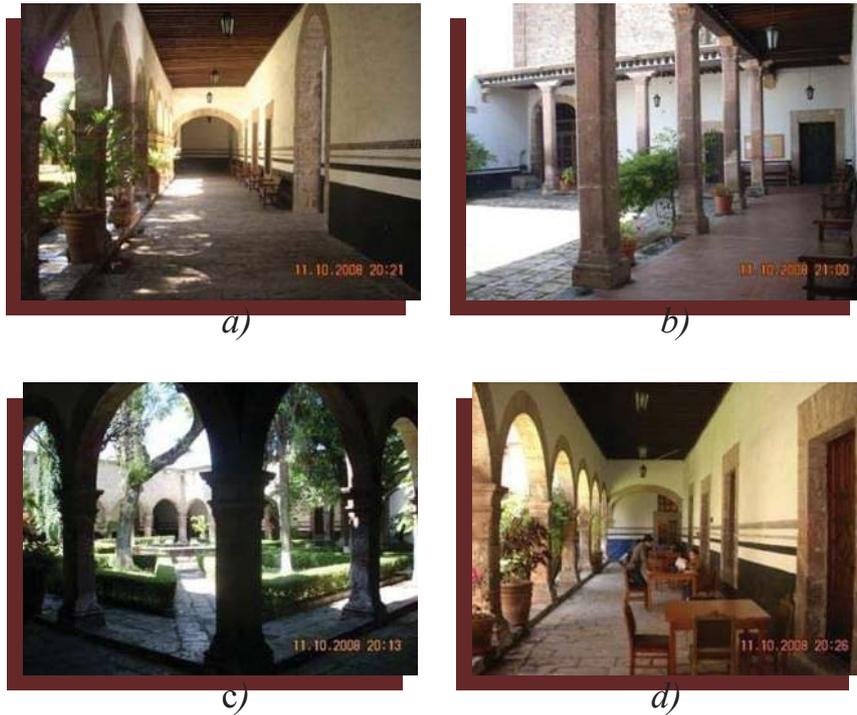


Figura 35.

### 3.2.6 ANTIGUO CONVENTO DE SAN DIEGO

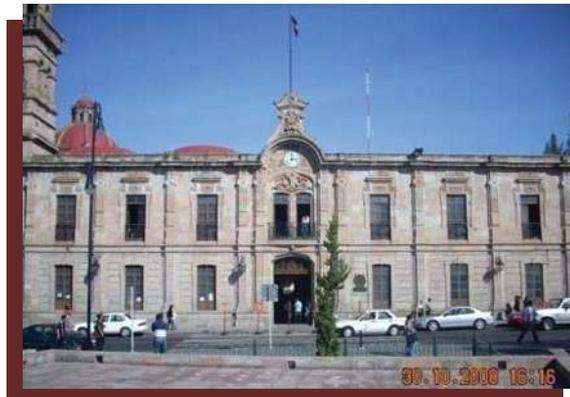


Figura 36.- Antiquo Convento de San Diego

Otra de las edificaciones monásticas, estilo barroco, del siglo XVIII. Además de haber sido residencia de los Dieguinos, tuvo diversos usos a partir de las Leyes de Reforma aquí se acuartelaron las tropas del general Manuel García Pueblita; posteriormente sirvió como colegio y, ya en el curso del presente siglo, fue hospital militar.

Actualmente hoy sede de la Facultad de Derecho de la Universidad Michoacana, fue construido hacia 1760.

La fachada principal, orientada al oeste, está compuesta de dos cuerpos estructurados por un eje rector conformado en la planta alta por una ventana geminada coronada con un imafrente en forma de arco de medio punto y un reloj al centro, en la planta baja se abre el vano de la puerta con un portón flaqueado por un par de pilastras de excelente labrado (figura 36).

El edificio se compone de tres patios jerarquizados; el patio principal se encuentra circundado por cuatro arquerías de dos niveles con arcos de tres centros, en cada una de las esquinas se desarrollan dos arcos perpendiculares a los muros. El pretil del patio se ornamenta con un friso de donde se proyectan unas gárgolas poligonales sobre cada una de las pilastras que sostiene los arcos; el pretil se remana con una cornisa de cantería.

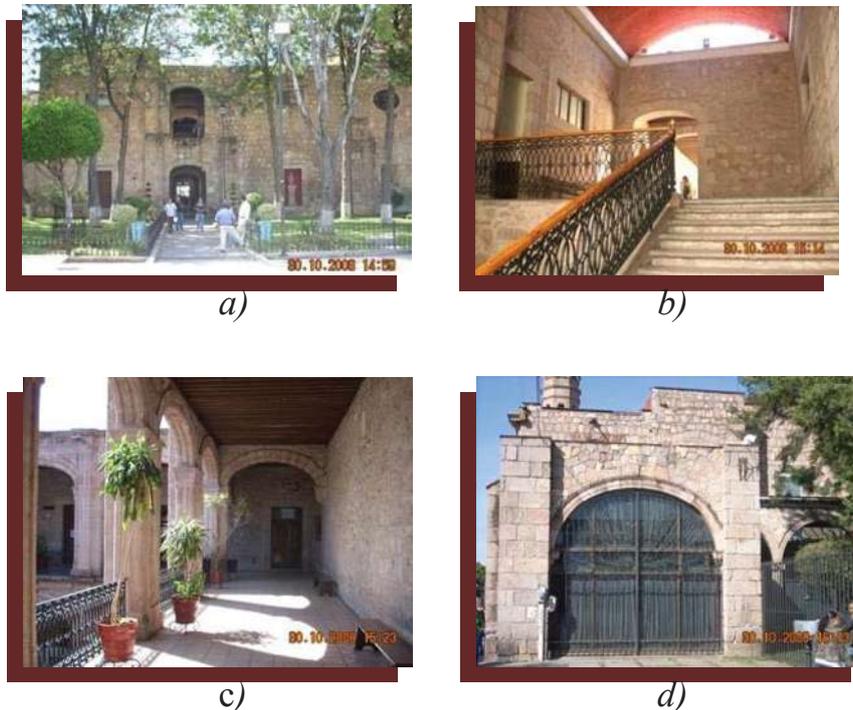


Figura 37.

### 3.2.7 CASA DE MORELOS



*Figura 38.- Casa de Morelos*

Este bello ejemplo de arquitectura domestica vallisoletana data de mediados del siglo XVIII y originalmente constaba de una sola planta. El inmueble fue adquirido por José María Morelos en 1801 para que en el radicara su hermana, Antonia, que se había quedado sola a la muerte de su madre. Se le añadió un segundo piso donde vivía la familia, mientras que en la parte baja había locales que se rentaban. La influencia barroca se observa en la fachada con elementos decorativos típicos de Morelia, como son las guardamalletas debajo de las ventanas de planta baja y las tapas curvilíneas en los vanos de planta alta (figura 38).

Los cuartos se distribuyen alrededor de un patio principal con columnas dóricas (figura 39.a y b). Como elemento novedoso, Morelos construyó una terraza en planta alta abierta al exterior de donde podían disfrutar de la vista hacia el sur (figura 39.d).

La ciudad de Morelia y el Instituto Nacional de Antropología e Historia la designaron Monumento Nacional. Este edificio se conserva en el mismo estado que a principios del siglo XIX, sin alterar las características de la época. Aquí se exhiben prendas, muebles y objetos personales del héroe insurgente. En la planta baja se halla el archivo del Arzobispado de Michoacán, fuente de información muy valiosa para historiadores.



Figura 39.

### 3.2.8 MUSEO DE ARTE CONTEMPORANEO



Figura 40.- Museo de Arte Contemporaneo

Frente al Bosque Cuauhtémoc, sobre la Avenida Acueducto, se encuentra este museo, complemento del acervo cultural de Morelia. Cuenta con trece salas de exhibición, donde se pueden admirar valiosas obras, aparte de exposiciones periódicas.



Figura 41.

### 3.2.9 MUSEO DEL ESTADO DE MICHOACÁN



Figura 42.- Museo del Estado de Michoacán

Este edificio, construido en el siglo XVIII, fue originalmente casa habitación, tiene una orientación oriente-poniente y se compone de dos plantas, su fachada muestra dos cuerpos claramente definidos por el balcón de la segunda planta; el primer cuerpo lo conforman una ventana y dos puertas, todas ellas enmarcadas por jambas y platabandas de cantería lisa (figura 42); en la planta alta lucen dos ventanales con sus platabandas de cantería dovelada y ambas lisas.

Estas ventanas abren hacia un balcón corrido fabricado de cantería y barandal de hierro forjado. Cubren a las ventanas una marquesina también de cantería, y cinco gárgolas y una cornisa rematan los paramentos de los muros.

Accediendo al inmueble por el zaguán se llega al primer patio rodeado por un corredor en forma de C (figura 43.b), por el que se accede a la mayoría de las habitaciones de la planta baja y a la escalera. La distribución de las habitaciones en la planta alta se da de manera similar que en planta baja. Tanto la cubierta como el entrepiso están contruidos con el sistema de vigería y terrado (figura 43.d).

Inaugurado el 11 de agosto de 1986, este pequeño museo presenta importantes colecciones arqueológicas, compuestas de cerámica lítica, metalistería, joyería. También tiene una sala de historia y cuenta en su estructura con la sección de etnología donde se exhiben elementos culturales que distinguen el perfil michoacano. Alberga aparatos científicos, muebles y enseres de la antigua Farmacia Mier.



Figura 43.

### 3.2.10 MUSEO REGIONAL MICHOACANO



*Figura 44.- Museo Regional Michoacano*

Por su suntuosidad, esta casa fue elegida para hospedar al emperador Maximiliano de Austria, durante su gira por tierras michoacanas. Su estilo es el del gran barroco residencial. De su importancia como museo, el ilustre escritor y maestro Rafael Heliodoro Valle, opina: “Los viajeros que pasen por Morelia, deben detenerse a contemplar las joyas arqueológicas que (aquí) se custodian para que vean, desde un ángulo diferente, el México antiguo y para que conozcan uno de los museos mejor organizados de este país, conforme a la técnica museográfica más estricta”. La atmósfera iluminada discretamente, mostrando cada objeto su personalidad neta va apareciendo obsidianas, idolitos, cerámica, las huellas más expresivas de la inteligencia y habilidad manual que en el Michoacán precortesiano fueron dejando sobre barro y materiales duros, los genios de las artes plásticas. Aparece la pipa simbólica, la mazorca del maíz primordial, la serpiente de diorita y, de pronto, la huella de un hombre sobre fragmento de lava que data de cinco siglos A.C. Allí se halla también un panorama de la cultura arcaica, un mapa geográfico de Michoacán, ejemplares de la cerámica policromada, la vasija zoomorfa y más testimonios de la cerámica que van surgiendo”.

Se exhibe una preciosa escultura femenina descubierta en Capula; un ejemplar del "Voyage de Humboldt et Bonpland", editado en 1807 en París, con una dedicatoria especial de su autor al señor don Manuel Abad y Queipo, y la biblioteca de fray Alonso de la Veracruz, que reúne la colección de la Casa de Altos Estudios de Tiripetío, entre otros tesoros. Cuenta con una sala para conferencias y exposiciones temporales, donde se han presentado colecciones pictóricas del Instituto Nacional de Bellas Artes, y trabajos de artistas regionales; esto convierte al Museo en una Institución de cultura viva. El maestro Alfredo Zalce, artista michoacano de gran sensibilidad, ejecutó una Alegoría de la Historia de México, en el cubo de la escalera.

El edificio que actualmente ocupa el Museo Regional Michoacano era casa habitación y data por lo menos del siglo XVII. Era de un piso pero en el siglo XVIII, se le añadió la planta alta lo cual implicó modificaciones a la fachada y la construcción de la escalera tipo imperio que actualmente luce un arco pinjante (figura 45.b). La fachada principal es de estilo barroco con jerarquía visual sobre el eje central del acceso por medio de un balcón de herrería forjada y el imafrente como remate superior (figura 44). La mayor ornamentación de la planta alta de la fachada atestigua el uso residencial del segundo piso, mientras la planta baja estaba destinada a uso comercial, razón por la cual contaba con puertas que abrían asía el exterior la organización espacial se da en torno a tres patios interiores, el primero con corredores con arquería (figura 45).



a)



b)



Figura 45.

### 3.2.11 PALACIO CLAVIJERO



Figura 46.- Palacio Clavijero

Suntuosa expresión del barroco tablerado, este edificio es la grandiosa herencia que, a su paso por Michoacán, dejaron los Jesuitas. Su construcción principió el 2 de diciembre de 1660, por iniciativa del obispo Marcos Ramírez del Prado. En sus inicios funcionó como colegio. Al triunfar el movimiento de Independencia, y cuando formaron los Estados de la República Mexicana una Federación, aquí se instaló el Congreso de Michoacán. Con el fin de conservar esta obra, en los años 1969-1970 se promovió y concluyó su total remozamiento. El antiguo colegio jesuita debe su actual nombre a uno de los más brillantes maestros que tuviera esta orden Francisco Javier Clavijero, nacido en Veracruz, hijo de padres españoles. Fue educado en París, regresó a la Nueva España para encargarse de las Alcaldías Mayores de Teziutlán y Xicoyán, en Puebla. Ingresó a la compañía de Jesús, en el año 1748; allí se dedicó al estudio de las ciencias físicas y naturales, y de los clásicos latinos y castellanos.

Su interés por las lenguas griega y hebrea, estaba a la par del que tenía por las aborígenes náhuatl y otomí, con las que profundizó en el conocimiento del carácter indígena y, por consecuencia, de sus antecedentes; esto le permitió escribir su meritoria Historia Antigua de México. Clavijero dejó constancia de su sabiduría también en el terreno de la filosofía neohumanista, en las páginas de su libro Diálogo entre Filiteles y Paleófilo. Al ser expulsados los jesuitas, en 1767, Francisco Javier Clavijero sufrió también el destierro, y murió en Bolonia, Italia, el 2 de abril de 1787. Sus restos mortales reposan hoy en la Rotonda de los Hombres Ilustres, de la ciudad de México.

En el edificio, ahora, laboran distintas oficinas de Gobierno, entre las que se encuentra la Coordinación de Asuntos Culturales y Turísticos.

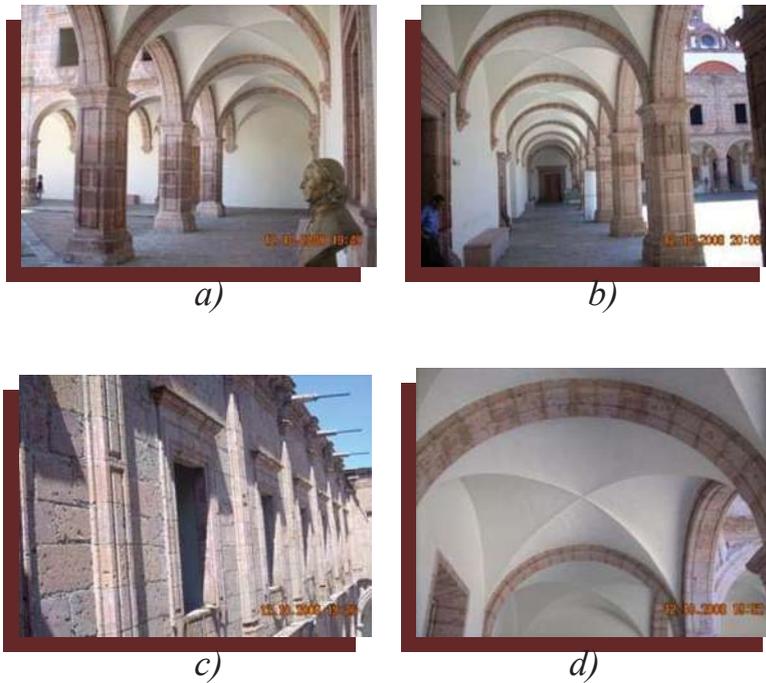


Figura 47.

### 3.2.12 PALACIO DE GOBIERNO



*Figura 48.- Palacio de Gobierno*

Este inmueble es de gran magnificencia, se construyó en el siglo XVIII para funcionar como Seminario Tridentino lo inauguró de manera solemne, el obispo Pedro Sánchez de Tagle, el 23 de enero de 1770. Por la participación activa de sus alumnos en el movimiento de la independencia, el centro educativo fue cerrado en 1810, pero reabrió sus puertas en 1819, durante este segundo periodo de actividades se registra su auge, llegó a tener hasta 700 alumnos, 200 de los cuales vivían en el edificio. La institución se volvió bastión de ideas conservadoras lo que ocasionó su clausura definitiva en 1859. Entonces el inmueble pasó a manos del gobierno y los bienes del Seminario pasaron al Colegio de San Nicolás.

Cuando fue seminario allí estudiaron alumnos que se distinguieron por sus inquietudes y llegaron a ser hombres notables en la historia de México Mariano Michelena, uno de los precursores de la Independencia; Juan José Martínez de Lejarza, notable botánico y estadista; Agustín de Iturbide; José María Morelos y Pavón, prócer y estadista en la Guerra de Independencia; Melchor Ocampo, piedra angular en las Leyes de Reforma, en 1857.

Entre los seminaristas que llegaron a ordenarse, destacaron Clemente de Jesús Munguía, orador y político, quien llegó a ser arzobispo de Morelia. Durante la Guerra de Reforma, el liberal Epitacio Huerta incautó el seminario, y el Congreso del Estado, por medio de un decreto, expropió este recinto el 12 de marzo de 1859. Desde entonces, funciona como Palacio de Gobierno.

En su interior se aprecia el estilo arquitectónico moreliano, elegante y severo, proporcionando en su conjunto, sin que falten las guardamalletas. Llama la atención la arquería. La escalera principal está sostenida por tres arcos de forma irregular. En la fachada se observa el típico barroco tablerado de Morelia, donde en la parte central se conserva la mayor parte de la ornamentación (figura 48). Sus dos amplios patios albergan las principales oficinas gubernamentales del Estado (figura 49.c).

Su arquitectura es de estilo barroco con pilastras tableradas típicas de la arquitectura dieciochesca de Morelia. Otros elementos característicos del inmueble son los balcones con hierro forjado y en el imafrente se puede observar el escudo nacional y la campana de Dolores que reemplazaron los emblemas propios del organismo educativo a partir de que el edificio paso a ocuparse como Palacio de Poderes (figura 49.a y b).

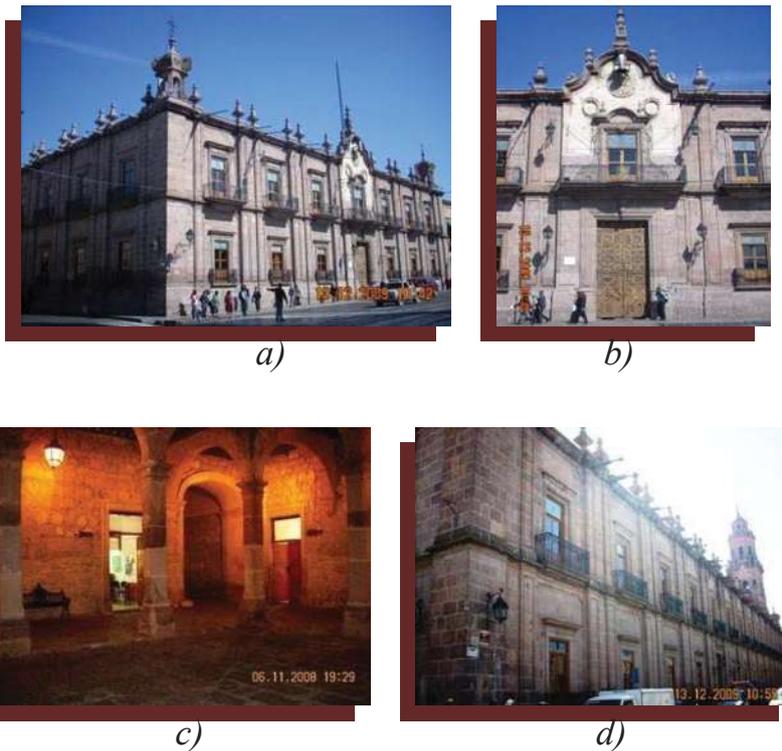


Figura 49.

### 3.2.13 PALACIO DE JUSTICIA



*Figura 50.- Palacio de Justicia*

En torno a la antigua Plaza de Armas se ubicó desde la fundación de la ciudad, la Casa Real (Ayuntamiento). Aquí funcionó el Tribunal Unitario antes del triunfo de la Revolución de Ayutla, y durante el Segundo Imperio, el Colegio de San Rafael; más tarde fué la sede temporal del Colegio de San Nicolás.

Posteriormente, el edificio pasó a albergar al Poder Judicial; el proyecto para la reedificación del edificio barroco fue encomendado al ingeniero belga Guillermo Wodon de Sorinne, quien entre 1884 y 1885, le dio su aspecto actual. La fachada es de estilo ecléctico con influencia francesa con elementos decorativos estilizados muy llamativos y una arcada en la planta alta que le da un aspecto ligero al edificio (figura 50); tiene un bello interior barroco (figura 51), con amplio patio, espaciosos corredores, arcadas y una señorial escalera. El cubo de la escalera ostenta una obra pictórica del maestro Agustín Cárdenas, en recuerdo del Primer Tribunal de Justicia establecido conforme a la Constitución de Apatzingán, promulgada el 22 de octubre de 1814. El diseño incluyó la novedad de colocar una reja para separar los portales del patio interior y una escalera de herradura. Cuando se inauguró el edificio toda la cantería del patio estaba recubierta y pintada en rojos, ocres y verdes dándole al espacio un aspecto colorido que entonces llamaban de “estilo pompeyano”.



a)

b)



c)

d)

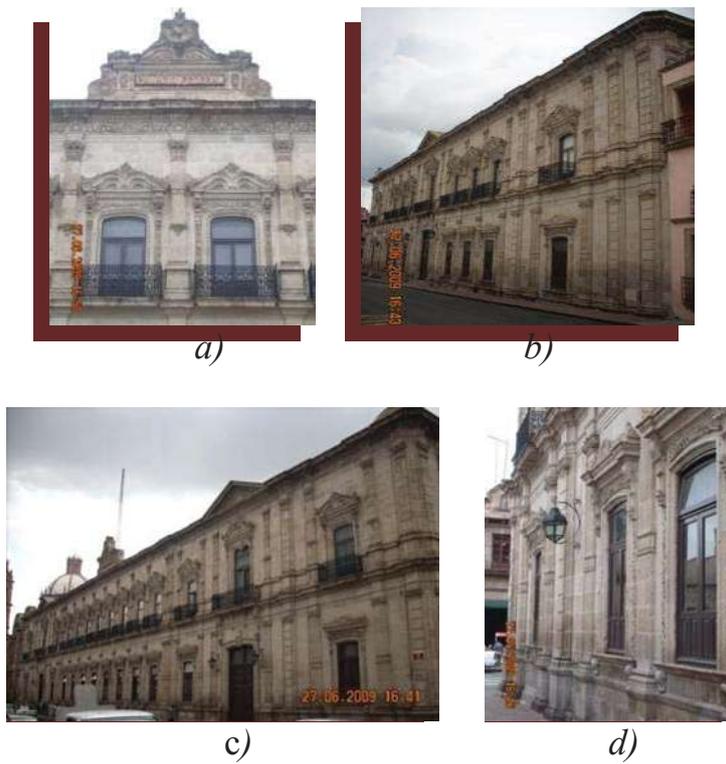
Figura 51.

### 3.2.14 PALACIO FEDERAL (ANTIGUO COLEGIO TERESIANO)



Figura 52.- Palacio Federal

Su estructura sigue las normas del neoclásico francés; luce en su exterior ostentosa ornamentación, tanto en sus frontones como en sus ménsulas y jambas (figura 53); en su interior, de amplios patios, se conservan bellas arcadas de orden toscano. Aquí funcionan las oficinas de Correos y Telégrafos, y la Federal de Hacienda, el Juzgado de Distrito, la Delegación Agraria y otras dependencias federales.



*Figura 53.*

### 3.2.15 PALACIO MUNICIPAL



*Figura 54.- Palacio Municipal*

Este inmueble se construyó en 1781 para albergar la factoría de tabaco que se había instalado en Valladolid desde 1765. En él se proclamó la abolición de la esclavitud en la Nueva España por Miguel Hidalgo en 1810.

A partir de 1824 el edificio fue ocupado por el Gobierno del Estado, aunque la factoría siguió laborando en la planta alta hasta que el inmueble pasó a ser Palacio Municipal en 1856.

El estilo del edificio es barroco y su ornamentación se basa en vanos con jambas tableradas y arcos rebajados (figura 54). En la planta los balcones de hierro forjado con perillas en las esquinas le dan un carácter de mayor ornamentación (figura 55.a y c). El inmueble se distribuye alrededor de dos patios. El patio principal es cuadrado pero con una composición dinámica por la forma ortogonal plasmada en su pavimentación.

Esta rodeado por corredores de arcos de medio punto en cuyas enjuntas lucen guardamalletas (figura 55.b y d). La cornisa superior está adornada con gárgolas y guardamalletas (figura 55.c). Su interior está formado por una arquería y una escalera, que tiene al fondo el escudo de la ciudad (figura 55.a y c). En la actualidad es residencia de la Presidencia Municipal de Morelia.



a)



b)



c)



d)

Figura 55.

### 3.2.16 TESORERÍA UNIVERSITARIA



*Figura 56.- Tesorería Universitaria*

Está ubicada en la esquina que forman las calles de Santiago Tapia y Nigromante.

En el salón del Consejo Universitario se halla la pintura Hidalgo en el Momento de Recibir la Descarga Mortal, de David Alfaro Siqueiros. El despacho del rector luce un retrato del Padre de la Patria, vestido a la usanza civil en el pueblo de Dolores, realizado por Alfredo Zalce, y junto al Teatro Rubén Romero, en una salita donde se montan exposiciones, una pintura de Manuel Pérez Coronado que representa a Morelos.

En el vestíbulo del teatro se muestra un cuadro de O'Higgins y un busto del escritor José Rubén Romero.

Es aquí donde funcionan las principales oficinas administrativas de la Universidad Michoacana. En la Tesorería de la Universidad, dentro del mismo edificio, se guardan los manuscritos de la Crónica de la Provincia Agustiniana del Santo Nombre de Jesús, terminada en 1775 por el agustino del Convento de Salamanca, fray Manuel González de la Paz y Ocampo; estos manuscritos, hasta la fecha inéditos, fueron obsequiados a la Universidad por el general Lázaro Cárdenas.

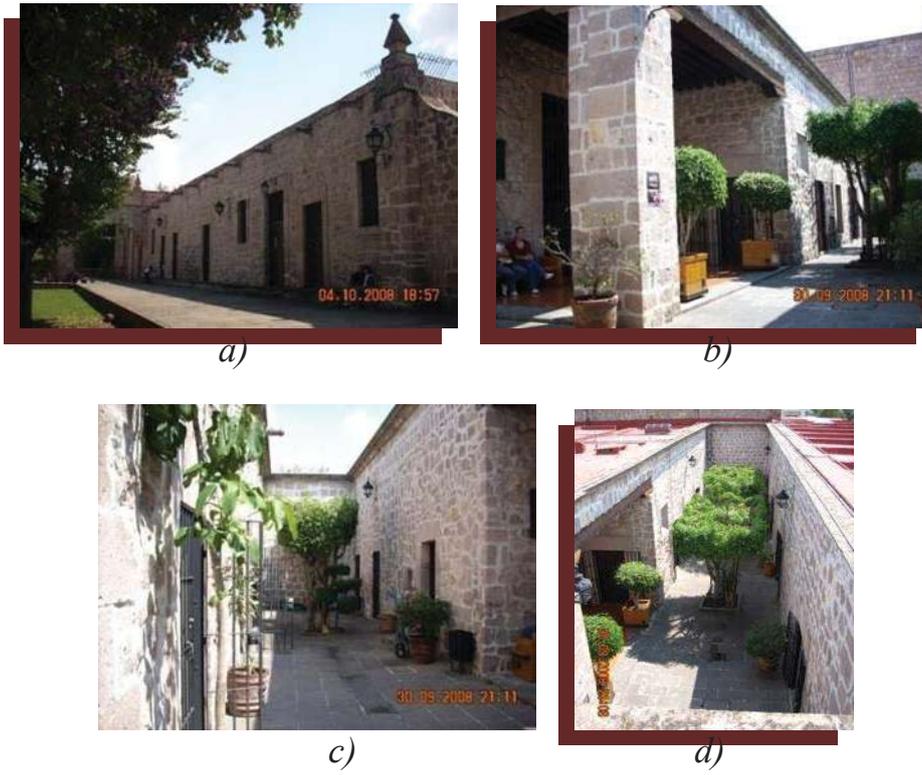


Figura 57.

## 4. INTENSIDAD SÍSMICA

### 4.1 LA ESCALA DE MERCALLI MODIFICADA

La Intensidad de Mercalli Modificada (IMM) es la escala cualitativa de intensidad que describe la percepción subjetiva de las personas ante un sismo en un lugar específico. Consta de 12 grados medidos en números romanos desde el I al XII. Está relacionada con el daño observado en el lugar.

La evolución histórica de las escalas de intensidad se resume en:

- M. de Rossi y F. Forel (1883), reagrupan los efectos del terremoto en 10 grados de intensidad.
- G. Mercalli (1902), introduce una nueva escala con 10 grados de intensidad, siendo incrementada a 12 por A. Cancani.
- Sieberg (1923), publica una escala más detallada, peor basada en el trabajo de Mercalli-Cancani.
- O. Word y F. Newmann (1931), proponen una nueva escala, modificando y condensando la escala Mercalli-Cancani-Sieberg surgiendo así la escala de Intensidad de Mercalli Modificada (IMM).
- Medvedev, Spoonheuer y Karnik (1964), tres sismólogos europeos, definen la escala MSK-1964 que consta de 12 grados denotados de I a XII. Esta escala mantiene las descripciones de la IMM referentes a efectos en las personas, solo modifica la descripción de efectos en edificios, distinguiendo tres tipos de edificios y cinco grados de daños.

Por ejemplo, la Norma Nch3 Of.61, establece que la intensidad grado IV corresponde a que los objetos oscila libremente y se dejan oír la vibraciones de vajilla, puertas y ventanas.

La intensidad grado VII corresponde a que los objetos se estremecen y las personas experimentan dificultades para mantenerse en pie, etc.

Una ilustración de la Escala de Intensidades de Mercalli Modificada puede observarse en la siguiente figura:

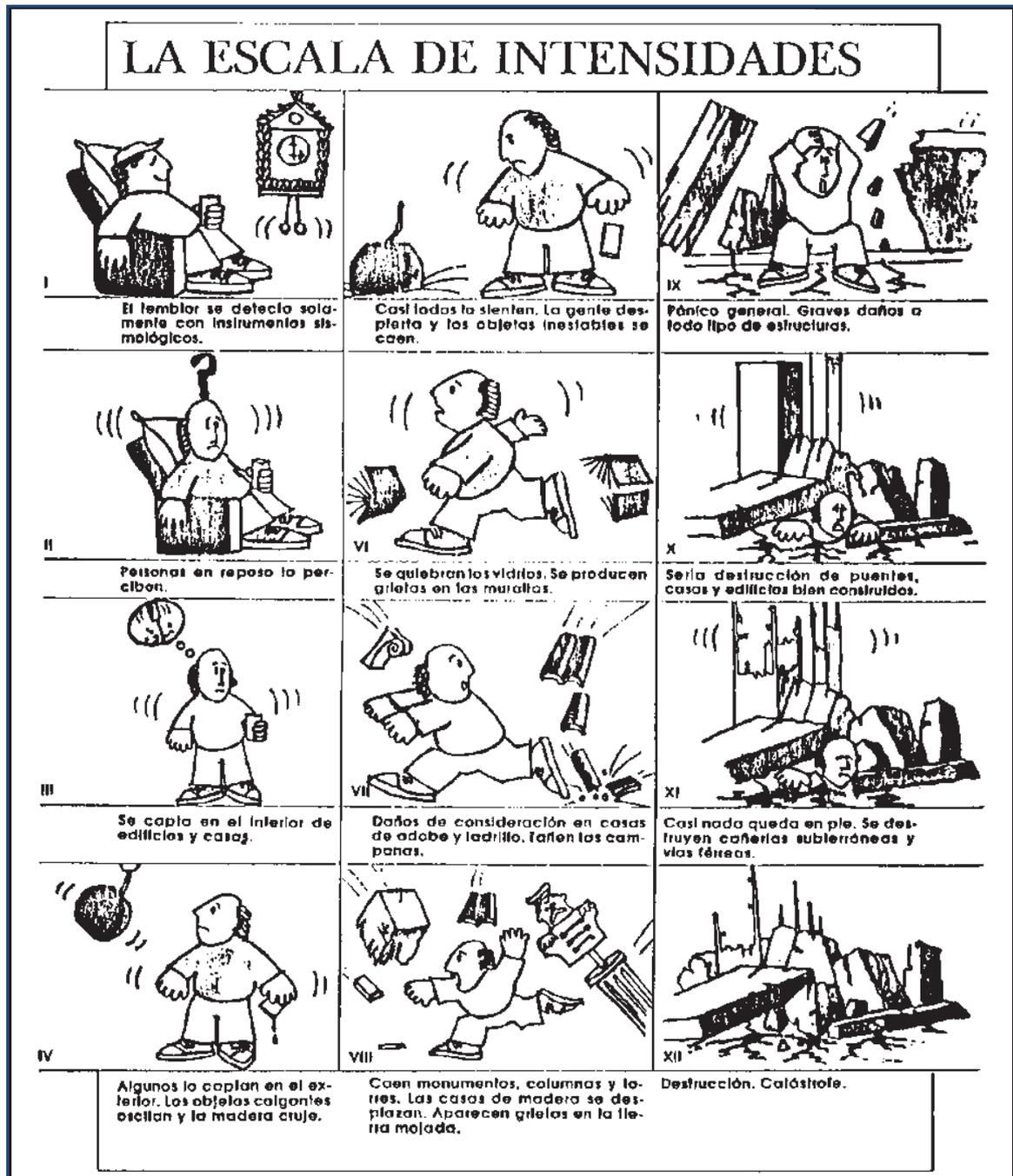


Figura 58.- Escala de Intensidades de Mercalli Modificada.

## 4.2 LA ESCALA MACROSÍSMICA EUROPEA (EMS-98)

Las escalas macrosísmicas asignan intensidad analizando los efectos de un terremoto sobre las edificaciones y el entorno para una localidad determinada. Es una escala elaborada sobre la escala MSK, de uso generalizado en Europa anteriormente. La escala EMS mejora y afina los procedimientos para el diagnóstico de intensidades y al ser equivalente en sus valores a la MSK permite continuidad con la información macrosísmica anteriormente elaborada con la antigua escala.

Diferencia de estructuras (edificios) en clases de vulnerabilidad

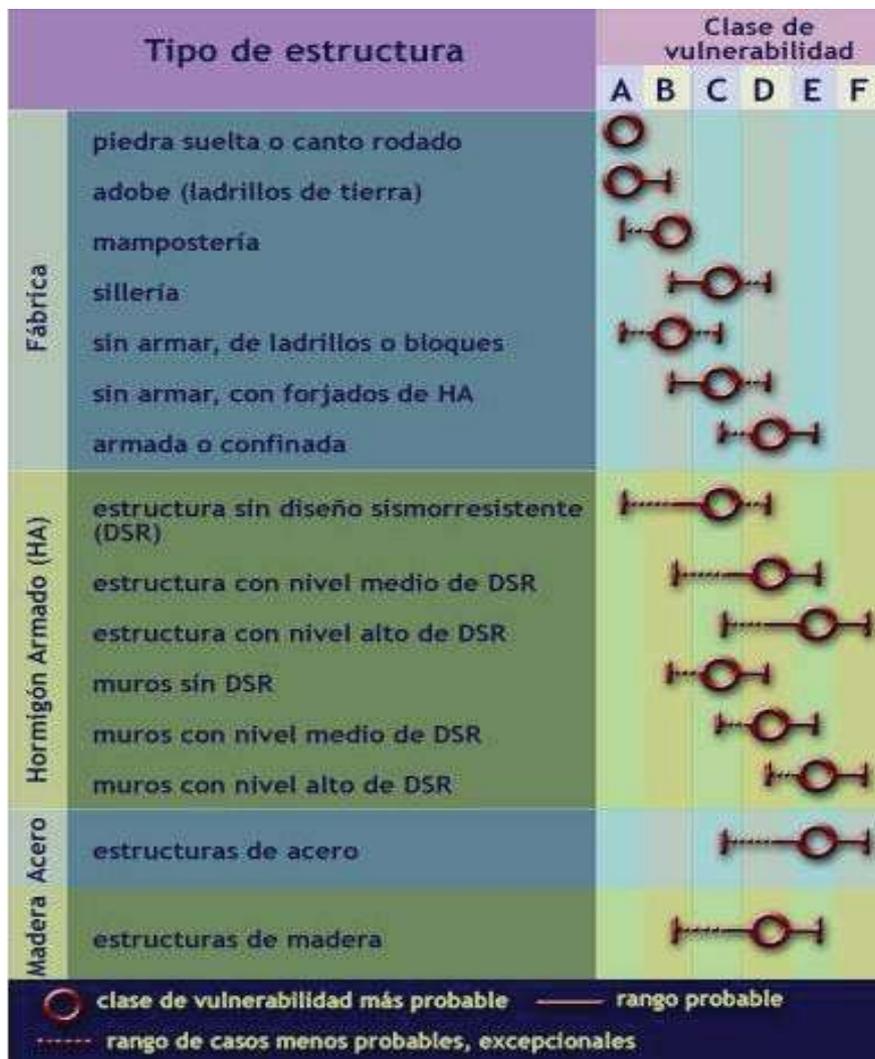


Figura 59.- Escala de Intensidad Macrosísmica Europea

Los tipos de estructura de fábrica han de leerse, por ejemplo, fábrica de mampostería, mientras que los tipos de estructuras de hormigón armado (HA) han de leerse, por ejemplo, marcos de HA o muros de HA (hormigón y concreto son sinónimos).

### **Clasificación de datos**

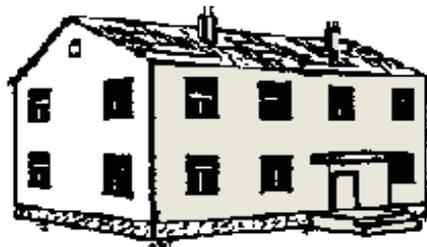
Nota: el modo en que un edificio se deforma bajo la carga de un terremoto depende del tipo del edificio. En una clasificación genérica se pueden distinguir los tipos de edificios de fábrica y los de hormigón armado.

### **Clasificación de daños en edificios de fábrica**

#### ***Grado 1: Daños de despreciables a ligeros (figura 60)***

(Ningún daño estructural, daños no estructurales ligeros)

- Fisuras en muy pocos muros.
- Caída sólo de pequeños trozos de revestimiento
- Caída de piedras sueltas de las partes altas de los edificios en muy pocos casos.



*Figura 60.*

#### ***Grado 2: Daños moderados***

(Daños estructurales ligeros, daños no-estructurales moderados)

- Grietas en muchos muros.
- Caída de trozos bastante grandes de revestimiento.
- Colapso parcial de chimeneas.



*Figura 61.*

***Grado de daño 3: Daños de importantes a graves***

(Daños estructurales moderados, daños no-estructurales graves)

- Grietas grandes y generalizadas en la mayoría de los muros.
- Se sueltan tejas del tejado.
- Rotura de chimeneas por la línea de tejado.
- Se dañan elementos individuales no-estructurales (tabiques, hastiales y tejados).



*Figura 62.*

***Grado de daño 4: Daños muy graves***

(Daños estructurales graves, daños no estructurales muy graves)

- Se dañan seriamente los muros.
- Se dañan parcialmente los tejados y forjados.



Figura 63.

**Grado de daño 5: Destrucción**  
(Daños estructurales muy graves)

- Colapso total o casi total.



Figura 64.

**Definición de cantidad**



Figura 65.

## Definiciones de los grados de intensidad

Organización de la escala:

- Efectos en las personas.
- Efectos en los objetos y en la naturaleza (los efectos y fallos en el terreno se tratan especialmente en otra sección).
- Daños en edificios.

Observación preliminar:

Cada grado de intensidad puede incluir también los efectos de la sacudida de los grados de intensidad menores, aunque dichos efectos no se mencionen explícitamente.

### *I – No sentido*

- \* No sentido, ni en las condiciones más favorables.
- \* Ningún efecto.
- \* Ningún daño.

### *II – Apenas sentido*

- a) El temblor es sentido solo por algunos dentro de edificios. Las personas en reposo sienten un balanceo o ligero temblor.
- b) Ningún efecto.
- c) Ningún daño.

### *III – Débil*

- El terremoto es sentido por algunos dentro de edificios. Las personas en reposo sienten un balanceo o ligero temblor.
- Los objetos colgados oscilan levemente.
- Ningún daño.

#### ***IV – Ampliamente observado***

- El terremoto es sentido dentro de los edificios por muchos y solo por muy pocos en el exterior. Se despiertan algunas personas. El nivel de vibración no asusta. La vibración es moderada. Los observadores sienten un leve temblor o cimbreo del edificio, la habitación o de la cama, la silla, etc.
- Golpeo de vajillas, cristalería, ventanas y puertas. Los objetos colgados oscilan. En algunos casos los muebles ligeros también tiemblan visiblemente. En algunos casos chasquidos de la carpintería.
- Ningún daño.

#### ***V – Fuerte***

- El terremoto es sentido dentro de los edificios por la mayoría y por algunos en el exterior. Algunas personas se asustan y corren al exterior. Se despiertan muchas de las personas que duermen. Los observadores sienten una fuerte sacudida o bamboleo de todo el edificio, la habitación o el mobiliario.
- Los objetos colgados oscilan considerablemente. Las vajillas y cristalerías chocan entre sí. Los objetos pequeños, inestables y/o mal apoyados pueden desplazarse o caer. Las puertas y ventanas se abren o cierran de pronto. En algunos casos se rompen los cristales de las ventanas. Los líquidos oscilan y pueden derramarse e recipientes totalmente llenos. Los animales dentro de edificios se pueden inquietar.
- Daños de grado 1 en algunos edificios de clases de vulnerabilidad A y B.

#### ***VI – Levemente dañino***

- Sentido por la mayoría dentro de los edificios y por muchos en el exterior. Algunas personas pierden el equilibrio. Muchos se asustan y corren al exterior.

- Pueden caerse pequeños objetos de estabilidad ordinaria y los muebles se pueden desplazar. En algunos casos se pueden romper platos y vasos. Se pueden asustar los animales domésticos (incluso en el exterior).
- Se presentan daños de grado 1 en muchos edificios de clases de vulnerabilidad A y B; algunos de clases A y B sufren grados de daño 2; algunos de clases C sufren grados de daño 1.

### ***VII – Dañino***

- La mayoría de las personas se asustan e intentan correr fuera de los edificios. Para muchos es difícil mantenerse en pie, especialmente en plantas superiores.
- Se desplazan los muebles y pueden volcarse los que sean inestables. Caída de gran número de objetos de las estanterías. Salpica el agua de los recipientes, depósitos y estanques.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad A sufren daños de grado 3; algunos de grado 4.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad B sufren daños de grado 2; algunos de grado 3.
- Algunos edificios de clase de vulnerabilidad C presentan daños de grado 2.
- Algunos edificios de clase de vulnerabilidad D presentan daños de grado 1.

### ***VIII – Gravemente dañino***

- Para muchas personas es difícil mantenerse de pie, incluso fuera de los edificios.
- Se pueden volcar los muebles. Caen al suelo objetos como televisiones, máquinas de escribir, etc. Ocasionalmente las lapidas se pueden desplazar, girar o volcar. En suelo muy blando se pueden ver ondulaciones.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad A sufren daños de grado 4; algunos de 5.

- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad B sufren daños de grado 3; algunos de grado 4.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad C sufren daños de grado 2; algunos de grado 3.
- Algunos edificios de clase de vulnerabilidad D presentan daños de grado 2.

### ***IX – Destructor***

- Pánico general. Las personas pueden ser lanzadas bruscamente al suelo.
- Muchos monumentos y columnas se caen o giran. En suelo blando se ven ondulaciones.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad A presentan daños de grado 5.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad B sufren daños de grado 4; algunos de grado 5.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad C sufren daños de grado 3; algunos de grado 4.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad D sufren daños de grado 2; algunos de grado 3.
- Algunos edificios de clase de vulnerabilidad E presentan daños de grado 2.

### ***X – Muy destructor***

- La mayoría de los edificios de clase de vulnerabilidad A presentan daños de grado 4.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad B sufren daños de grado 5.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad C sufren daños de grado 4; algunos de grado 5.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad D sufren daños de grado 3; algunos de grado 4.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad E sufren daños de grado 2; algunos de grado 3.

- Algunos edificios de clase de vulnerabilidad F presentan daños de grado 2.

### ***XI – Devastador***

- La mayoría de los edificios de clase B de vulnerabilidad presentan daños de grado 5.
- La mayoría de los edificios de clase de vulnerabilidad C sufren daños de grado 4; muchos de grado 5.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad D sufren daños de grado 4; algunos de grado 5.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad E sufren daños de grado 3; algunos de grado 4.
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad F sufren daños de grado 2; algunos de grado 3.

### ***XII – Completamente devastador***

Se destruyen todos los edificios de clases de vulnerabilidad A, B y prácticamente todos los de clase C. Se destruyen la mayoría de los edificio de clase de vulnerabilidad D, E y F. Los efectos del terremoto alcanzan los efectos máximos concebibles.

## 5. EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

### 5.1 ANTECEDENTES

El análisis está basado en datos aproximados o pobres de una cierta tipología estructural (iglesias, torres, palacios, etc.), y se fundamenta en la asignación de un índice de vulnerabilidad a cada edificio, el cual es corregido mediante ciertos factores correlacionados con parámetros fácilmente identificables a simple vista, tales como la calidad de los materiales, estado de mantenimiento, regularidad estructural, etc. Este método se basa en el hecho de que ciertos tipos de estructuras, las cuales cuentan con características similares tales como sistema estructural, condiciones de carga, etc., tienden a sufrir daños similares cuando se ven sometidas a acciones sísmicas, lo cual permite con base en la observación de daños ocurridos (sobre la tipología estructural considerada) con anterioridad, desarrollar funciones de vulnerabilidad.

Las funciones de vulnerabilidad (o modelos de fragilidad) son una correlación estadística entre los daños observados ante terremotos ocurridos en el pasado y la intensidad sísmica. En dichas funciones, la cuantificación del grado de vulnerabilidad de una estructura sometida a acciones sísmicas, se establece mediante un índice de vulnerabilidad. Con las funciones anteriores es posible entonces estimar el daño esperado, dada la vulnerabilidad de la estructura y la intensidad actuante sobre la misma.

Durante los últimos veinte años dentro de las actividades del Grupo Nacional para la defensa contra Terremotos (GNDT, Doglioni et al., 1994), se ha venido desarrollando y revisando este método reportándose muy buenos resultados para el mismo.

Dentro del proyecto RISK-UE (Lagomarsino *et al.*, 2003), se proponen funciones de vulnerabilidad para la aplicación del método del índice de vulnerabilidad, combinando métodos tipológicos (basados en la caracterización de grupos de edificios con comportamiento similar) y semióticos (estimando la vulnerabilidad de edificios de forma individualizada, mediante un sistema de puntaje basado en diferentes factores que pueden afectar el comportamiento estructural). En esta propuesta, los edificios se clasifican mediante tipologías, asignando un índice de vulnerabilidad que puede ser modificado en función de las características que pudieran afectar su comportamiento sísmico. Las diferentes tipologías consideradas se muestran en la tabla 5.1.

TIPOLOGÍA	
Palacios	Puentes
Monasterios	Muros urbanos
Castillos	Torres/Campanarios
Iglesias	Teatros
Oratorios-Capillas	Obeliscos
Arcos Triunfales	Fuentes/Estatuas

Tabla 5.1 Tipologías para construcciones históricas (Lagomarsino et al., 2003).

## 5.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Para el caso particular de las iglesias, Lagomarsino *et al.* (2003) disponen de un gran número de datos estadísticos de daños obtenidos en campañas realizadas posteriormente a los terremotos de Friuli (1976) y Umbria-Marcas (1996, 1997). Para el resto de tipologías mencionadas anteriormente, la caracterización del comportamiento sismorresistente se basa en la experiencia o en la opinión de expertos.

Si se está en condiciones de disponer de numerosas estadísticas de daño para una cierta tipología estructural, es entonces posible definir las Matrices de Probabilidad de Daño.

Estas matrices permiten conocer, dada una cierta intensidad sísmica, la distribución del nivel de daño esperado (Braga et al., 1982; Dolce, 1997), donde los niveles de daño representan una interpretación cuantitativa de las consecuencias causadas por el terremoto sobre los elementos estructurales y no estructurales.

Los grados de daño o nivel de daño son una interpretación cualitativa de los daños causados por un sismo en una estructura. Lagomarsino *et al.* (2003) propone 6 grados de daño (0 a 5), los cuales se indican en la tabla 5.2.

Tipo de daño	Grado de Daño
Sin daño	0
Despreciable a ligero	1
Ligero	2
Medio	3
Severo	4
Colapso	5

Tabla 5.2.- Grados de daño según Lagomarsino et al (2003).

La probabilidad de que una cierta tipología de edificio (en el caso de contar con estadísticas de daño) o una estructura en particular sufra un cierto nivel de daño debido a un cierto nivel de intensidad sísmica, se puede obtener (Braga et al., 1982) basándose en el hecho de que la distribución de daños observada se puede modelar por medio de una función de distribución binomial (ecuación 2.10) descrita por un solo parámetro, que suele ser el grado de daño medio,  $D \mu$ .

Por otra parte, si se lleva a un gráfico la intensidad sísmica contra el grado de daño medio, se obtiene lo que se conoce como curva de vulnerabilidad (figura 66), la cual puede construirse para una estructura en particular, o para una tipología específica.

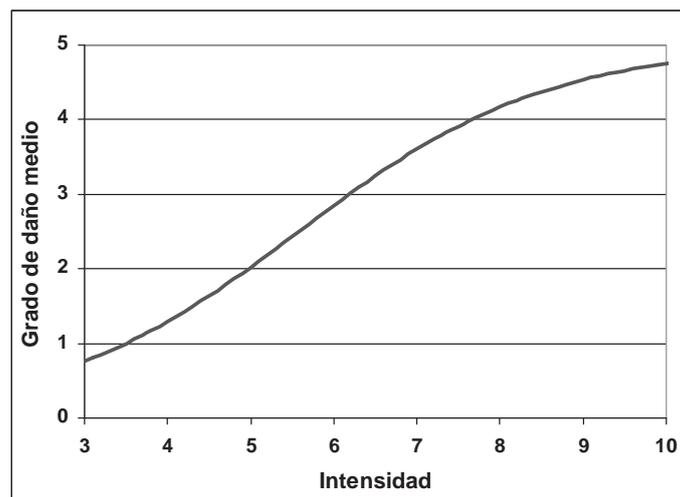


Figura 66.- Ejemplo de curva de vulnerabilidad para una estructura específica.

El índice o grado de daño medio se puede estimar mediante la ecuación 5.1 sugerida por Lagomarsino *et al.* (2003), originalmente propuesta por Sandi y Floricel (1995) para representar las curvas de vulnerabilidad y usada por Giovinazzi y Lagomarsino (2002) para edificios ordinarios:

$$\mu_D = 2.5 \left[ 1 + \tanh \left( \frac{I + 6.25V_I - 13.1}{\beta} \right) \right] \quad (5.1)$$

Donde:

$\mu_D$ : Índice de daño medio

$V_I$ : Índice de vulnerabilidad, el cual varía de 0 a 1

$\beta$ : Parámetro que controla la pendiente de la curva de vulnerabilidad

$I$ : Intensidad macrosísmica

Lagomarsino *et al.* (2003) proponen los valores indicados en la tabla 5.3 para los índices de vulnerabilidad y el parámetro  $\beta$ . Como se mencionó anteriormente, los valores indicados para tipologías en las que no existen registros de daños, se obtuvieron con base en el conocimiento experto además de tomar como referencia las curvas de vulnerabilidad desarrolladas para iglesias. La variabilidad también fue tomada en cuenta, lo cual se refleja en valores mínimos, medios y máximos para los diferentes índices (tabla 5.3).

Tipología	Valor inferior	Valor medio	Valor superior	$\beta$
Palacios/Edificios	0.496	<b>0.616</b>	0.956	2.30
Monasterios	0.616	<b>0.736</b>	1.076	2.30
Castillos	0.356	<b>0.456</b>	0.766	2.30
Iglesias	0.770	<b>0.890</b>	1.260	3.00
Capillas/Oratorios	0.650	<b>0.770</b>	1.140	3.00
Mezquitas	0.670	<b>0.730</b>	0.940	2.65
Teatros	0.616	<b>0.736</b>	1.086	2.65
Torres	0.636	<b>0.776</b>	1.136	2.30
Puentes	0.216	<b>0.296</b>	0.566	2.30
Muros	0.396	<b>0.496</b>	0.746	2.30
Arcos Triunfales	0.376	<b>0.456</b>	0.706	2.30
Obeliscos	0.396	0.456	0.746	1.95
Estatuas/Fuentes	0.236	0.296	0.606	1.95

Tabla 5.3 Valores del índice de vulnerabilidad y parámetro  $\beta$  para diferentes tipologías.

Como se mencionó previamente, los índices de vulnerabilidad anteriores deberán modificarse en función de las características específicas del edificio. Estos modificadores de vulnerabilidad pueden ser generales o específicos. Los generales son comunes a todas las topologías indicadas mientras que los específicos están asociados a las características de uno o un grupo de tipologías. Dichos modificadores fueron desarrollados de forma empírica con base en patrones de daño observados. Los modificadores generales y particulares (Lagomarsino *et al.*, 2003) se presentan en la tabla 5.4.

PARAMETROS GENERALES		$\delta V_i$
ESTADO DE MANTENIMIENTO	Malo	0.04
	Medio	0
	Bueno	-0.04
NIVEL DE DAÑO	Severo	0.04
	Ligero	0.02
	Nulo	0
TRANSFORMACIONES ESTRUCTURALES	Si	0.02
	No	0
INTERVENCIONES RECIENTES	Si	-0.02
	No	0.02
CALIDAD DE LA MAMPOSTERIA	Mala	0.05
	Buena	0
MORFOLOGÍA DEL SITIO	Arista	0.04
	Inclinado	0.02
	Plano	0

Tabla 5.4 Modificadores de vulnerabilidad generales.

Por otra parte, los modificadores de vulnerabilidad específicos, tiene como finalidad tomar en cuenta aspectos relativos a la configuración sísmica del edificio tales como regularidad en planta y elevación, altura, luces, posición con respecto a otros edificios, etc. Los valores anteriormente mencionados correspondientes a iglesias y edificios/palacios, se presentan en las tablas 5.5 y 5.6 (Lagomarsino *et al.*, 2003).

<b>IGLESIAS</b>		$\delta V_i$
TIPOLOGÍA DE NAVE	Nave central	-0.02
	Una sola nave	0
	Tres naves	0.02
DESPLOME DE FACHADA/ELEMENTOS SOBRESALIENTES EN LA ALTURA (Agujas, Torres, etc.)	Si	0.04
	No	0
POSICIÓN DE LA IGLESIA	Incluida	-0.02
	Añadida	0.02
	Aislada	0
CÚPULAS/BÓVEDAS	Si	0.04
	No	0
ALTURA DE MUROS LATERALES (H)	H < 6m	-0.02
	6 < H < 12 m	0
	H > 12 m	0.04

Tabla 5.5 Modificadores de vulnerabilidad específicos para iglesias.

<b>PALACIOS/EDIFICIOS</b>		$\delta V_i$
REGULARIDAD EN PLANTA	Si	-0.02
	No	0.02
REGULARIDAD EN ELEVACIÓN	Si	0
	No	0.02
POSICIÓN	Incluido	-0.02
	Ubicado en esquina	0.04
	Aislado	0
NÚMERO DE PLANTAS	Bajo (1-2)	-0.02
	Medio (3-5)	0
	Alto (>5)	0.04
CLAUSTROS/LOGIAS	Si	0.01
	No	0

Tabla 5.6 Modificadores de vulnerabilidad específicos para palacios y edificios.

Una vez conocidos los modificadores, el índice de vulnerabilidad final para la estructura o conjunto de estructuras se obtendrá como:

$$V_{I_f} = V_{I_{inicial}} + \sum_{i=1}^n \delta V_i \quad (5.2)$$

Donde:

$V_{I_f}$  : Índice de vulnerabilidad final

$V_{I_{inicial}}$  : Índice de vulnerabilidad general inicial

$\delta V_i$  : Factor de modificación específico de la vulnerabilidad

$n$  : Número total de factores de vulnerabilidad

Conocido el grado de daño medio, es posible determinar la probabilidad  $P_k$  asociada a un cierto grado de daño  $k$  de la siguiente forma:

$$P_k(N, d) = \frac{(N-1)!}{k!((N-1)-k)!} \mu_D^k (1-\mu_D)^{(N-1)-k} \quad (5.3)$$

Donde:

$P_k$  : Probabilidad de que se presente un cierto grado de daño  $k$

$\mu_D$  : Índice de daño medio

$k$  : Grado de daño = 0, 1, 2, 3, 4,5

$N$  : Grados de intensidad usados = 6

Sustituyendo los grados de daño empleados se obtiene la siguiente ecuación:

$$P_k = \frac{5!}{k!(5-k)!} \mu_D^k (1-\mu_D)^{5-k} \quad (5.4)$$

Con la expresión anterior es posible entonces obtener distribuciones y matrices de probabilidad de daño.

### 5.3 PROBABILIDADES DE DAÑO PARA EDIFICIOS RELIGIOSOS

#### 5.3.1 CATEDRAL

En la siguiente tabla se proponen los valores mostrados para los índices de vulnerabilidad  $V_I$  y el parámetro  $\beta$  (pendiente de la curva de vulnerabilidad) para las iglesias, de la tabla 5.3.

Tipología	Valor inferior	Valor medio	Valor superior	$\beta$
Iglesias	0.770	0.890	1.260	3.00

Tabla 5.7.- Índices de vulnerabilidad para iglesias (Lagomarcino et. al., 2003)

Los valores de la tabla 5.7 se modifican en función de las características específicas de la estructura.

IGLESIAS		
Parametros generales		$\delta V_i$
ESTADO DE MANTENIMIENTO	Malo	0.04
	Medio	0
	Bueno	-0.04
NIVEL DE DAÑO	Severo	0.04
	Ligero	0.02
	Despreciable	0
TRANSFORMACIONES ESTRUCTURALES	Si	0.02
	No	0
INTERVENCIONES RECIENTES	Si	-0.02
	No	0.02
CALIDAD DE LA MAMPOSTERIA	Si	0.05
	No	0
MORFOLOGIA DL SITIO	Arista	0.04
	Inclinado	0.02
	Plano	0
Parametros específicos		$\delta V_i$
TIPOLOGIA DE LA NAVE	Nave central	-0.02
	Una sola nave	0
	Tres naves	0.02
DESPLOME DE FACHADA/ ELEMENTOS SOBRESALIENTES EN LA ALTURA	Si	0.04
	No	0
POSICIÓN DE LA IGLESIA	Incluida	-0.02
	Añadida	0.02
	Aislada	0
CUPULAS / BÓVEDAS	Si	0.04
	No	0
ALTURA DE PAREDES LATERALES	H < 6 m	-0.02
	6 < H < 12 m	0
	H > 12 m	0.04

Tabla 5.8 Modificadores de vulnerabilidad para iglesias (Lagormacino et. al., 2003)

Una vez conocidos los modificadores anteriores, el índice de vulnerabilidad final para la iglesia se obtendrá con la expresión (5.2).

$$V_{I_f} = V_{I_{inicial}} + \sum_{i=1}^n \delta V_i \quad (5.2)$$

En la siguiente tabla se muestran los modificadores de vulnerabilidad (generales y específicos) para la iglesia en estudio.

IGLESIA: CATEDRAL DE MORELIA		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	BUENO	-0.04
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	PLANO	0
Tipología de la nave	TRES NAVES	0.02
Desplome de fachada/elementos sobresalientes	NO	0
Posición de la iglesia	ANADIDA	0.02
Cúpulas/bóveas	SI	0.04
Altura de paredes laterales	H>12	0.04
	$\Sigma$	0.15

Tabla 5.9 Modificadores de vulnerabilidad.

De la tabla 5.7 y 5.9 se obtienen los índices de vulnerabilidad finales indicados en la siguiente tabla.

Iglesia	Valor inferior	Valor medio	Valor superior	$\beta$
	$(V_I)$	$(V_I)$	$(V_I)$	
CATEDRAL DE MORELIA	0.92	1.04	1.41	3.00

Tabla 5.10 Índices de vulnerabilidad finales.

Aplicando la ecuación 5.1 se obtienen las curvas de vulnerabilidad para la iglesia. En dichas curvas se presentan los valores inferior, medio y superior del índice o grado de daño esperado ante una intensidad dada.

$$\mu_D = 2.5 \left[ 1 + \tanh \left( \frac{I + 6.25V_I - 13.1}{\beta} \right) \right] \quad (5.1)$$

INTENSIDAD	$\mu_D$ (Vi1)	$\mu_D$ (Vi2)	$\mu_D$ (Vi3)
3	0.26	0.42	1.49
4	0.48	0.75	2.26
5	0.86	1.28	3.08
6	1.45	2.01	3.79
7	2.21	2.83	4.30
8	3.03	3.59	4.61
9	3.75	4.16	4.79
10	4.27	4.53	4.89
11	4.60	4.75	4.94
12	4.78	4.87	4.97

Tabla 5.11 Curvas de vulnerabilidad para la Catedral de Morelia.

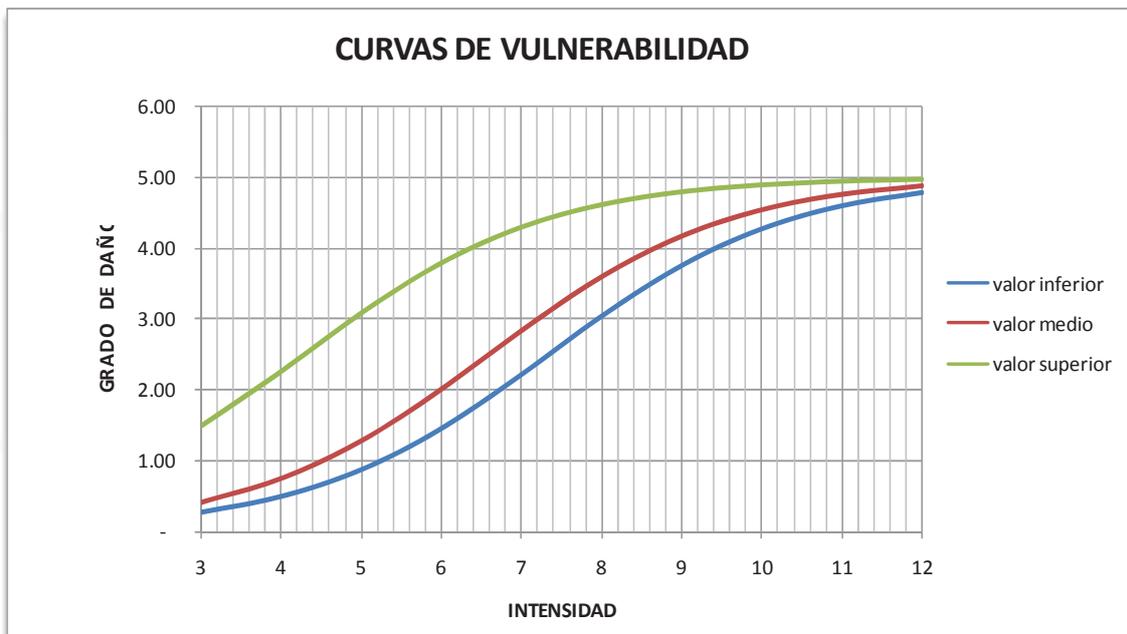


Figura 67.- Curvas de Vulnerabilidad para la Catedral de Morelia.

Con en el índice o grado de daño es posible determinar la probabilidad  $P_k$  asociada a un cierto grado de daño  $k$  mediante la ecuación 5.4.

$$P_k = \frac{5!}{k!(5-k)!} \mu_D^k (1-\mu_D)^{5-k} \quad (5.4)$$

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	22.8	39.2	27.0	9.3	1.6	0.1
I=6	7.7	25.8	34.6	23.2	7.8	1.0
I=7	1.5	10.0	26.2	34.2	22.3	5.8
I=8	0.2	2.3	11.6	29.5	37.5	19.0
I=9	0.0	0.3	3.3	16.3	40.2	39.9
I=10	0.0	0.0	0.7	6.6	31.7	61.1
I=11	0.0	0.0	0.1	2.2	20.5	77.2
I=12	0.0	0.0	0.0	0.7	11.9	87.4

Tabla 5.12 Matriz de probabilidad de daño para la Catedral de Morelia.

### 5.3.2 BIBLIOTECA PÚBLICA UNIVERSITARIA

IGLESIA: BIBLIOTECA PÚBLICA UNIVERSITARIA		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	MEDIO	0
Nivel de daño	LIGERO	0.02
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	PLANO	0
Tipología de la nave	UNASOLA NAVE	0
Desplome de fachada/elementos sobresalientes	NO	0
Posición de la iglesia	AÑADIDA	0.02
Cúpulas / bóveas	SI	0.04
Altura de paredes laterales	6<H<12	0
	$\Sigma$	0.15

Tabla 5.13 Modificadores de vulnerabilidad

Iglesia	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_I$ )	Valor superior ( $V_I$ )	$\beta$
BIBLIOTECA PÚBLICA UNIV.	0.92	1.04	1.41	3.00

Tabla 5.14 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (Vi1)$	$\mu_D (Vi2)$	$\mu_D (Vi3)$
3	0.26	0.42	1.49
4	0.48	0.75	2.26
5	0.86	1.28	3.08
6	1.45	2.01	3.79
7	2.21	2.83	4.30
8	3.03	3.59	4.61
9	3.75	4.16	4.79
10	4.27	4.53	4.89
11	4.60	4.75	4.94
12	4.78	4.87	4.97

Tabla 5.15 Curvas de vulnerabilidad para la Biblioteca Pública Universitaria.

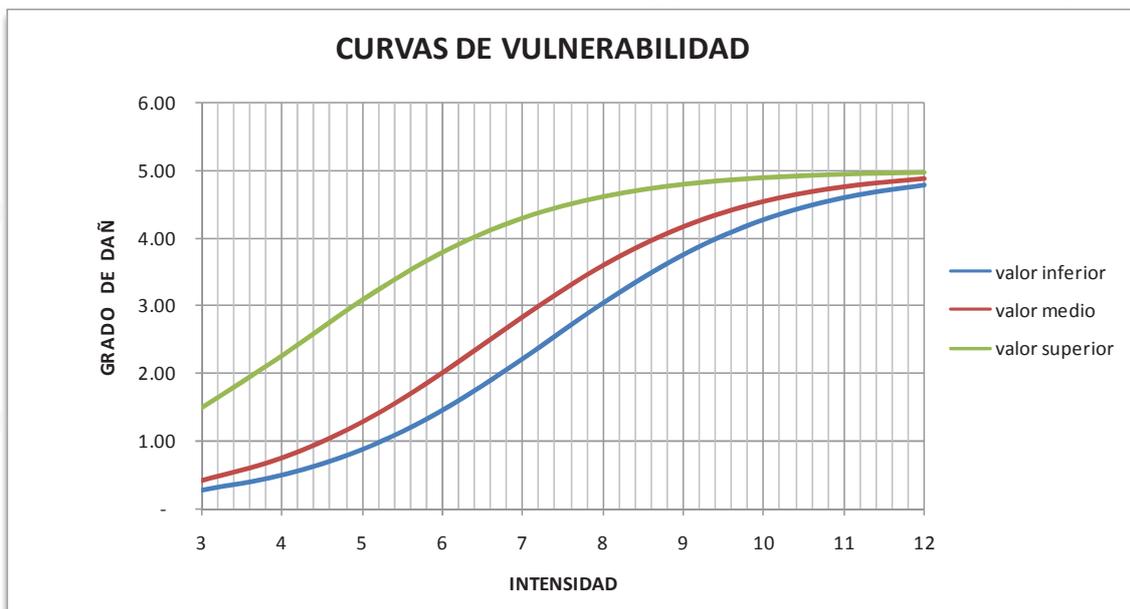


Figura 68.- Curvas de vulnerabilidad para la Biblioteca Pública Universitaria

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	22.8	39.2	27.0	9.3	1.6	0.1
I=6	7.7	25.8	34.6	23.2	7.8	1.0
I=7	1.5	10.0	26.2	34.2	22.3	5.8
I=8	0.2	2.3	11.6	29.5	37.5	19.0
I=9	0.0	0.3	3.3	16.3	40.2	39.9
I=10	0.0	0.0	0.7	6.6	31.7	61.1
I=11	0.0	0.0	0.1	2.2	20.5	77.2
I=12	0.0	0.0	0.0	0.7	11.9	87.4

Tabla 5.16 Matriz de probabilidad de daños para la Biblioteca Pública Universitaria.

### 5.3.3 CAPILLA DE LA VIRGEN DE GUADALUPE (EL CARMEN)

IGLESIA: CAPILLA DE LA VIRGEN DE GUADALUPE (EL CARMEN)		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta v_i$
Estado de mantenimiento	MEDIO	0
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	PLANO	0
Tipología de la nave	UNA SOLA NAVE	0
Desplome de fachada/elementos sobresalientes	NO	0
Posición de la iglesia	INCLUIDA	-0.02
Cúpulas / bóveas	SI	0.04
Altura de paredes laterales	$6 < H < 12$	0
	$\Sigma$	0.09

Tabla 5.17 Modificadores de vulnerabilidad.

Iglesia	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_M$ )	Valor superior ( $V_S$ )	$\beta$
CAPILLA DE GUADALUPE	0.86	0.98	1.35	3.00

Tabla 5.18 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D$ (Vi1)	$\mu_D$ (Vi2)	$\mu_D$ (Vi3)
3	0.21	0.33	1.24
4	0.39	0.60	1.96
5	0.70	1.06	2.78
6	1.20	1.71	3.55
7	1.91	2.52	4.13
8	2.73	3.32	4.51
9	3.50	3.97	4.74
10	4.10	4.41	4.86
11	4.49	4.68	4.93
12	4.73	4.83	4.96

5.19 Curvas de vulnerabilidad para la Capilla de la Virgen de Guadalupe.

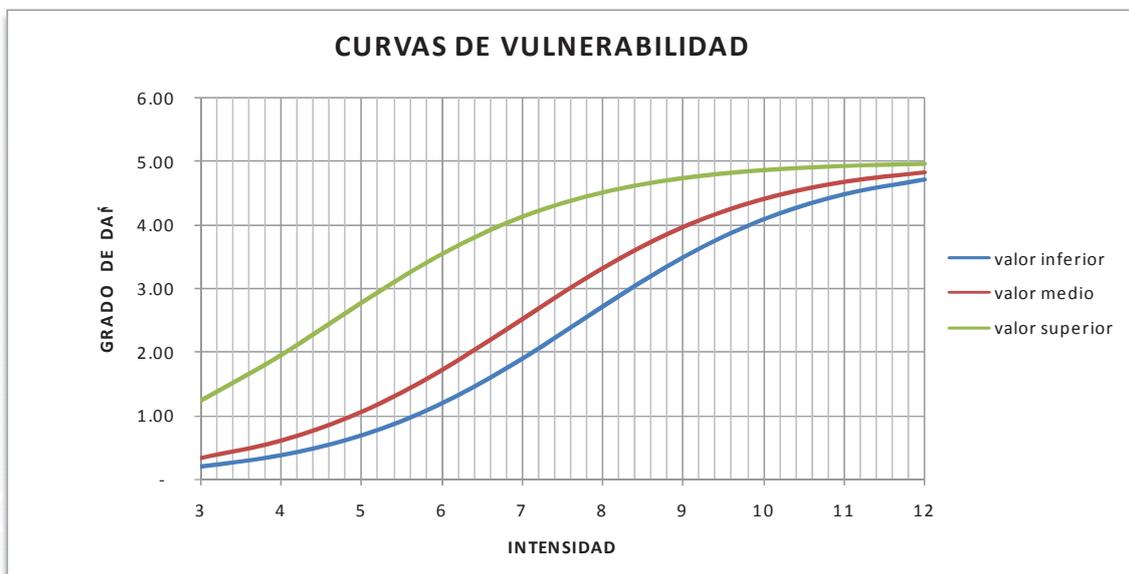


Figura 69.- Curvas de vulnerabilidad para la Capilla de la Virgen de Guadalupe.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	305	409	219	59	08	00
I=6	122	320	334	174	45	05
I=7	30	152	310	315	160	33
I=8	04	42	167	330	327	130
I=9	00	07	55	212	409	316
I=10	00	01	13	95	356	535
I=11	00	00	02	34	246	719
I=12	00	00	00	10	148	842

Tabla 5.20 Matriz de probabilidad de daños para la Capilla de la Virgen de Guadalupe.

### 5.3.4 TEMPLO Y CLAUSTRO DEL CARMEN

IGLESIA: TEMPLO DEL CARMEN		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	MEDIO	0
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	PLANO	0
Tipología de la nave	NAVE CENTRAL	-0.02
Desplome de fachada/elementos sobresalientes	NO	0
Posición de la iglesia	ANADIDA	0.02
Cúpulas/bóveas	SI	0.04
Altura de paredes laterales	H>12	0.04
	$\Sigma$	0.15

Tabla 5.21 Modificadores de vulnerabilidad.

Iglesia	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_M$ )	Valor superior ( $V_S$ )	$\beta$
TEMPLO DEL CARMEN	0.92	1.04	1.41	3.00

Tabla 5.22 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D$ (Vi1)	$\mu_D$ (Vi2)	$\mu_D$ (Vi3)
3	0.26	0.42	1.49
4	0.48	0.75	2.26
5	0.86	1.28	3.08
6	1.45	2.01	3.79
7	2.21	2.83	4.30
8	3.03	3.59	4.61
9	3.75	4.16	4.79
10	4.27	4.53	4.89
11	4.60	4.75	4.94
12	4.78	4.87	4.97

Tabla 5.23 Curvas de vulnerabilidad para el Templo y Claustro del Carmen.

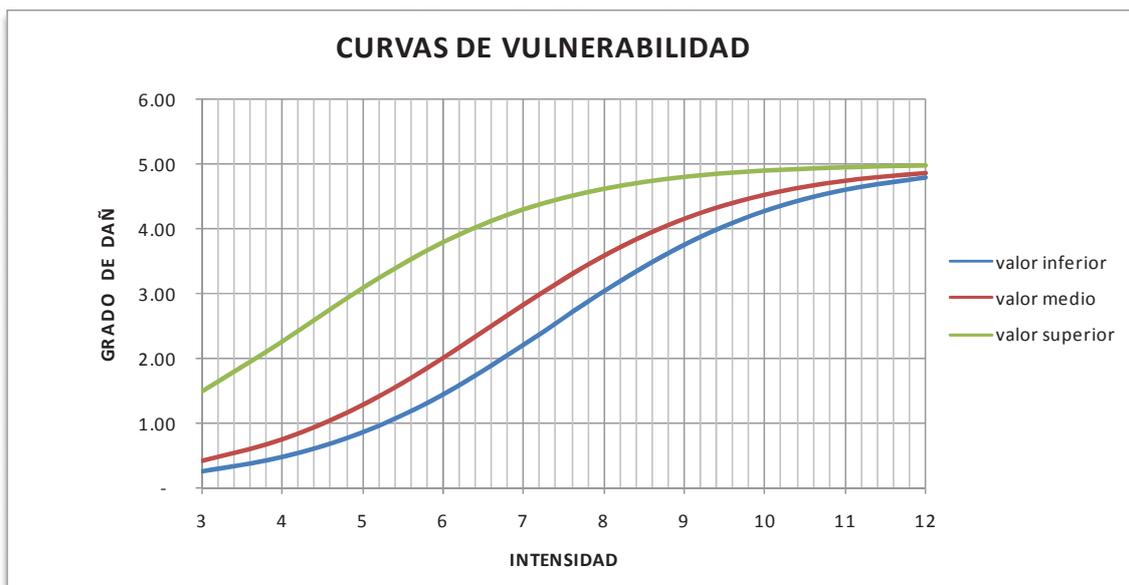


Figura 70.- Curvas de vulnerabilidad para el Templo y Claustro del Carmen.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	22.8	39.2	27.0	9.3	1.6	0.1
I=6	7.7	25.8	34.6	23.2	7.8	1.0
I=7	1.5	10.0	26.2	34.2	22.3	5.8
I=8	0.2	2.3	11.6	29.5	37.5	19.0
I=9	0.0	0.3	3.3	16.3	40.2	39.9
I=10	0.0	0.0	0.7	6.6	31.7	61.1
I=11	0.0	0.0	0.1	2.2	20.5	77.2
I=12	0.0	0.0	0.0	0.7	11.9	87.4

Tabla 5.24 Matriz de probabilidad de daños para el Templo y Claustro del Carmen.

### 5.3.5 TEMPLO DE LA MERCED

IGLESIA: TEMPLO DE LA MERCED		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	MEDIO	0
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	ARISTA	0.04
Tipología de la nave	UNASOLA NAVE	0
Desplome de fachada/elementos sobresalientes	NO	0
Posición de la iglesia	ANADIDA	0.02
Cúpulas/bóveas	SI	0.04
Altura de paredes laterales	H>12	0.04
	$\Sigma$	0.21

Tabla 5.25 Modificadores de vulnerabilidad.

Iglesia	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_M$ )	Valor superior ( $V_S$ )	$\beta$
TEMPLO DE LA MERCED	0.98	1.1	1.47	3.00

Tabla 5.26 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D$ (Vi1)	$\mu_D$ (Vi2)	$\mu_D$ (Vi3)
3	0.33	0.52	1.76
4	0.60	0.92	2.57
5	1.06	1.53	3.37
6	1.71	2.31	4.00
7	2.52	3.13	4.43
8	3.32	3.83	4.69
9	3.97	4.32	4.84
10	4.41	4.63	4.92
11	4.68	4.80	4.96
12	4.83	4.90	4.98

5.27 Curvas de vulnerabilidad para el Templo de la Merced.

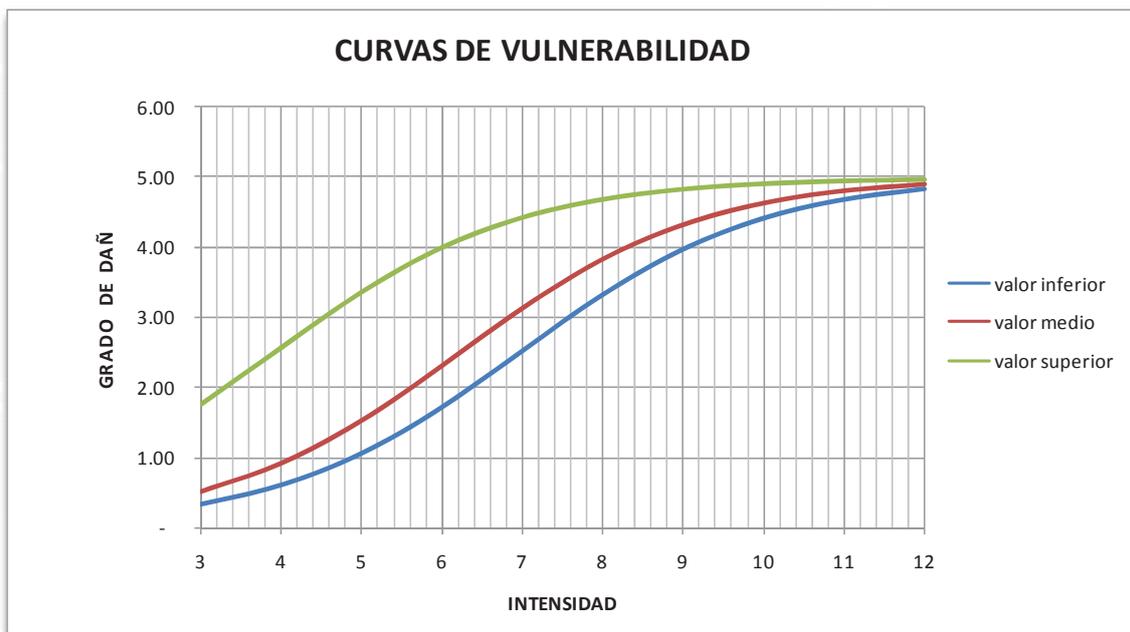


Figura 71.- Curvas de vulnerabilidad para el Templo de la Merced.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	160	355	313	138	31	03
I=6	45	193	33.2	286	123	21
I=7	07	61	205	343	288	96
I=8	01	12	7.6	247	403	263
I=9	00	01	19	119	379	482
I=10	00	00	04	44	274	678
I=11	00	00	01	14	169	816
I=12	00	00	00	04	96	900

Tabla 5.28 Matriz de probabilidad de daños para el Templo de la Merced.

### 5.3.6 TEMPLO DE LAS ROSAS

IGLESIA: IGLESIA DE LAS ROSAS		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	MEDIO	0
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Modificación del sitio	INCLINADO	0.02
Tipología de la nave	UNASOLA NAVE	0
Desplome de fachada/elementos sobresalientes	NO	0
Posición de la iglesia	AÑADIDA	0.02
Cúpulas/bóvedas	SI	0.04
Altura de paredes laterales	H>12	0.04
	$\Sigma$	0.19

Tabla 5.29 Modificadores de vulnerabilidad.

Iglesia	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_M$ )	Valor superior ( $V_S$ )	$\beta$
IGLESIA DE LAS ROSAS	0.96	1.08	1.45	3.00

Tabla 5.30 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D$ (Vi1)	$\mu_D$ (Vi2)	$\mu_D$ (Vi3)
3	0.31	0.48	1.67
4	0.56	0.86	2.47
5	0.99	1.45	3.28
6	1.62	2.21	3.94
7	2.42	3.03	4.39
8	3.23	3.75	4.67
9	3.90	4.27	4.82
10	4.37	4.60	4.91
11	4.65	4.78	4.95
12	4.82	4.89	4.98

Tabla 5.31 Curvas de vulnerabilidad para el Templo de las Rosas.

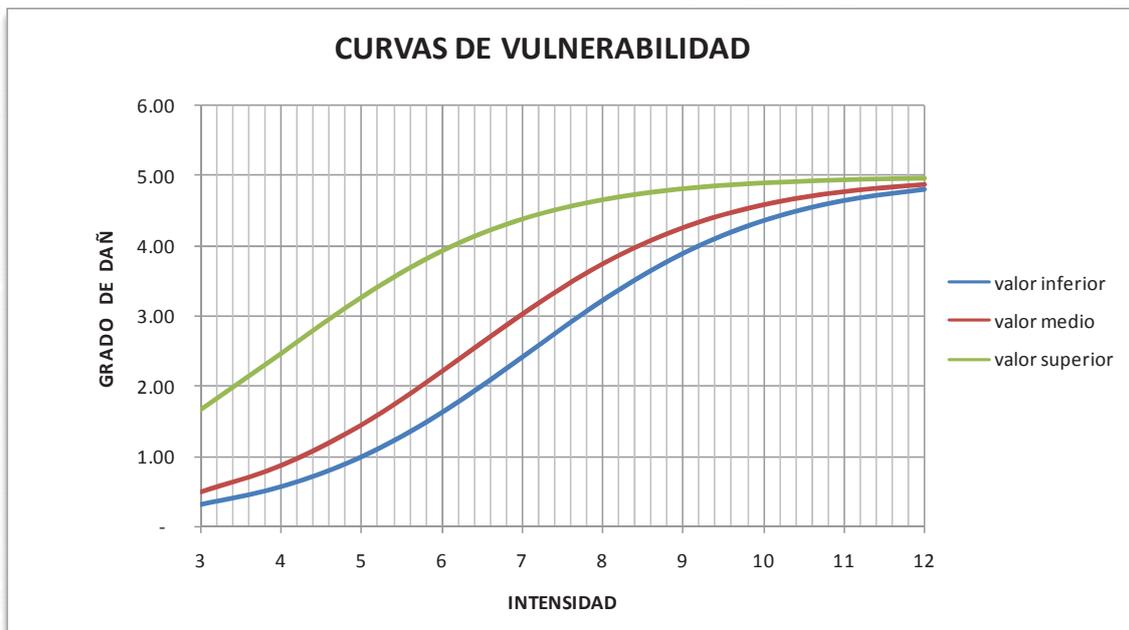


Figura 72.- Curvas de vulnerabilidad para el Templo de las Rosas.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	182	369	300	122	25	0.2
I=6	54	214	339	269	106	1.7
I=7	09	73	224	345	266	8.2
I=8	0.1	15	88	263	396	23.8
I=9	0.0	0.2	23	133	388	45.4
I=10	0.0	0.0	0.4	5.1	288	65.7
I=11	0.0	0.0	0.1	1.6	181	80.2
I=12	0.0	0.0	0.0	0.5	103	89.2

Tabla 5.32 Matriz de probabilidad de daños para el Templo de las Rosas.

### 5.3.7 TEMPLO DE CAPUCHINAS

IGLESIA: TEMPLO DE CAPUCHINAS		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	MEDIO	0
Nivel de daño	LIGERO	0.02
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	PLANO	0
Tipología de la nave	UNASOLA NAVE	0
Desplome de fachada/elementos sobresalientes	NO	0
Posición de la iglesia	ANADIDA	0.02
Cúpulas/bóveas	SI	0.04
Altura de paredes laterales	6<H<12	0
	$\Sigma$	0.15

Tabla 5.33 Modificadores de vulnerabilidad.

Iglesia	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_J$ )	Valor superior ( $V_S$ )	$\beta$
TEMPLO DE CAPUCHINAS	0.92	1.04	1.41	3.00

Tabla 5.34 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D$ (Vi1)	$\mu_D$ (Vi2)	$\mu_D$ (Vi3)
3	0.26	0.42	1.49
4	0.48	0.75	2.26
5	0.86	1.28	3.08
6	1.45	2.01	3.79
7	2.21	2.83	4.30
8	3.03	3.59	4.61
9	3.75	4.16	4.79
10	4.27	4.53	4.89
11	4.60	4.75	4.94
12	4.78	4.87	4.97

Tabla 5.35 Curvas de vulnerabilidad para el Templo de Capuchinas.

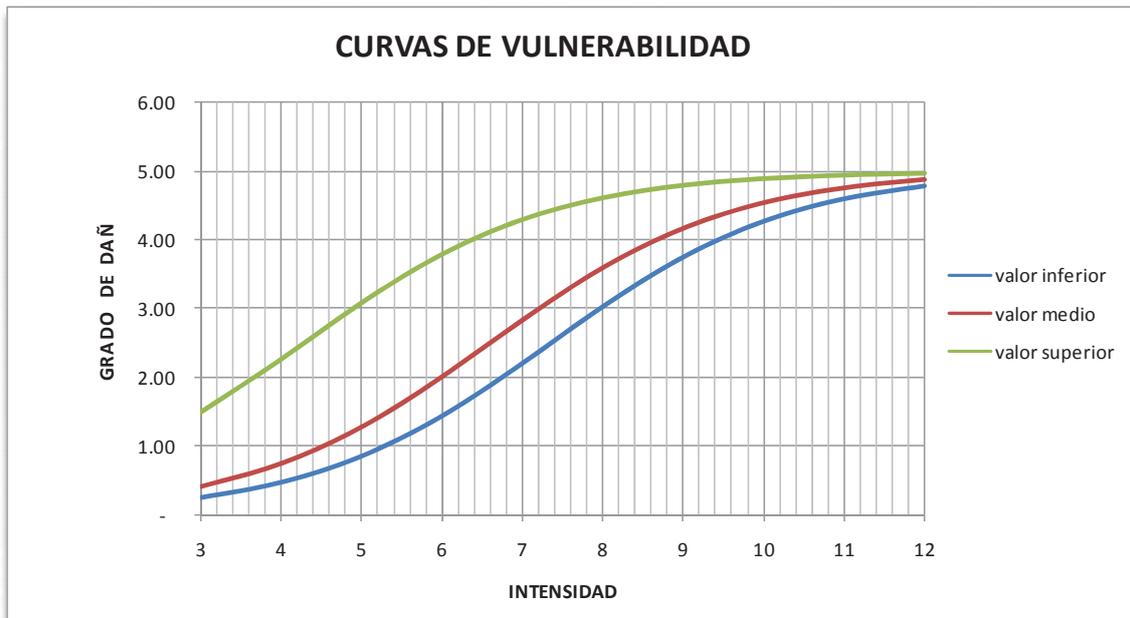


Figura 73.- Curvas de vulnerabilidad para el Templo de Capuchinas.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	228	392	270	93	16	0.1
I=6	7.7	25.8	34.6	23.2	7.8	1.0
I=7	1.5	10.0	26.2	34.2	22.3	5.8
I=8	0.2	2.3	11.6	29.5	37.5	19.0
I=9	0.0	0.3	3.3	16.3	40.2	39.9
I=10	0.0	0.0	0.7	6.6	31.7	61.1
I=11	0.0	0.0	0.1	2.2	20.5	77.2
I=12	0.0	0.0	0.0	0.7	11.9	87.4

Tabla 5.36 Matriz de probabilidad de daños para el Templo de Capuchinas.

### 5.3.8 TEMPLO DE LAS MONJAS

IGLESIA: TEMPLO DE LAS MONJAS		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	MEDIO	0
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	PLANO	0
Tipología de la nave	NAVE CENTRAL	-0.02
Desplome de fachada/elementos sobresalientes	NO	0
Posición de la iglesia	AÑADIDA	0.02
Cúpulas/bóveas	SI	0.04
Altura de paredes laterales	H>12	0.04
	$\Sigma$	0.15

Tabla 5.37 Modificadores de vulnerabilidad.

Iglesia	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_M$ )	Valor superior ( $V_S$ )	$\beta$
TEMPLO DE LAS MONJAS	0.92	1.04	1.41	3.00

Tabla 5.38 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D$ (vi1)	$\mu_D$ (vi2)	$\mu_D$ (vi3)
3	0.26	0.42	1.49
4	0.48	0.75	2.26
5	0.86	1.28	3.08
6	1.45	2.01	3.79
7	2.21	2.83	4.30
8	3.03	3.59	4.61
9	3.75	4.16	4.79
10	4.27	4.53	4.89
11	4.60	4.75	4.94
12	4.78	4.87	4.97

Tabla 5.39 Curvas de vulnerabilidad para el Templo de las Monjas.

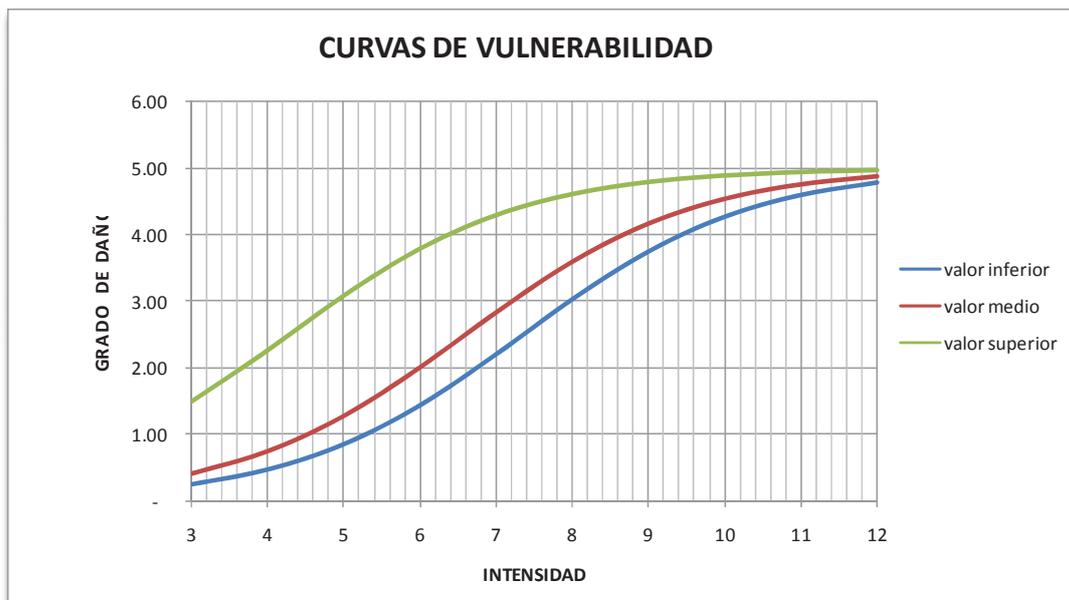


Figura 74.- Curvas de vulnerabilidad para el Templo de las Monjas.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	228	392	270	93	16	01
I=6	77	258	346	232	78	10
I=7	15	100	262	342	223	58
I=8	02	23	116	295	375	190
I=9	00	03	33	163	402	399
I=10	00	00	07	66	317	611
I=11	00	00	01	22	205	772
I=12	00	00	00	07	119	874

Tabla 5.40 Matriz de probabilidad de daños para el Templo de las Monjas.

### 5.3.9 TEMPLO DE SAN AGUSTÍN

IGLESIA: IGLESIA DE SAN AGUSTIN		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	MEDIO	0
Nivel de daño	LIGERO	0.02
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	NO	0
Morfología del sitio	PLANO	0
Tipología de la nave	UNASCLANAVE	0
Desplome de fachada/elementos sobresalientes	SI	0.04
Posición de la iglesia	ANADIDA	0.02
Cúpulas/bóveas	SI	0.04
Altura de paredes laterales	6<H<12	0
	$\Sigma$	0.14

Tabla 5.41 Modificadores de vulnerabilidad.

Iglesia	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_M$ )	Valor superior ( $V_S$ )	$\beta$
IGLESIA DE SAN AGUSTIN	0.91	1.03	1.4	3.00

Tabla 5.42 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (Vi1)$	$\mu_D (Vi2)$	$\mu_D (Vi3)$
3	0.25	0.40	1.45
4	0.47	0.72	2.21
5	0.83	1.24	3.03
6	1.40	1.96	3.75
7	2.16	2.78	4.27
8	2.98	3.55	4.60
9	3.71	4.13	4.78
10	4.24	4.51	4.89
11	4.58	4.74	4.94
12	4.78	4.86	4.97

Tabla 5.43 Curvas de vulnerabilidad para el Templo de San Agustín.

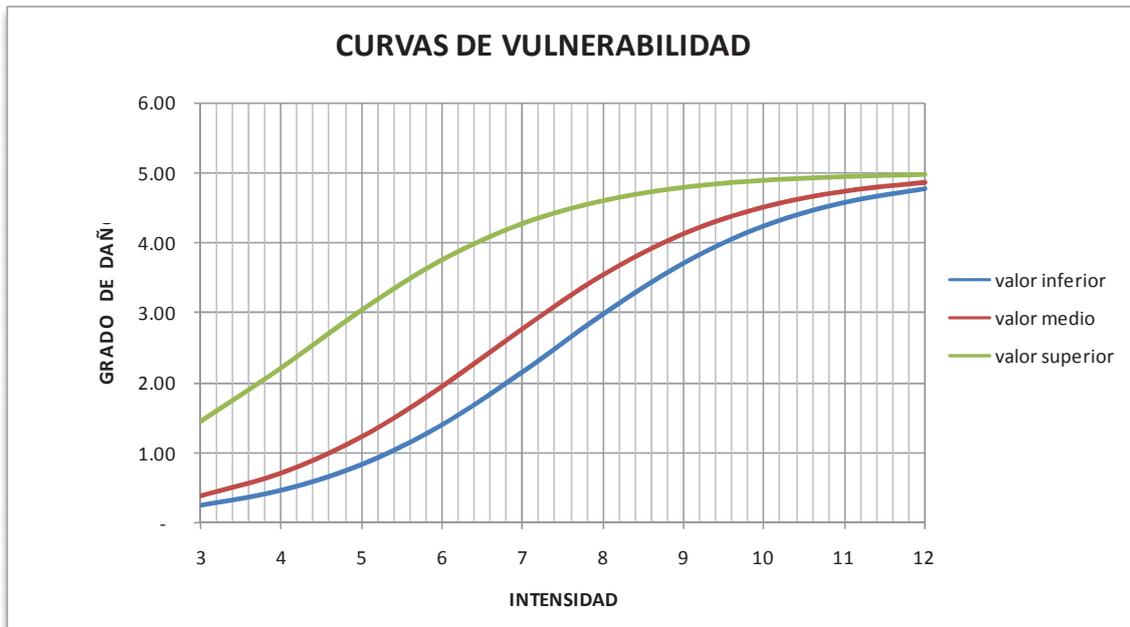


Figura 75.- Curvas de vulnerabilidad para el Templo de San Agustín.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	24.0	39.6	26.2	8.6	14	0.1
I=6	84	26.9	34.5	22.2	7.1	0.9
I=7	17	10.8	27.1	33.9	21.2	5.3
I=8	0.2	2.5	12.4	30.2	36.8	17.9
I=9	0.0	0.4	3.6	17.0	40.5	38.5
I=10	0.0	0.0	0.8	7.0	32.3	59.9
I=11	0.0	0.0	0.1	2.4	21.2	76.3
I=12	0.0	0.0	0.0	0.7	12.4	86.9

Tabla 5.44 Matriz de probabilidad de daños para el templo de San Agustín.

### 5.3.10 SANTUARIO DE GUADALUPE (SAN DIEGO)

IGLESIA: SAN DIEGO		
Tipode modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta_i$
Estado de mantenimiento	MEDIO	0
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	PLANO	0
Tipología de la nave	UNASOLANAVE	0
Desplome de fachada/elementos sobresalientes	NO	0
Posición de la iglesia	AÑADIDA	0.02
Cúpulas/bóveas	SI	0.04
Altura de paredes laterales	H>12	0.04
	$\Sigma$	0.17

Tabla 5.45 Modificadores de vulnerabilidad.

Iglesia	Valor inferior ( $V_i$ )	Valor medio ( $V_j$ )	Valor superior ( $V_k$ )	$\beta$
IGLESIA DE SAN DIEGO	0.94	1.06	1.43	3.00

Tabla 5.46 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (v_{i1})$	$\mu_D (v_{i2})$	$\mu_D (v_{i3})$
3	0.28	0.45	1.58
4	0.52	0.81	2.36
5	0.92	1.36	3.18
6	1.53	2.11	3.86
7	2.31	2.93	4.34
8	3.13	3.67	4.64
9	3.83	4.22	4.81
10	4.32	4.56	4.90
11	4.63	4.77	4.95
12	4.80	4.88	4.97

Tabla 5.47 Curvas de vulnerabilidad para el Santuario de Guadalupe.

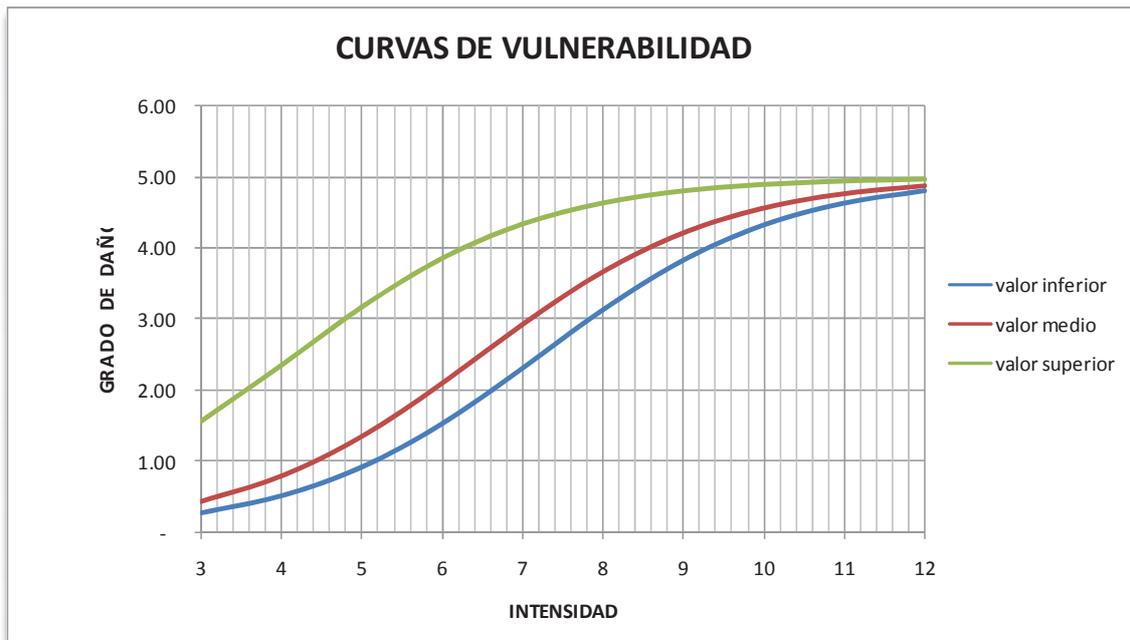


Figura 76.- Curvas de vulnerabilidad para el Santuario de Guadalupe.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	204	382	286	107	20	0.1
I=6	65	236	344	25.1	9.1	1.3
I=7	12	86	24.3	34.5	24.5	6.9
I=8	0.1	1.8	10.1	27.9	38.6	21.4
I=9	0.0	0.3	2.7	14.7	39.6	42.7
I=10	0.0	0.0	0.6	5.8	30.2	63.4
I=11	0.0	0.0	0.1	1.9	19.3	78.7
I=12	0.0	0.0	0.0	0.6	11.1	88.3

Tabla 5.48 Matriz de probabilidad de daños para el Santuario de Guadalupe.

### 5.3.11 TEMPLO DE SAN JOSÉ

IGLESIA: TEMPLO DE SAN JOSÉ		
Tipos de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	MEDIO	0
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	ARISTA	0.04
Tipología de la nave	NAVE CENTRAL	-0.02
Desplome de fachada/elementos sobresalientes	NO	0
Posición de la iglesia	AÑADIDA	0.02
Cúpulas/bóvedas	SI	0.04
Altura de paredes laterales	H>12	0.04
	$\Sigma$	0.19

Tabla 5.49 Modificadores de vulnerabilidad.

Iglesia	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_M$ )	Valor superior ( $V_S$ )	$\beta$
TEMPLO DE SAN JOSE	0.96	1.08	1.45	3.00

Tabla 5.50 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (Vi1)$	$\mu_D (Vi2)$	$\mu_D (Vi3)$
3	0.31	0.48	1.67
4	0.56	0.86	2.47
5	0.99	1.45	3.28
6	1.62	2.21	3.94
7	2.42	3.03	4.39
8	3.23	3.75	4.67
9	3.90	4.27	4.82
10	4.37	4.60	4.91
11	4.65	4.78	4.95
12	4.82	4.89	4.98

5.51 Tabla Curvas de vulnerabilidad para el Templo de San José.

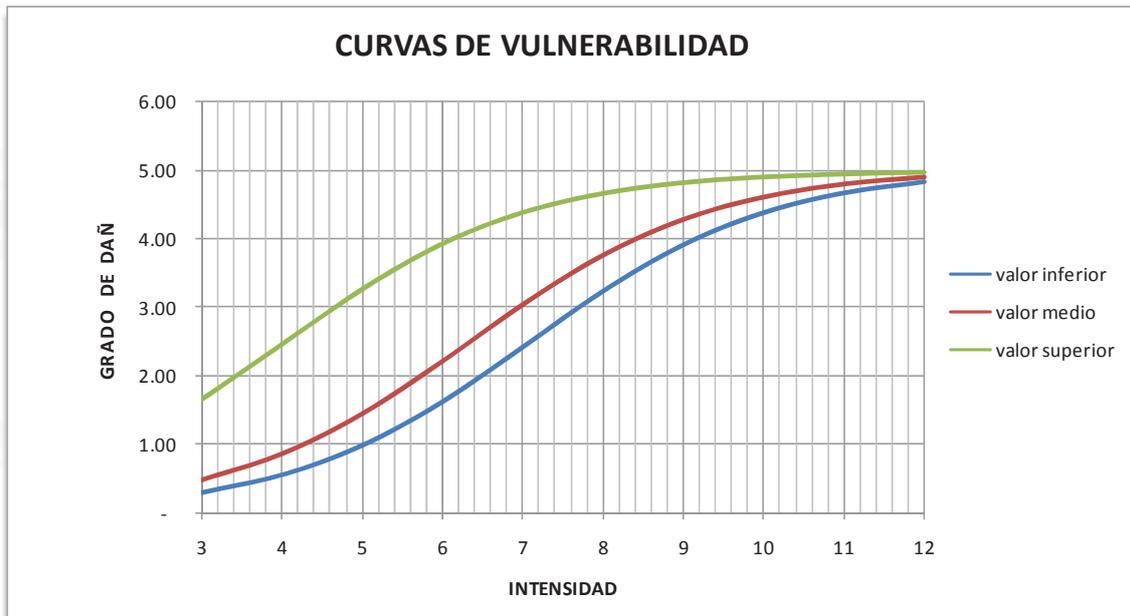


Figura 77.- Curvas de vulnerabilidad para el Templo de San José.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	182	369	300	122	25	02
I=6	54	214	339	269	106	17
I=7	09	73	224	345	266	82
I=8	01	15	88	263	396	238
I=9	00	02	23	133	388	454
I=10	00	00	04	51	288	657
I=11	00	00	01	16	181	802
I=12	00	00	00	05	103	892

*Tabla 5.52 Matriz de probabilidad de daños para el Templo de San José.*

## 5.4 PROBABILIDADES DE DAÑO PARA PALACIOS Y EDIFICIOS COLONIALES Ó CIVILES

### 5.4.1 ANTIGUO HOSPITAL DE SAN JUAN DE DIOS (HOTEL LOS JUANINOS)

En la siguiente tabla se proponen los valores mostrados para los índices de vulnerabilidad  $V_I$  y el parámetro  $\beta$  (pendiente de la curva de vulnerabilidad) para palacios y edificios coloniales o civiles, de la tabla 5.3.

Tipología	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_I$ )	Valor superior ( $V_I$ )	$\beta$
PALACIOS/EDIFICIOS	0.496	0.616	0.956	2.3

*Tabla 5.53 Índices de vulnerabilidad para palacios y edificios coloniales o civiles (Lagomarcino et. al., 2003)*

Los valores de la tabla 5.53 se modifican en función de las características específicas de la estructura.

PALACIOS / EDIFICIOS		
Parametros generales		$\delta V_i$
ESTADO DE MANTENIMIENTO	Malo	0.04
	Medio	0
	Bueno	-0.04
NIVEL DE DAÑO	Severo	0.04
	Ligero	0.02
	Despreciable	0
TRANSFORMACIONES ESTRUCTURALES	Si	0.02
	No	0
INTERVENCIONES RECIENTES	Si	-0.02
	No	0.02
CALIDAD DE LA MAMPOSTERIA	Si	0.05
	No	0
MORFOLOGÍA DL SITIO	Arista	0.04
	Inclinado	0.02
	Plano	0
Parametros específicos		$\delta V_i$
REGULARIDAD EN PLANTA	Si	-0.02
	No	0.02
REGULARIDAD EN ELEVACIÓN	Si	0
	No	0.02
POSICIÓN	Incluido	-0.02
	En esquina	0.04
	Aislado	0
CLAUSTROS / LOGIAS	Si	0.01
	No	0
NÚMERO DE PLANTAS	Bajo (1-2)	-0.02
	Medio (3-5)	0
	Alto (>5)	0.04

Tabla 5.54 Modificadores de vulnerabilidad para palacios y edificios coloniales o civiles (Lagormacino et. al., 2003)

Una vez conocidos los modificadores anteriores, el índice de vulnerabilidad final para la iglesia se obtendrá con la expresión (5.2).

$$V_{I_f} = V_{I_{inicial}} + \sum_{i=1}^n \delta V_i \quad (5.2)$$

En la siguiente tabla se muestran los modificadores de vulnerabilidad (generales y específicos) para palacios y edificios coloniales o civiles en estudio.

PALACIO/ EDIFICIO: ANTIGUO HOSPITAL DE SAN JUAN DE DIOS ( HOTEL LOS JUANINOS)		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	BUENO	-0.04
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	SI	0.02
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	PLANO	0
Regularidad en planta	NO	0.02
Regularidad en elevación	NO	0.02
Posición	EN ESQUINA	0.04
Claustros/ Logias	SI	0.01
Número de plantas	MEDIO	0
	$\Sigma$	0.14

Tabla 5.55 Modificadores de vulnerabilidad.

De la tabla 5.53 y 5.55 se obtienen los índices de vulnerabilidad finales indicados en la siguiente tabla.

Palacio / Edificio	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_I$ )	Valor superior ( $V_I$ )	$\beta$
HOTEL LOS JUANINOS	0.636	0.756	1.096	2.30

Tabla 5.56 Índices de vulnerabilidad finales.

Aplicando la ecuación 5.1 se obtienen las curvas de vulnerabilidad para palacios y edificios coloniales o civiles. En dichas curvas se presentan los valores inferior, medio y superior del índice o grado de daño esperado ante una intensidad dada.

$$\mu_D = 2.5 \left[ 1 + \tanh \left( \frac{I + 6.25V_I - 13.1}{\beta} \right) \right] \quad (5.1)$$

INTENSIDAD	$\mu_D$ (Vi1)	$\mu_D$ (Vi2)	$\mu_D$ (Vi3)
3	0.02	0.05	0.28
4	0.06	0.11	0.62
5	0.13	0.25	1.26
6	0.31	0.56	2.23
7	0.68	1.16	3.29
8	1.37	2.10	4.10
9	2.36	3.16	4.58
10	3.41	4.02	4.82
11	4.18	4.54	4.92
12	4.62	4.79	4.97

Tabla 5.57 Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Antiguo Hospital de San Juan de Dios.

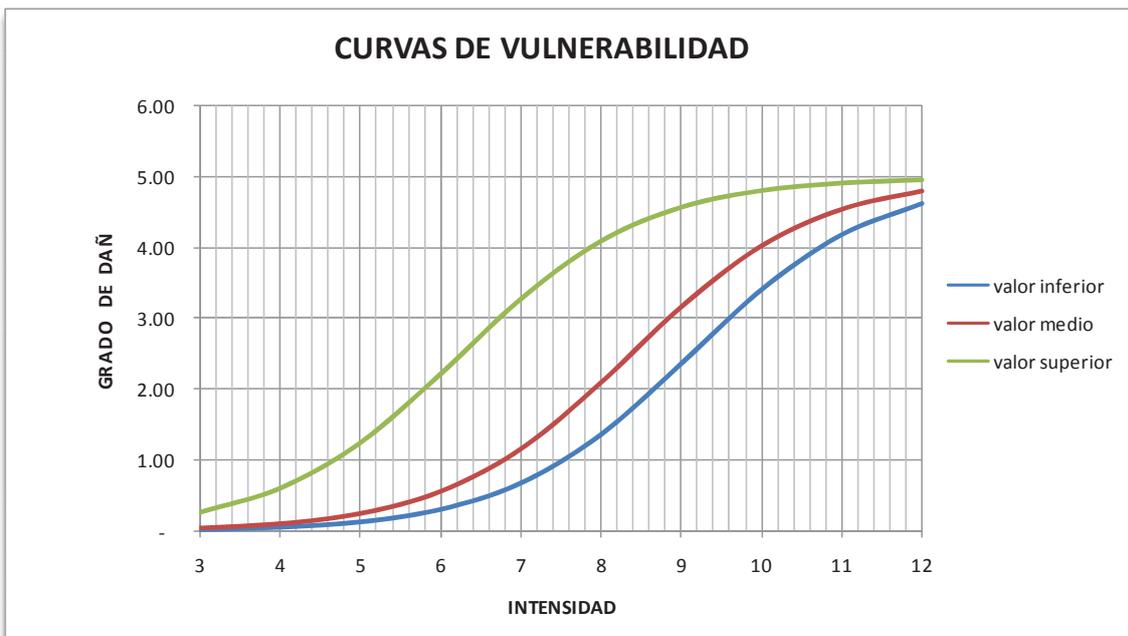


Figura 78.- Curvas de vulnerabilidad del Antiguo Hospital de San Juan de Dios.

Con en el índice o grado de daño es posible determinar la probabilidad  $P_k$  asociada a un cierto grado de daño  $k$  mediante la ecuación 5.4.

$$P_k = \frac{5!}{k!(5-k)!} \mu_D^k (1-\mu_D)^{5-k} \quad (5.4)$$

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	77.2	20.5	2.2	0.1	0.0	0.0
I=6	55.1	34.9	8.9	1.1	0.1	0.0
I=7	26.7	40.3	24.4	7.4	1.1	0.1
I=8	6.6	23.9	34.4	24.8	9.0	1.3
I=9	0.7	5.8	19.8	34.2	29.4	10.1
I=10	0.0	0.6	4.9	19.9	40.9	33.6
I=11	0.0	0.0	0.7	6.4	31.4	61.5
I=12	0.0	0.0	0.1	1.5	17.3	81.1

Tabla 5.58 Matriz de probabilidad de daños del Antiguo Hospital de San Juan de Dios.

#### 5.4.2 PALACIO LEGISLATIVO (CAMARA DE DIPUTADOS, ANTIGUA RESIDENCIA DEL INTENDENTE ANZORENA)

PALACIO/EDIFICIO: PALACIO LEGISLATIVO		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	BUENO	-0.04
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	PLANO	0
Regularidad en planta	NO	0.02
Regularidad en elevación	NO	0.02
Posición	EN ESQUINA	0.04
Claustros/Logías	NO	0
Número de plantas	BAJO	-0.02
	$\Sigma$	0.09

Tabla 5.59 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio / Edificio	Valor inferior	Valor medio	Valor superior	$\beta$
	( $V_I$ )	( $V_M$ )	( $V_S$ )	
CAMARA DE DIPUTADOS	0.586	0.706	1.046	2.30

Tabla 5.60 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (Vi1)$	$\mu_D (Vi2)$	$\mu_D (Vi3)$
3	0.02	0.04	0.22
4	0.04	0.08	0.49
5	0.10	0.19	1.02
6	0.24	0.44	1.90
7	0.54	0.94	2.97
8	1.11	1.77	3.89
9	2.03	2.84	4.46
10	3.10	3.79	4.76
11	3.98	4.41	4.90
12	4.51	4.73	4.96

Tabla 5.61 Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Palacio Legislativo.

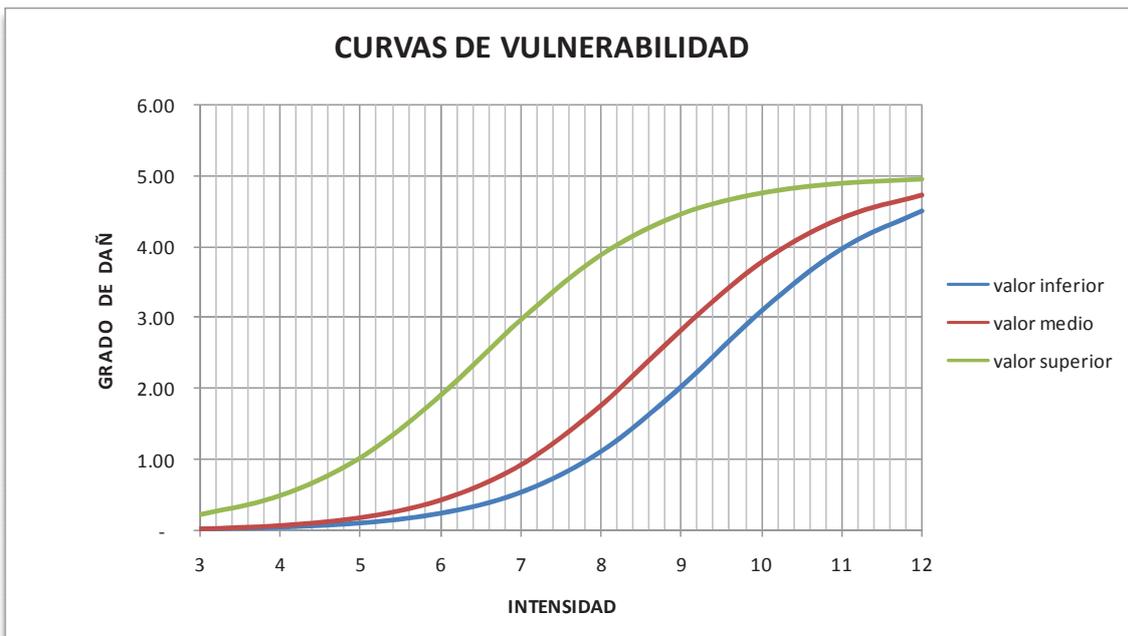


Figura 79.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Palacio Legislativo.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	82.0	16.6	1.3	0.1	0.0	0.0
I=6	63.1	30.5	5.9	0.6	0.0	0.0
I=7	35.4	40.9	18.8	4.3	0.5	0.0
I=8	11.2	30.7	33.8	18.6	5.1	0.6
I=9	1.5	9.9	26.1	34.2	22.4	5.9
I=10	0.1	1.3	8.1	25.5	39.9	25.0
I=11	0.0	0.1	1.3	9.6	35.7	53.4
I=12	0.0	0.0	0.1	2.4	21.4	76.1

Tabla 5.62 Matriz de probabilidad de daños del Palacio Legislativo.

### 5.4.3 CASA NATAL DE MORELOS

PALACIO/EDIFICIO: CASA NATAL DE MORELOS		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta_i$
Estado de anterior estado	BUENO	-0.04
Nivel de daño	NULO	FALSO
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mano de obra	NO	0
Morfología del sitio	INCLINADO	0.02
Regularidad de planta	NO	0.02
Regularidad de elevación	SI	0
Posición	EN ESQUINA	0.04
Claustros/Logias	SI	0.01
Número de plantas	BAJO	-0.02
	$\Sigma$	0.05

Tabla 5.63 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio / Edificio	Valor inferior	Valor medio	Valor superior	$\beta$
	$(V_i)$	$(V_j)$	$(V_k)$	
CASA NATAL DE MORELOS	0.546	0.666	1.006	2.30

Tabla 5.64 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (Vi1)$	$\mu_D (Vi2)$	$\mu_D (Vi3)$
3	0.01	0.03	0.18
4	0.04	0.07	0.40
5	0.08	0.16	0.86
6	0.19	0.36	1.65
7	0.44	0.78	2.70
8	0.94	1.53	3.69
9	1.77	2.57	4.35
10	2.84	3.58	4.71
11	3.79	4.29	4.87
12	4.41	4.67	4.95

Tabla 5.65 Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Museo Casa Natal de Morelos.

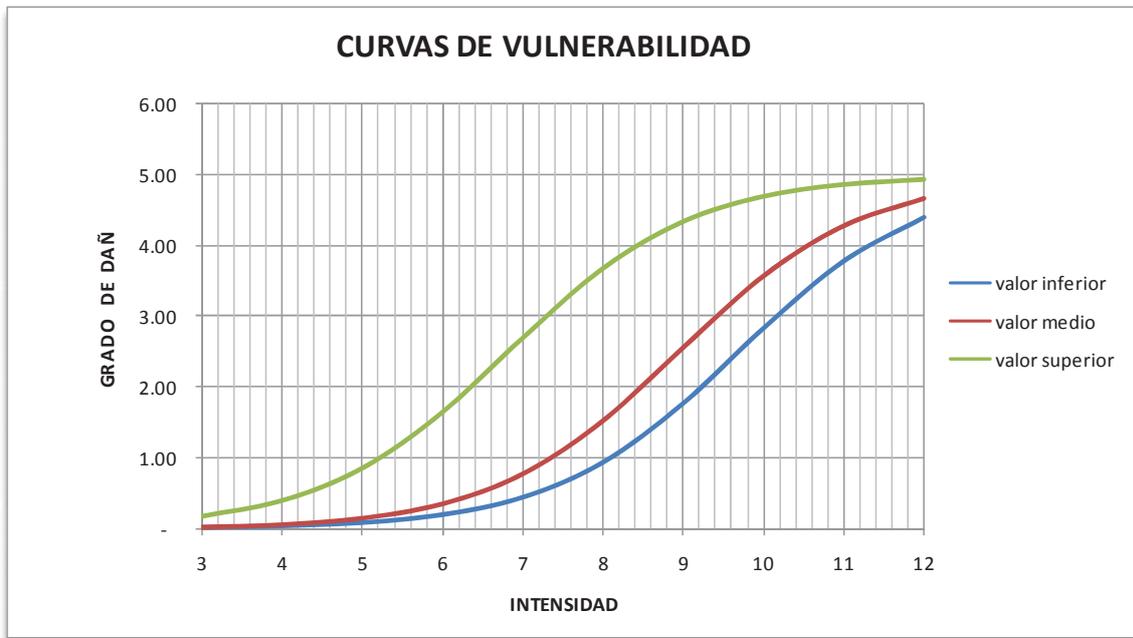


Figura 80.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Museo Casa Natal de Morelos.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	85.2	13.9	0.9	0.0	0.0	0.0
I=6	68.8	26.7	4.2	0.3	0.0	0.0
I=7	42.7	39.6	14.7	2.7	0.3	0.0
I=8	16.0	35.4	31.4	13.9	3.1	0.3
I=9	2.7	14.4	30.4	32.1	16.9	3.6
I=10	0.2	2.3	11.8	29.6	37.3	18.8
I=11	0.0	0.2	2.1	12.8	38.5	46.3
I=12	0.0	0.0	0.2	3.5	24.9	71.4

Tabla 5.66 Matriz de probabilidad de daños del Museo Casa Natal de Morelos.

#### 5.4.4 COLEGIO DE SAN NICOLÁS

PALACIO/EDIFICIO: COLEGIO DE SAN NICOLÁS		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	MEDIO	0
Nivel de daño	LIGERO	0.02
Transformaciones estructurales	SI	0.02
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	NO	0
Morfología del sitio	PLANO	0
Regularidad en planta	NO	0.02
Regularidad en elevación	NO	0.02
Posición	EN ESQUINA	0.04
Claustros/Logias	SI	0.01
Número de plantas	BAJO	-0.02
	$\Sigma$	0.13

Tabla 5.67 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio/Edificio	Valor inferior	Valor medio	Valor superior	$\beta$
	( $V_I$ )	( $V_M$ )	( $V_S$ )	
COLEGIO DE SAN NICOLÁS	0.626	0.746	1.086	2.30

Tabla 5.68 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (Vi1)$	$\mu_D (Vi2)$	$\mu_D (Vi3)$
3	0.02	0.04	0.27
4	0.05	0.10	0.59
5	0.13	0.24	1.21
6	0.29	0.54	2.16
7	0.65	1.11	3.23
8	1.31	2.03	4.06
9	2.30	3.10	4.56
10	3.35	3.98	4.81
11	4.14	4.51	4.92
12	4.60	4.78	4.96

Tabla 5.69 Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Colegio de San Nicolás.

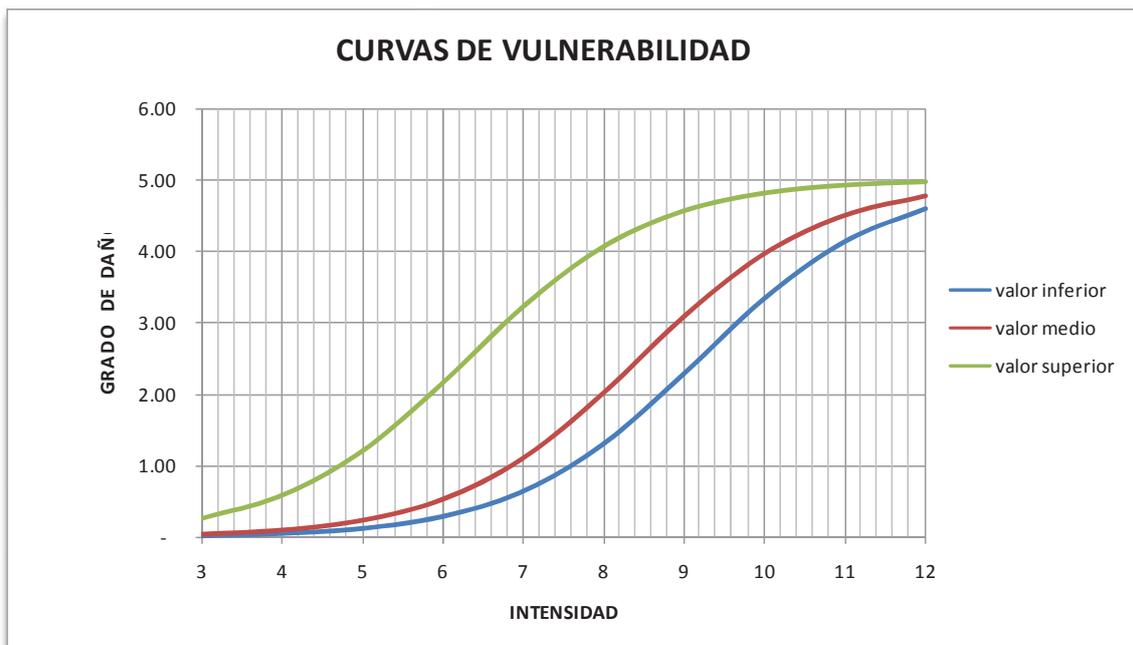


Figura 81.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Colegio de San Nicolás.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	782	197	20	01	00	00
I=6	567	341	82	10	01	00
I=7	284	406	233	67	10	01
I=8	74	253	345	236	81	11
I=9	08	65	211	344	281	92
I=10	00	07	54	210	409	319
I=11	00	00	07	70	323	600
I=12	00	00	01	16	181	802

Tabla 5.70 Matriz de probabilidad de daños del Colegio de San Nicolás.

#### 5.4.5 CONSERVATORIO DE MUSICA LAS ROSAS

PALACIO/EDIFICIO: CONSERVATORIO DE MUSICA LAS ROSAS		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	MALO	0.04
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	NO	0
Morfología del sitio	INCLINADO	0.02
Regularidad en planta	NO	0.02
Regularidad en elevación	NO	0.02
Posición	EN ESQUINA	0.04
Claustros/Logias	SI	0.01
Número de plantas	BAJO	-0.02
	$\Sigma$	0.15

Tabla 5.71 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio / Edificio	Valor inferior	Valor medio	Valor superior	$\beta$
	( $V_I$ )	( $V_M$ )	( $V_S$ )	
CONSERVATORIO LAS ROSAS	0.646	0.766	1.106	2.30

Tabla 5.72 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (Vi1)$	$\mu_D (Vi2)$	$\mu_D (Vi3)$
3	0.03	0.05	0.29
4	0.06	0.11	0.65
5	0.14	0.27	1.31
6	0.33	0.59	2.30
7	0.71	1.21	3.35
8	1.42	2.16	4.14
9	2.43	3.23	4.60
10	3.47	4.06	4.82
11	4.22	4.56	4.93
12	4.64	4.81	4.97

Tabla 5.73 Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Conservatorio de Música de las Rosas.

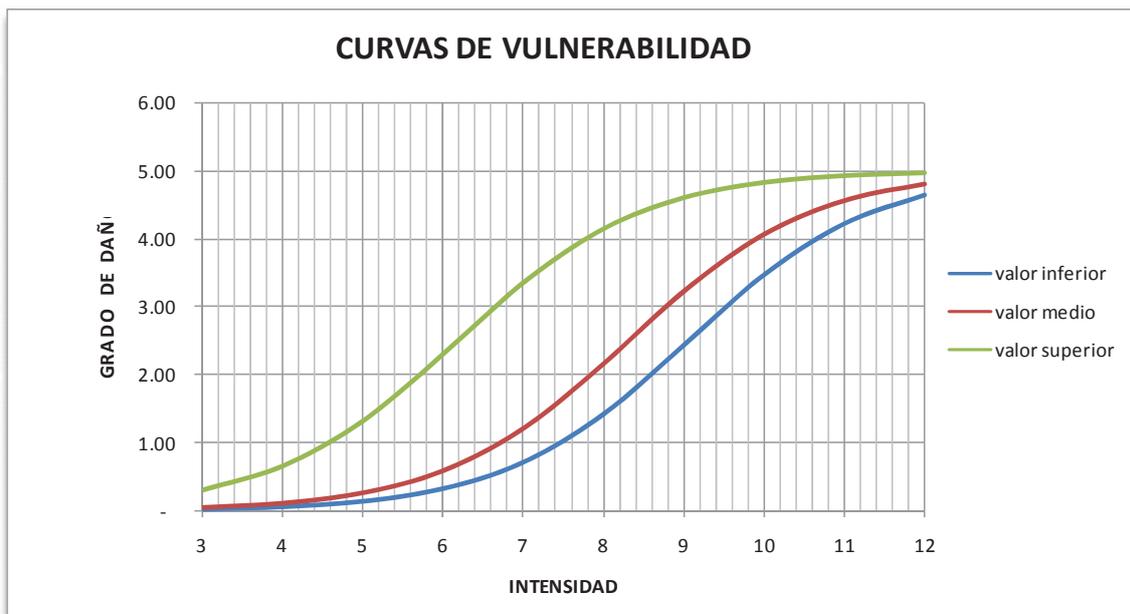


Figura 82.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Conservatorio de Música de las Rosas.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	76.1	21.4	2.4	0.1	0.0	0.0
I=6	53.4	35.7	9.6	1.3	0.1	0.0
I=7	25.0	39.9	25.5	8.1	1.3	0.1
I=8	5.9	22.4	34.2	26.1	9.9	1.5
I=9	0.6	5.1	18.6	33.8	30.7	11.2
I=10	0.0	0.5	4.3	18.8	40.9	35.4
I=11	0.0	0.0	0.6	5.9	30.5	63.1
I=12	0.0	0.0	0.1	1.3	16.6	82.0

Tabla 5.74 Matriz de probabilidad de daños del Conservatorio de Música de las Rosas.

#### 5.4.6 ANTIGUO CONVENTO DE SAN DIEGO

PALACIO/EDIFICIO: EXCONVENTO DE SAN DIEGO (FAC. DE LEYES)		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	MALO	0.04
Nivel de daño	LIGERO	0.02
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	PLANO	0
Regularidad en planta	NO	0.02
Regularidad en elevación	NO	0.02
Posición	INCLUIDO	-0.02
Claustros/Logias	SI	0.01
Número de plantas	BAJO	-0.02
	$\Sigma$	0.14

Tabla 5.75 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio/Edificio	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_M$ )	Valor superior ( $V_S$ )	$\beta$
EXCONVENTO DE SAN DIEGO	0.636	0.756	1.096	2.30

Tabla 5.76 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D$ (Vi1)	$\mu_D$ (Vi2)	$\mu_D$ (Vi3)
3	0.02	0.05	0.28
4	0.06	0.11	0.62
5	0.13	0.25	1.26
6	0.31	0.56	2.23
7	0.68	1.16	3.29
8	1.37	2.10	4.10
9	2.36	3.16	4.58
10	3.41	4.02	4.82
11	4.18	4.54	4.92
12	4.62	4.79	4.97

Tabla 5.76 Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Exconvento de San Diego.

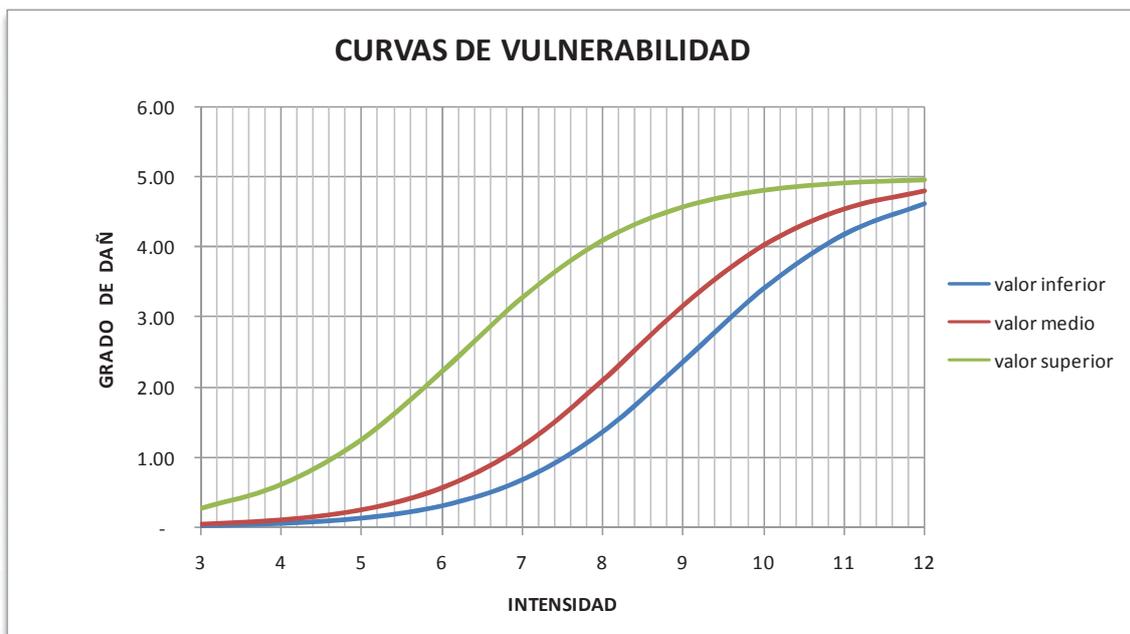


Figura 83.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Exconvento de San Diego.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	77.2	20.5	2.2	0.1	0.0	0.0
I=6	55.1	34.9	8.9	1.1	0.1	0.0
I=7	26.7	40.3	24.4	7.4	1.1	0.1
I=8	6.6	23.9	34.4	24.8	9.0	1.3
I=9	0.7	5.8	19.8	34.2	29.4	10.1
I=10	0.0	0.6	4.9	19.9	40.9	33.6
I=11	0.0	0.0	0.7	6.4	31.4	61.5
I=12	0.0	0.0	0.1	1.5	17.3	81.1

Tabla 5.77 Matriz de probabilidad de daños Exconvento de San Diego.

#### 5.4.7 CASA DE MORELOS

PALACIO/EDIFICIO: MUSEO CASA DE MORELOS		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	MEDIO	0
Nivel de daño	LIGERO	0.02
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	NO	0
Morfología del sitio	INCLINADO	0.02
Regularidad de planta	NO	0.02
Regularidad de elevación	NO	0.02
Posición	EN ESQUINA	0.04
Claustros/Logias	SI	0.01
Número de plantas	BAJO	-0.02
	$\Sigma$	0.13

Tabla 5.78 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio/Edificio	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_M$ )	Valor superior ( $V_S$ )	$\beta$
MUSEO CASA DE MORELOS	0.626	0.746	1.086	2.30

Tabla 5.79 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D$ (Vi1)	$\mu_D$ (Vi2)	$\mu_D$ (Vi3)
3	0.02	0.04	0.27
4	0.05	0.10	0.59
5	0.13	0.24	1.21
6	0.29	0.54	2.16
7	0.65	1.11	3.23
8	1.31	2.03	4.06
9	2.30	3.10	4.56
10	3.35	3.98	4.81
11	4.14	4.51	4.92
12	4.60	4.78	4.96

Tabla 5.80 Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Museo Casa de Morelos

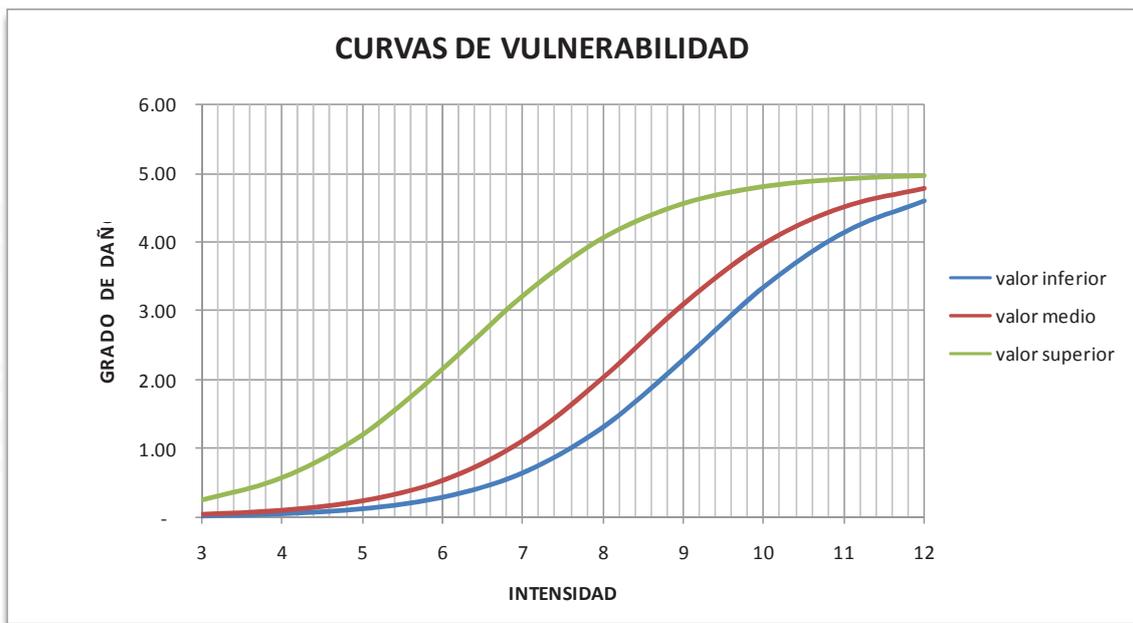


Figura 84.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Museo Casa de Morelos.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	78.2	19.7	2.0	0.1	0.0	0.0
I=6	56.7	34.1	8.2	1.0	0.1	0.0
I=7	28.4	40.6	23.3	6.7	1.0	0.1
I=8	7.4	25.3	34.5	23.6	8.1	1.1
I=9	0.8	6.5	21.1	34.4	28.1	9.2
I=10	0.0	0.7	5.4	21.0	40.9	31.9
I=11	0.0	0.0	0.7	7.0	32.3	60.0
I=12	0.0	0.0	0.1	1.6	18.1	80.2

Tabla 5.81 Matriz de probabilidad de daños del Museo Casa de Morelos.

#### 5.4.8 MUSEO DE ARTE CONTEMPORANEO

PALACIO/EDIFICIO: MUSEO DE ARTE CONTEMPORANEO		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta V_i$
Estado de deterioramiento	MEDIO	0
Nivel de daño	LIGERO	0.02
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mano de obra	NO	0
Metodología del sitio	PLANO	0
Regularidad de planta	NO	0.02
Regularidad de elevación	NO	0.02
Posición	ASLADO	0
Claustros/Logías	SÍ	0.01
Número de plantas	MEDIO	0
	$\Sigma$	0.09

Tabla 5.82 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio/Edificio	Valor inferior ( $V_i$ )	Valor medio ( $V_j$ )	Valor superior ( $V_k$ )	$\beta$
MUSEO ARTE CONTEMPO.	0.586	0.706	1.046	2.30

Tabla 5.83 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (Vi1)$	$\mu_D (Vi2)$	$\mu_D (Vi3)$
3	0.02	0.04	0.22
4	0.04	0.08	0.49
5	0.10	0.19	1.02
6	0.24	0.44	1.90
7	0.54	0.94	2.97
8	1.11	1.77	3.89
9	2.03	2.84	4.46
10	3.10	3.79	4.76
11	3.98	4.41	4.90
12	4.51	4.73	4.96

Tabla 5.84 Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Museo de Arte Contemporáneo.

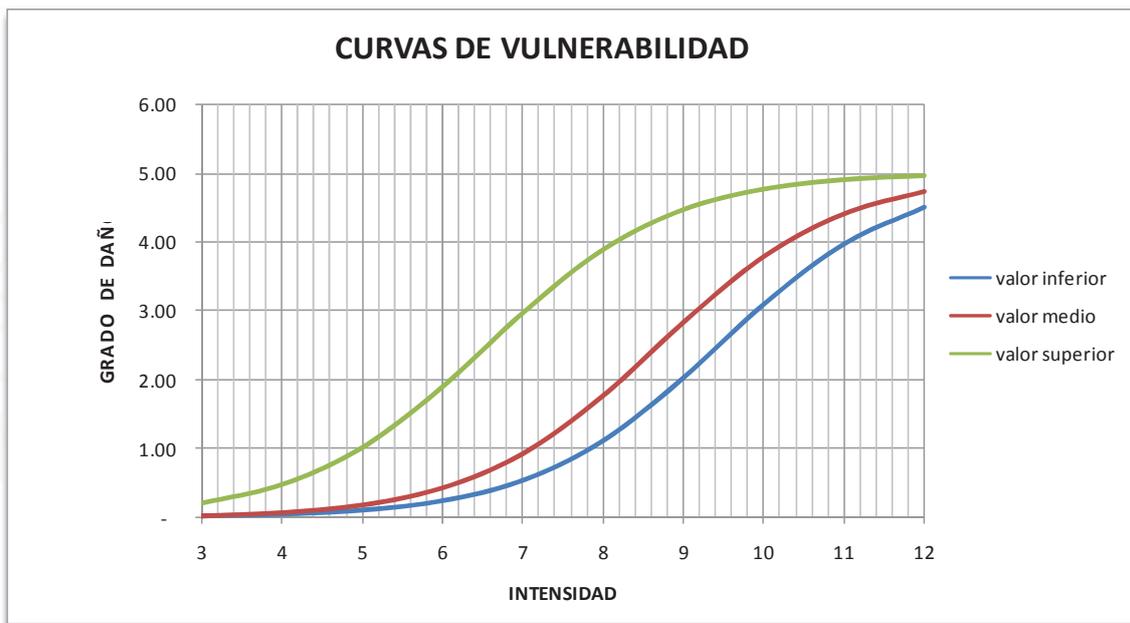


Figura 85.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Museo de Arte Contemporáneo.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	82.0	16.6	1.3	0.1	0.0	0.0
I=6	63.1	30.5	5.9	0.6	0.0	0.0
I=7	35.4	40.9	18.8	4.3	0.5	0.0
I=8	11.2	30.7	33.8	18.6	5.1	0.6
I=9	1.5	9.9	26.1	34.2	22.4	5.9
I=10	0.1	1.3	8.1	25.5	39.9	25.0
I=11	0.0	0.1	1.3	9.6	35.7	53.4
I=12	0.0	0.0	0.1	2.4	21.4	76.1

Tabla 5.85 Matriz de probabilidad de daños del Museo de Arte Contemporáneo.

#### 5.4.9 MUSEO DEL ESTADO DE MICHOACÁN

PALACIO/ EDIFICIO: MUSEO DEL ESTADO DE MICHOACÁN		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	MEDIO	0
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	NO	0
Morfología del sitio	INCLINADO	0.02
Regularidad en planta	NO	0.02
Regularidad en elevación	NO	0.02
Posición	EN ESQUINA	0.04
Claustros/Logias	SI	0.01
Número de plantas	BAJO	-0.02
	$\Sigma$	0.11

Tabla 5.86 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio/Edificio	Valor inferior	Valor medio	Valor superior	$\beta$
	$(V_I)$	$(V_M)$	$(V_S)$	
MUSEO DEL ESTADO DE MICH	0.606	0.726	1.066	2.30

Tabla 5.87 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D$ (Vi1)	$\mu_D$ (Vi2)	$\mu_D$ (Vi3)
3	0.02	0.04	0.24
4	0.05	0.09	0.54
5	0.11	0.22	1.11
6	0.27	0.49	2.03
7	0.59	1.02	3.10
8	1.21	1.90	3.98
9	2.16	2.97	4.51
10	3.23	3.89	4.78
11	4.06	4.46	4.91
12	4.56	4.76	4.96

Tabla 5.88 Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Museo del Estado de Michoacán.

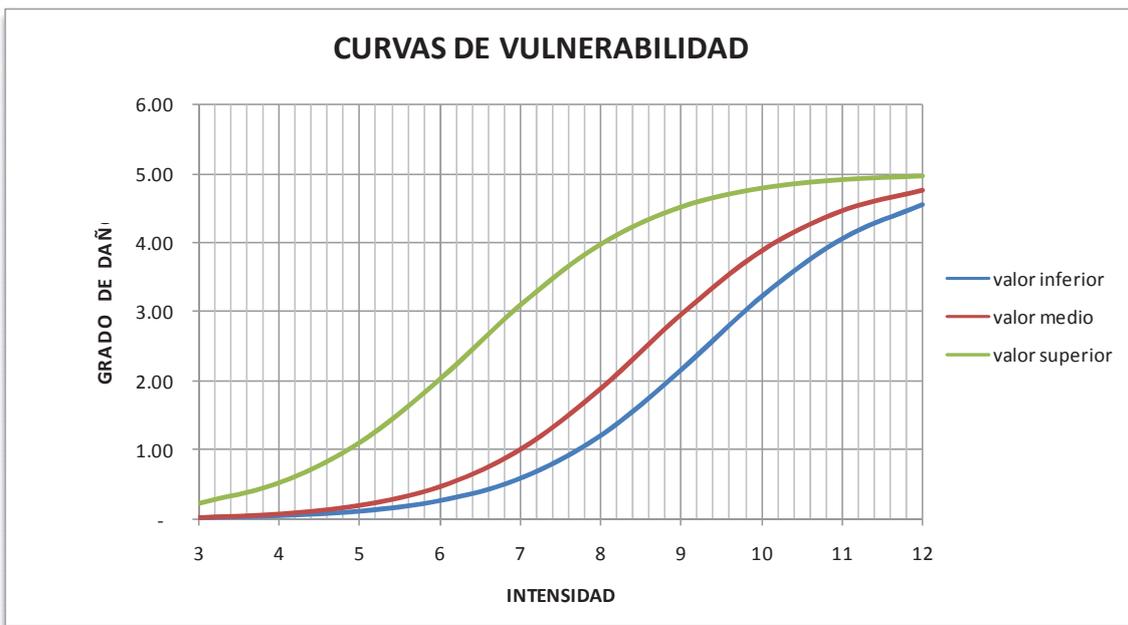


Figura 86.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Museo del Estado de Michoacán.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	80.2	18.1	1.6	0.1	0.0	0.0
I=6	60.0	32.3	7.0	0.7	0.0	0.0
I=7	31.9	40.9	21.0	5.4	0.7	0.0
I=8	9.2	28.1	34.4	21.1	6.5	0.8
I=9	1.1	8.1	23.6	34.5	25.3	7.4
I=10	0.1	1.0	6.7	23.3	40.6	28.4
I=11	0.0	0.1	1.0	8.2	34.1	56.7
I=12	0.0	0.0	0.1	2.0	19.7	78.2

Tabla 5.89 Matriz de probabilidad de daños *del Museo del Estado de Michoacán.*

#### 5.4.10 MUSEO REGIONAL MICHOACANO

PALACIO/EDIFICIO: MUSEO REGIONAL MICHOACANO		
Tipos de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	MALO	0.04
Nivel de daño	LIGERO	0.02
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	SI	-0.02
Calidad de la mampostería	NO	0
Morfología del sitio	PLANO	0
Regularidad en planta	NO	0.02
Regularidad en elevación	NO	0.02
Posición	EN ESQUINA	0.04
Claustros/Logias	SI	0.01
Número de plantas	BAJO	-0.02
	$\Sigma$	0.11

Tabla 5.90 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio / Edificio	Valor inferior	Valor medio	Valor superior	$\beta$
	$(V_I)$	$(V_M)$	$(V_S)$	
MUSEO REGIONAL MICH.	0.606	0.726	1.066	2.30

Tabla 5.91 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (v_{i1})$	$\mu_D (v_{i2})$	$\mu_D (v_{i3})$
3	0.02	0.04	0.24
4	0.05	0.09	0.54
5	0.11	0.22	1.11
6	0.27	0.49	2.03
7	0.59	1.02	3.10
8	1.21	1.90	3.98
9	2.16	2.97	4.51
10	3.23	3.89	4.78
11	4.06	4.46	4.91
12	4.56	4.76	4.96

Tabla 5.92 Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Museo Regional Michoacano

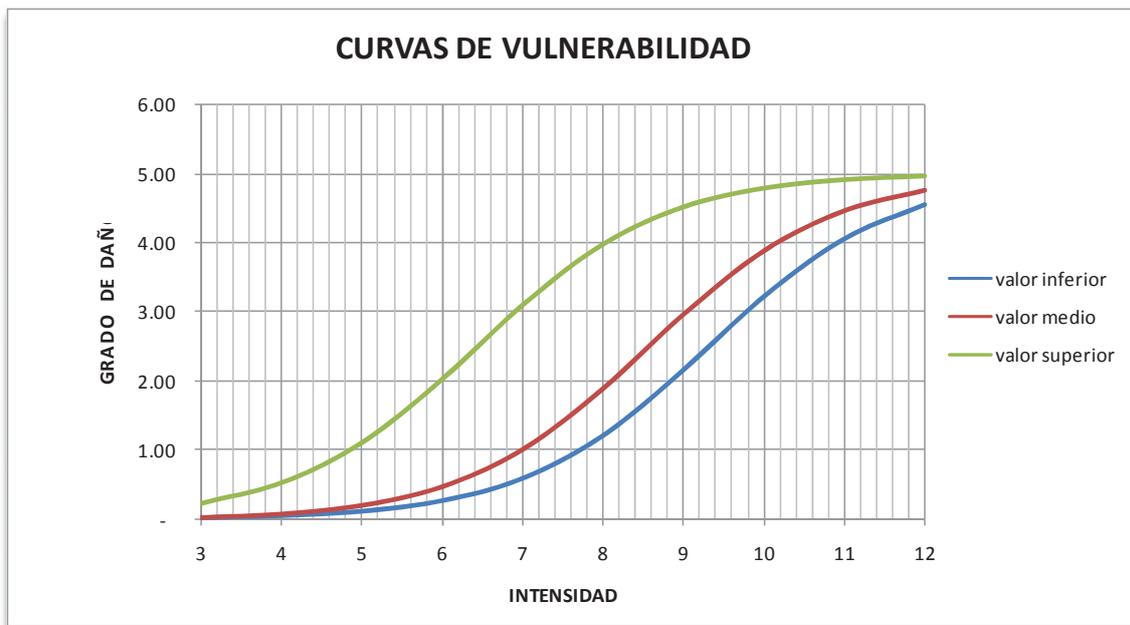


Figura 87.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Museo Regional Michoacano.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	80.2	18.1	1.6	0.1	0.0	0.0
I=6	60.0	32.3	7.0	0.7	0.0	0.0
I=7	31.9	40.9	21.0	5.4	0.7	0.0
I=8	9.2	28.1	34.4	21.1	6.5	0.8
I=9	1.1	8.1	23.6	34.5	25.3	7.4
I=10	0.1	1.0	6.7	23.3	40.6	28.4
I=11	0.0	0.1	1.0	8.2	34.1	56.7
I=12	0.0	0.0	0.1	2.0	19.7	78.2

Tabla 5.93 Matriz de probabilidad de daños del Museo Regional Michoacano.

#### 5.4.11 PALACIO CLAVIJERO

PALACIO/EDIFICIO: PALACIO CLAVIJERO		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	BUENO	-0.04
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	SI	0.02
Intervenciones recientes	SI	-0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	PLANO	0
Regularidad en planta	NO	0.02
Regularidad en elevación	NO	0.02
Posición	INCLUIDO	-0.02
Claustros/Logías	SI	0.01
Número de plantas	BAJO	-0.02
	$\Sigma$	0.02

Tabla 5.94 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio / Edificio	Valor inferior	Valor medio	Valor superior	$\beta$
	( $V_I$ )	( $V_M$ )	( $V_S$ )	
PALACIO CLAVIJERO	0.516	0.636	0.976	2.30

Tabla 5.95 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D$ (Vi1)	$\mu_D$ (Vi2)	$\mu_D$ (Vi3)
3	0.01	0.02	0.15
4	0.03	0.06	0.34
5	0.07	0.13	0.75
6	0.17	0.31	1.48
7	0.38	0.68	2.50
8	0.82	1.37	3.52
9	1.59	2.36	4.25
10	2.64	3.41	4.66
11	3.63	4.18	4.85
12	4.32	4.62	4.94

Tabla 5.96 de la grafica de las curvas de vulnerabilidad del Palacio Clavijero.

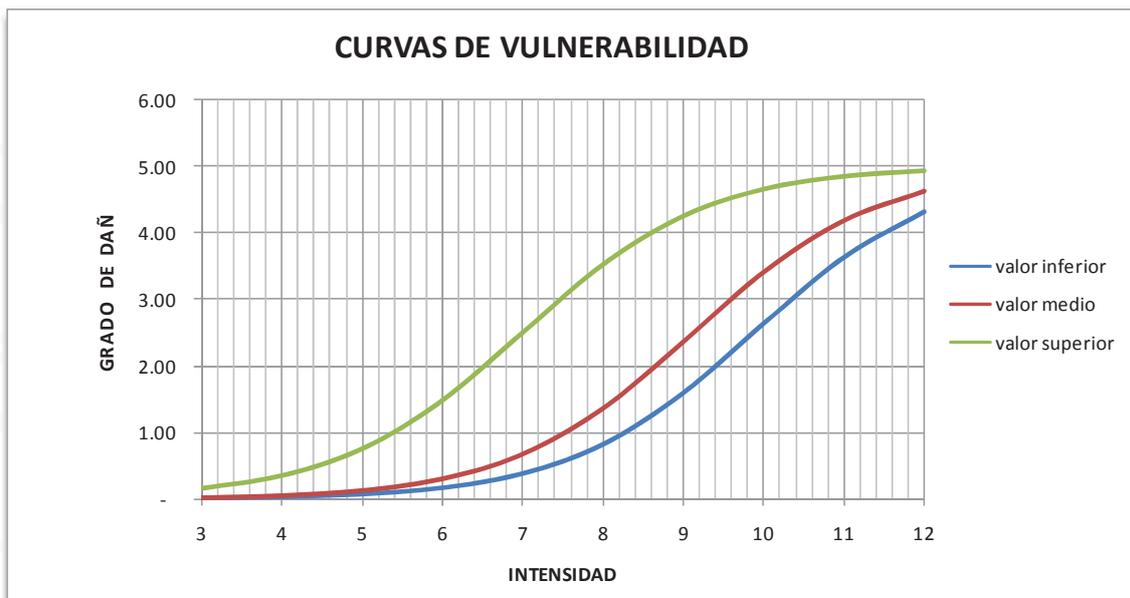


Figura 88.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Palacio Clavijero.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	87.2	12.1	0.7	0.0	0.0	0.0
I=6	72.6	24.0	3.2	0.2	0.0	0.0
I=7	48.1	37.9	11.9	1.9	0.1	0.0
I=8	20.3	38.1	28.7	10.8	2.0	0.2
I=9	4.1	18.3	32.8	29.4	13.2	2.4
I=10	0.3	3.5	15.0	32.1	34.4	14.7
I=11	0.0	0.3	3.1	15.7	40.0	40.9
I=12	0.0	0.0	0.4	4.5	27.7	67.4

Tabla 5.100 Matriz de probabilidad de daños del Palacio Clavijero.

#### 5.4.12 PALACIO DE GOBIERNO

PALACIO/EDIFICIO: PALACIO DE GOBIERNO		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	BUENO	-0.04
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	PLANO	0
Regularidad en planta	NO	0.02
Regularidad en elevación	NO	0.02
Posición	EN ESQUINA	0.04
Claustros/Logias	SI	0.01
Número de plantas	BAJO	-0.02
	$\Sigma$	0.1

Tabla 5.101 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio / Edificio	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_J$ )	Valor superior ( $V_S$ )	$\beta$
PALACIO DE GOBIERNO	0.596	0.716	1.056	2.30

Tabla 5.102 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (Vi1)$	$\mu_D (Vi2)$	$\mu_D (Vi3)$
3	0.02	0.04	0.23
4	0.05	0.09	0.51
5	0.11	0.21	1.07
6	0.25	0.46	1.96
7	0.56	0.98	3.04
8	1.16	1.84	3.93
9	2.10	2.90	4.49
10	3.16	3.84	4.77
11	4.02	4.44	4.90
12	4.54	4.75	4.96

Tabla 5.103 Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Palacio de Gobierno.

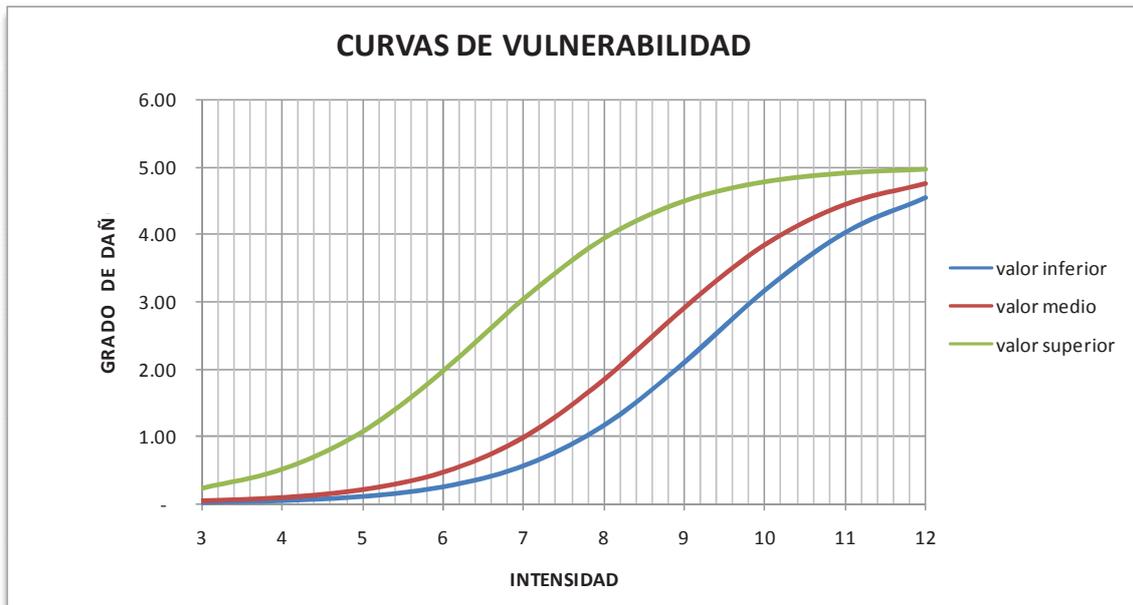


Figura 89.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Palacio de Gobierno.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	81.1	17.3	1.5	0.1	0.0	0.0
I=6	61.5	31.4	6.4	0.7	0.0	0.0
I=7	33.6	40.9	19.9	4.9	0.6	0.0
I=8	10.1	29.4	34.2	19.8	5.8	0.7
I=9	1.3	9.0	24.8	34.4	23.9	6.6
I=10	0.1	1.1	7.4	24.4	40.3	26.7
I=11	0.0	0.1	1.1	8.9	34.9	55.1
I=12	0.0	0.0	0.1	2.2	20.5	77.2

Tabla 5.104 Matriz de probabilidad de daños del Palacio de Gobierno.

#### 5.4.13 PALACIO DE JUSTICIA

PALACIO/EDIFICIO: PALACIO DE JUSTICIA		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	BUENO	-0.04
Nivel de daño	LIGERO	0.02
Transformaciones estructurales	SI	0.02
Intervenciones recientes	SI	-0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	INCLINADO	0.02
Regularidad en planta	NO	0.02
Regularidad en elevación	SI	0
Posición	EN ESQUINA	0.04
Claustros/Logias	SI	0.01
Número de plantas	BAJO	-0.02
	$\Sigma$	0.1

Tabla 5.105 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio / Edificio	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_M$ )	Valor superior ( $V_S$ )	$\beta$
PALACIO DE JUSTICIA	0.596	0.716	1.056	2.30

Tabla 5.106 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (Vi1)$	$\mu_D (Vi2)$	$\mu_D (Vi3)$
3	0.02	0.04	0.23
4	0.05	0.09	0.51
5	0.11	0.21	1.07
6	0.25	0.46	1.96
7	0.56	0.98	3.04
8	1.16	1.84	3.93
9	2.10	2.90	4.49
10	3.16	3.84	4.77
11	4.02	4.44	4.90
12	4.54	4.75	4.96

Tabla 5.107 Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Palacio de Justicia.

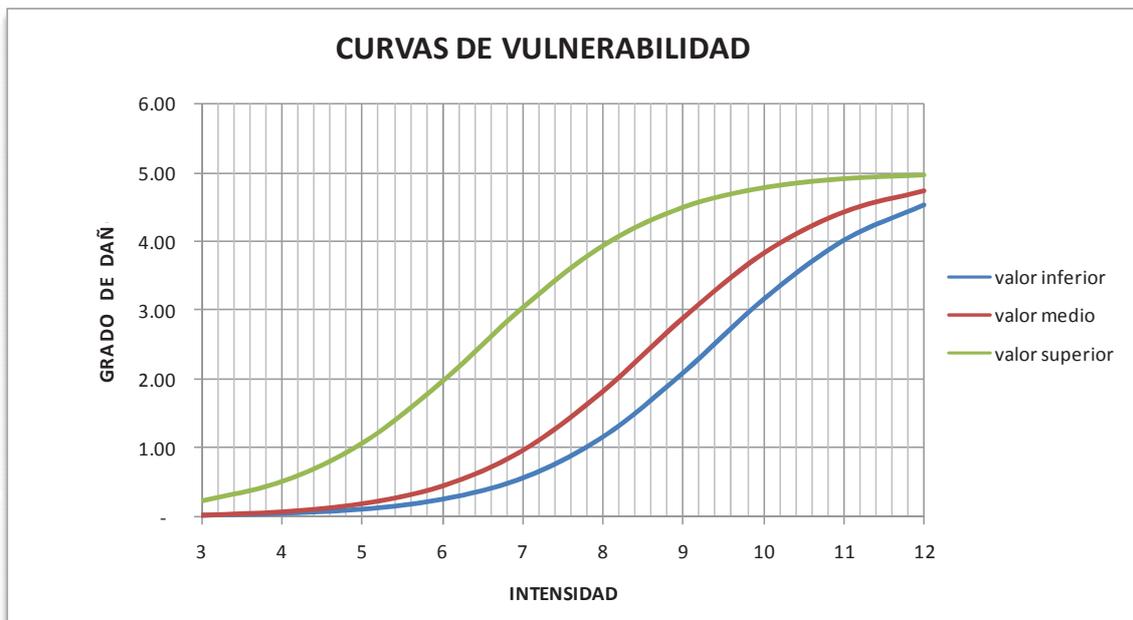


Figura 90.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Palacio de Justicia.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	81.1	17.3	1.5	0.1	0.0	0.0
I=6	61.5	31.4	6.4	0.7	0.0	0.0
I=7	33.6	40.9	19.9	4.9	0.6	0.0
I=8	10.1	29.4	34.2	19.8	5.8	0.7
I=9	1.3	9.0	24.8	34.4	23.9	6.6
I=10	0.1	1.1	7.4	24.4	40.3	26.7
I=11	0.0	0.1	1.1	8.9	34.9	55.1
I=12	0.0	0.0	0.1	2.2	20.5	77.2

Tabla 108 Matriz de probabilidad de daños del Palacio de Justicia.

#### 5.4.14 PALACIO FEDERAL (ANTIGUO COLEGIO TERESIANO)

PALACIO/EDIFICIO: PALACIO FEDERAL		
Tipo de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	BUENO	-0.04
Nivel de daño	LIGERO	0.02
Transformaciones estructurales	SI	0.02
Intervenciones recientes	SI	-0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	PLANO	0
Regularidad en planta	NO	0.02
Regularidad en elevación	NO	0.02
Posición	EN ESQUINA	0.04
Claustros/Logías	SI	0.01
Número de plantas	BAJO	-0.02
	$\Sigma$	0.1

Tabla 109 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio/Edificio	Valor inferior	Valor medio	Valor superior	$\beta$
	$(V_i)$	$(V_j)$	$(V_k)$	
PALACIO FEDERAL	0.596	0.716	1.056	2.30

Tabla 110 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (Vi1)$	$\mu_D (Vi2)$	$\mu_D (Vi3)$
3	0.02	0.04	0.23
4	0.05	0.09	0.51
5	0.11	0.21	1.07
6	0.25	0.46	1.96
7	0.56	0.98	3.04
8	1.16	1.84	3.93
9	2.10	2.90	4.49
10	3.16	3.84	4.77
11	4.02	4.44	4.90
12	4.54	4.75	4.96

Tabla 111 Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Palacio Federal.

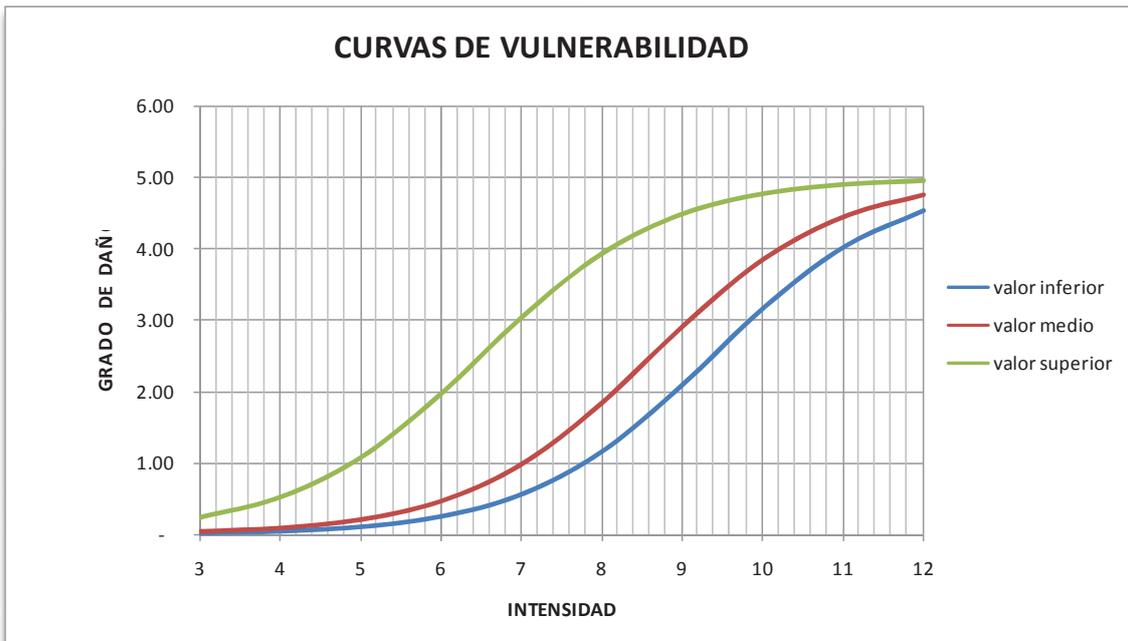


Figura 91.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Palacio de Federal.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	81.1	173	15	0.1	0.0	0.0
I=6	61.5	314	64	0.7	0.0	0.0
I=7	33.6	409	199	4.9	0.6	0.0
I=8	10.1	294	34.2	19.8	5.8	0.7
I=9	1.3	90	24.8	34.4	23.9	6.6
I=10	0.1	1.1	7.4	24.4	40.3	26.7
I=11	0.0	0.1	1.1	8.9	34.9	55.1
I=12	0.0	0.0	0.1	2.2	20.5	77.2

Tabla 112 Matriz de probabilidad de daños del Palacio Federal.

#### 5.4.15 PALACIO MUNICIPAL

PALACIO/EDIFICIO: PALACIO MUNICIPAL		
Tipos de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	BUENO	-0.04
Nivel de daño	DESPRECIABLE	0
Transformaciones estructurales	NO	0
Intervenciones recientes	NO	0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	INCLINADO	0.02
Regularidad en planta	NO	0.02
Regularidad en elevación	NO	0.02
Posición	EN ESQUINA	0.04
Claustros/Logías	SI	0.01
Número de plantas	BAJO	-0.02
	$\Sigma$	0.12

Tabla 113 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio/Edificio	Valor inferior	Valor medio	Valor superior	$\beta$
	$(V_I)$	$(V_M)$	$(V_S)$	
PALACIO MUNICIPAL	0.616	0.736	1.076	2.30

Tabla 114 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (Vi1)$	$\mu_D (Vi2)$	$\mu_D (Vi3)$
3	0.02	0.04	0.25
4	0.05	0.10	0.56
5	0.12	0.23	1.16
6	0.28	0.51	2.10
7	0.62	1.07	3.16
8	1.26	1.96	4.02
9	2.23	3.04	4.54
10	3.29	3.93	4.79
11	4.10	4.49	4.91
12	4.58	4.77	4.96

Tabla 115 Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Palacio Municipal.

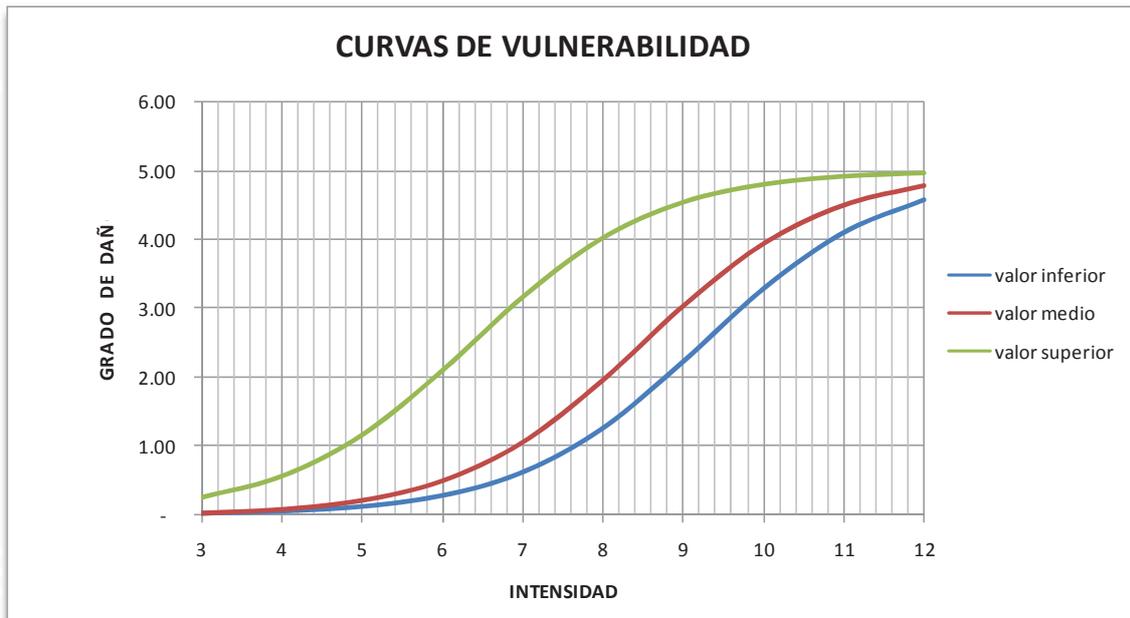


Figura 92.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad del Palacio de Municipal.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	79.2	18.9	1.8	0.1	0.0	0.0
I=6	58.4	33.2	7.5	0.9	0.0	0.0
I=7	30.1	40.8	22.2	6.0	0.8	0.0
I=8	8.2	26.7	34.5	22.4	7.2	0.9
I=9	0.9	7.2	22.4	34.5	26.7	8.2
I=10	0.0	0.8	6.0	22.2	40.8	30.1
I=11	0.0	0.0	0.9	7.5	33.2	58.4
I=12	0.0	0.0	0.1	1.8	18.9	79.2

Tabla 116 Matriz de probabilidad de daños del Palacio Municipal.

#### 5.4.16 TESORERÍA UNIVERSITARIA

PALACIO/EDIFICIO: TESORERÍA UNIVERSITARIA		
Tipos de modificador general de la vulnerabilidad	Condición de la estructura	$\delta M$
Estado de mantenimiento	BUENO	-0.04
Nivel de daño	LIGERO	0.02
Transformaciones estructurales	SI	0.02
Intervenciones recientes	SI	-0.02
Calidad de la mampostería	SI	0.05
Morfología del sitio	PLANO	0
Regularidad en planta	NO	0.02
Regularidad en elevación	NO	0.02
Posición	INCLUIDO	-0.02
Claustros/Logías	NO	0
Número de plantas	BAJO	-0.02
	$\Sigma$	0.03

Tabla 117 Modificadores de vulnerabilidad.

Palacio / Edificio	Valor inferior ( $V_I$ )	Valor medio ( $V_M$ )	Valor superior ( $V_S$ )	$\beta$
TESORERÍA UNIVERSITARIA	0.526	0.646	0.986	2.30

Tabla 118 Índices de vulnerabilidad finales.

INTENSIDAD	$\mu_D (Vi1)$	$\mu_D (Vi2)$	$\mu_D (Vi3)$
3	0.01	0.03	0.16
4	0.03	0.06	0.36
5	0.07	0.14	0.78
6	0.18	0.33	1.53
7	0.40	0.71	2.57
8	0.86	1.42	3.58
9	1.65	2.43	4.29
10	2.70	3.47	4.67
11	3.69	4.22	4.86
12	4.35	4.64	4.94

Tabla 119 Grafica de las curvas de vulnerabilidad de la Tesorería Universitaria.

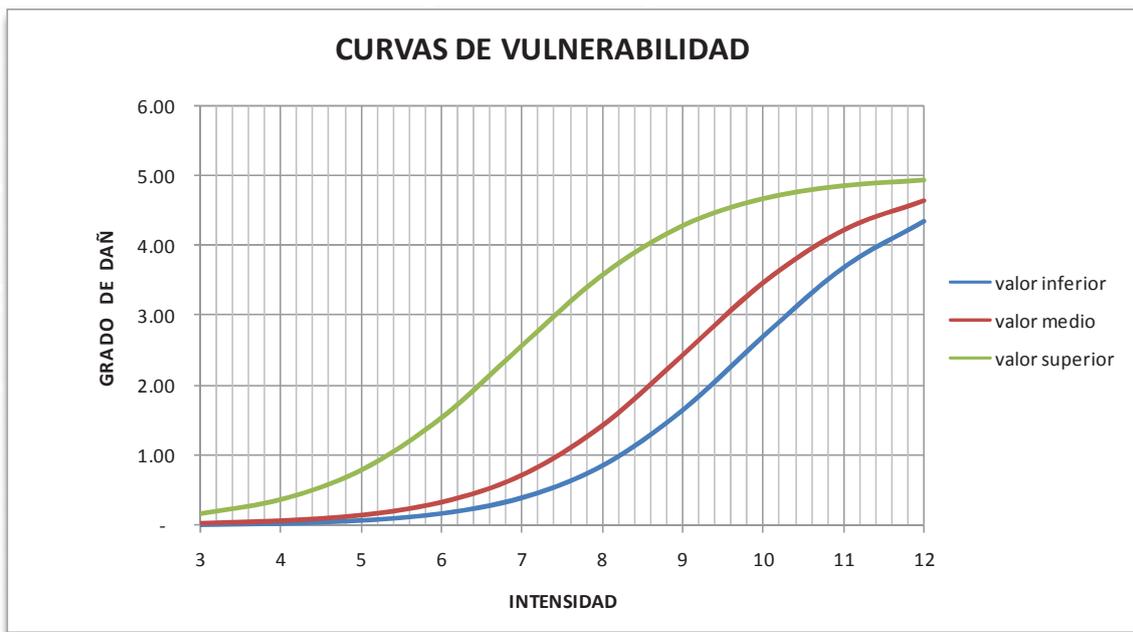


Figura 93.- Grafica de las curvas de vulnerabilidad de la Tesorería Universitaria.

MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑO						
INTENSIDAD	K					
	0	1	2	3	4	5
I=5	86.6	12.7	0.7	0.0	0.0	0.0
I=6	71.4	24.9	3.5	0.2	0.0	0.0
I=7	46.3	38.5	12.8	2.1	0.2	0.0
I=8	18.8	37.3	29.6	11.8	2.3	0.2
I=9	3.6	16.9	32.1	30.4	14.4	2.7
I=10	0.3	3.1	13.9	31.4	35.4	16.0
I=11	0.0	0.3	2.7	14.7	39.6	42.7
I=12	0.0	0.0	0.3	4.2	26.7	68.8

*Tabla 120 Matriz de probabilidad de daños de la Tesorería Universitaria.*

## 5.5 RESULTADOS GENERALES

Principalmente se compararon los resultados de vulnerabilidad de cada tipología, para intensidades de sismo que pueden provocar mayores daños. Esta comparación nos brinda un panorama en conjunto de la situación de los edificios para saber si hay una diferencia considerable en cuanto a preservación y conservación.

### 5.5.1 IGLESIAS

Graficas de comparación de resultados de probabilidades de daño de las iglesias de la ciudad de Morelia.

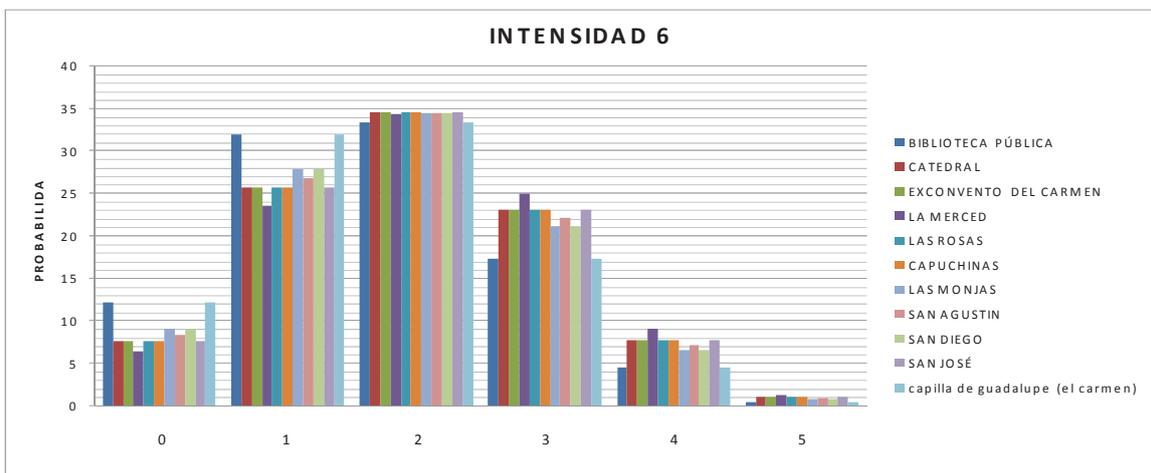


Figura 94

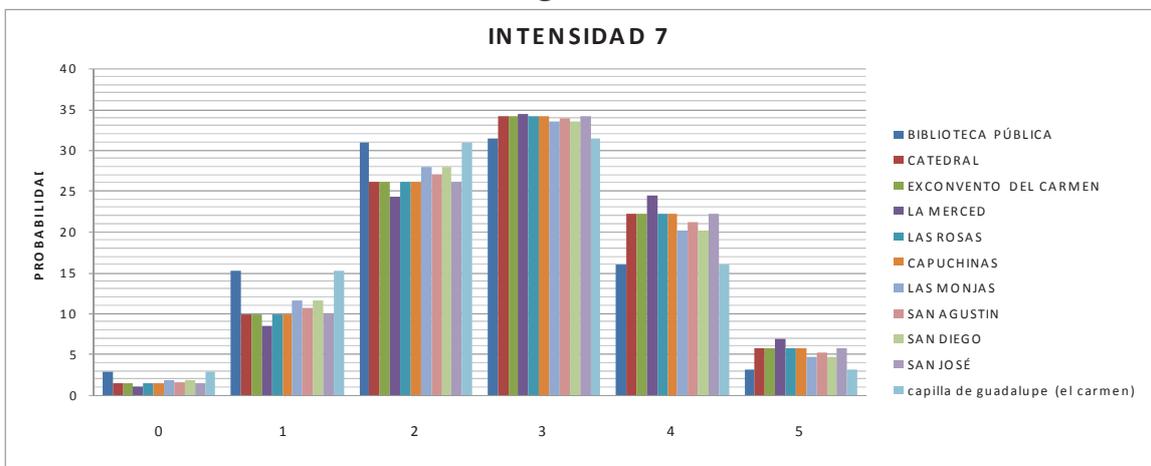


Figura 95

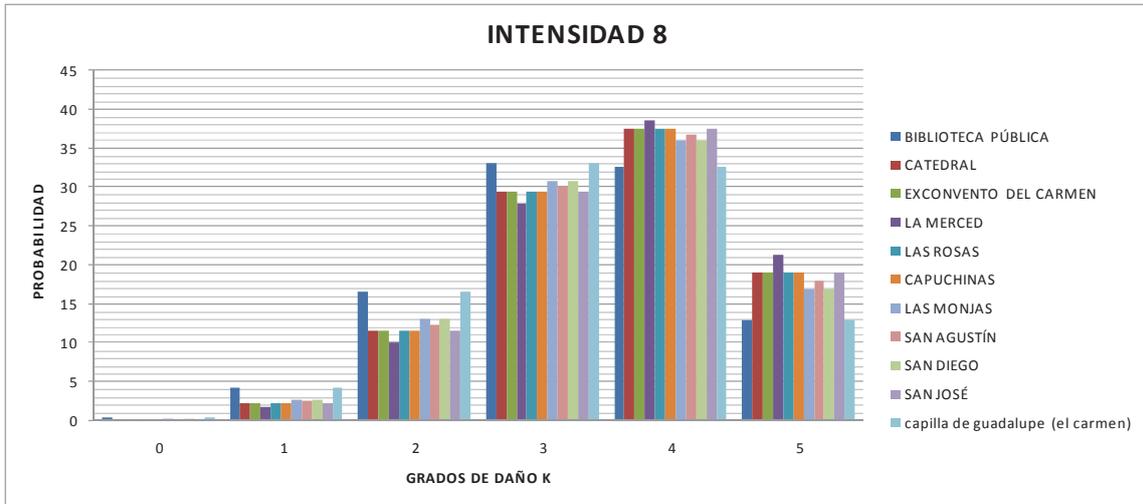


Figura 96

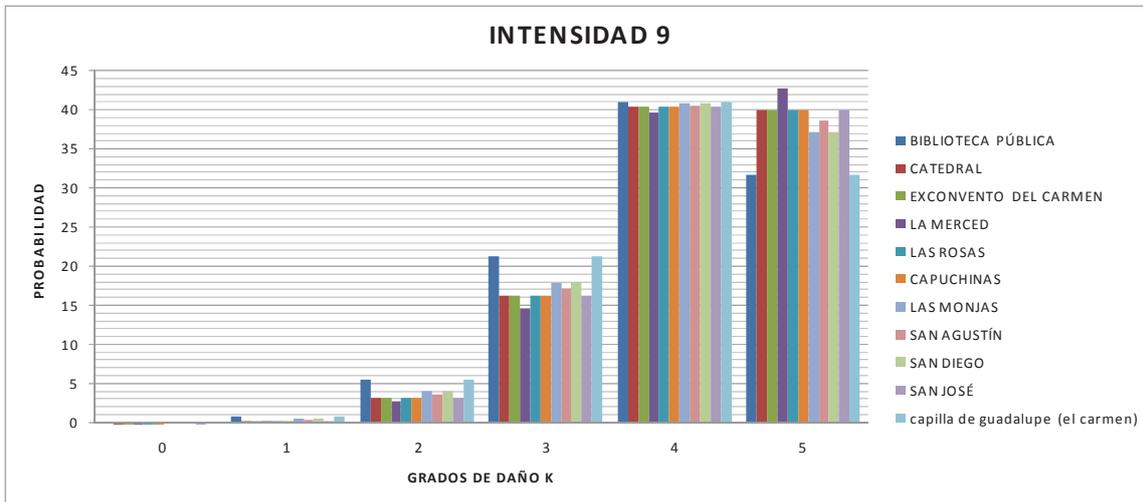


Figura 97

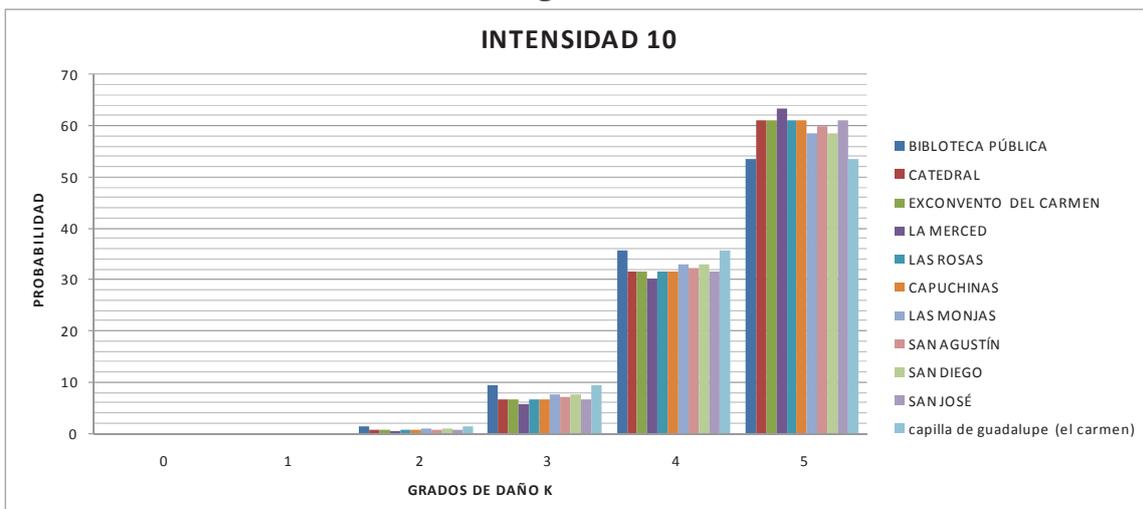


Figura 98

### 5.5.2 PALACIOS Y EDIFICIOS COLONIALES

Graficas de comparación de resultados de probabilidades de daño de los palacios y edificios coloniales de la ciudad de Morelia.

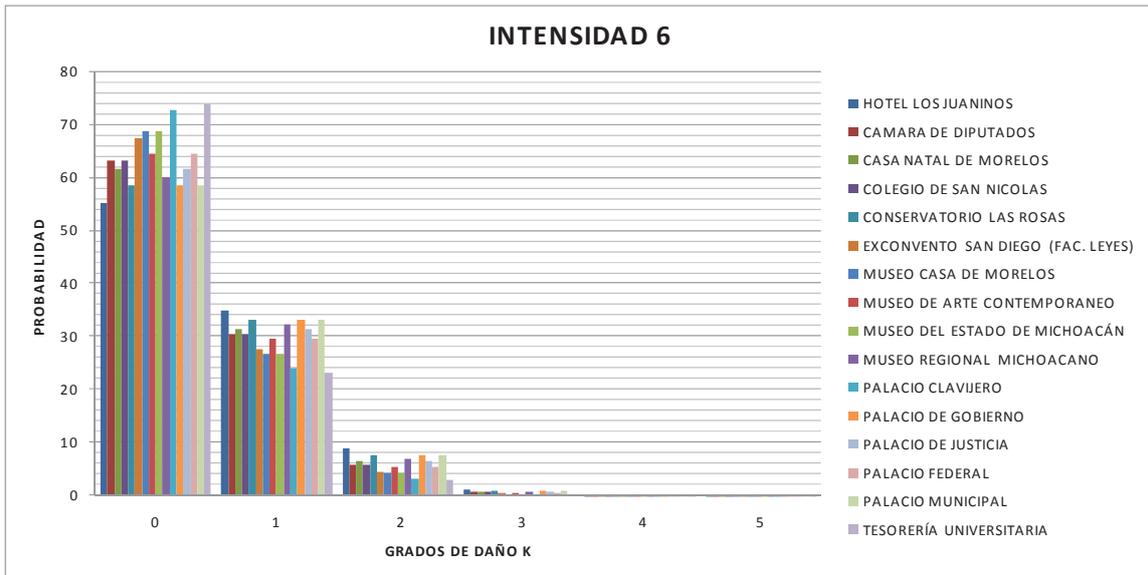


Figura 99

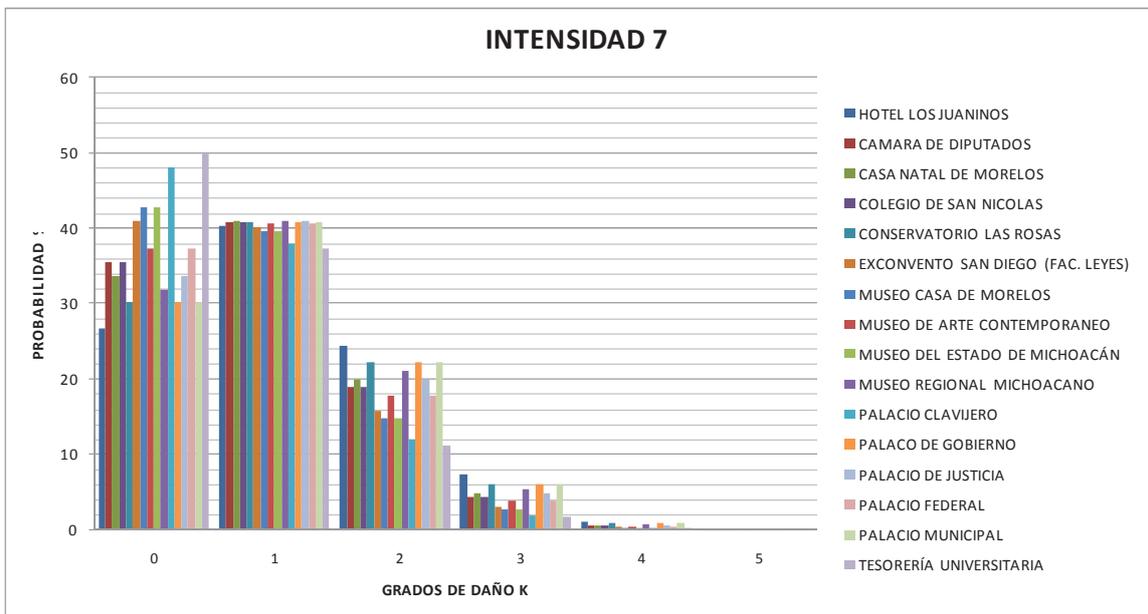


Figura 100

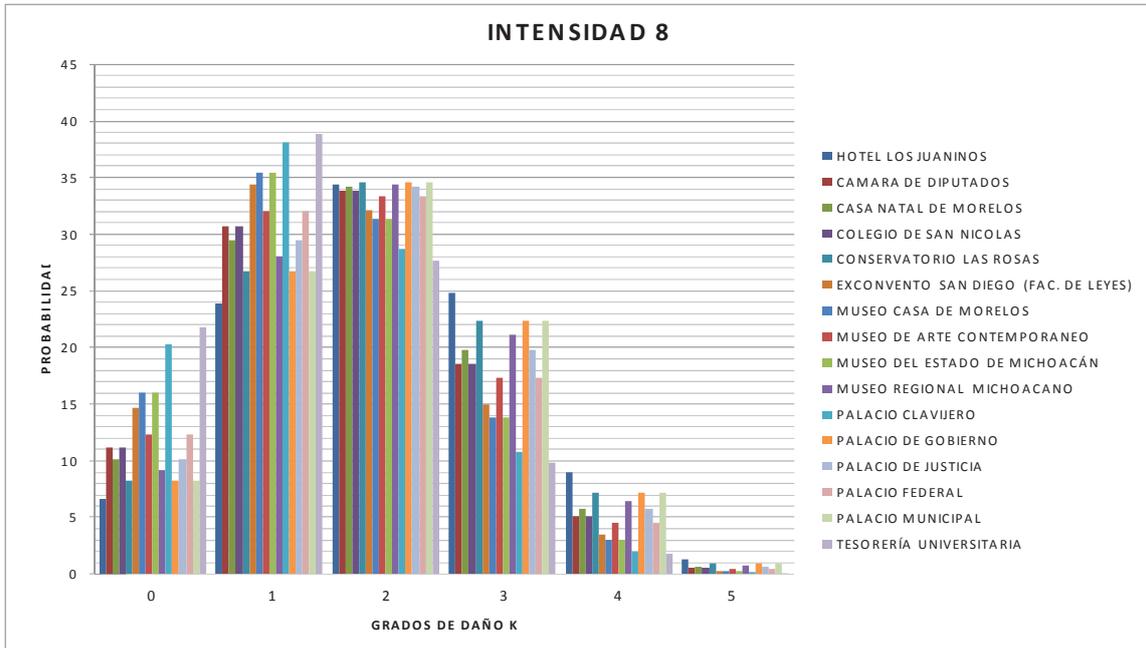


Figura 101

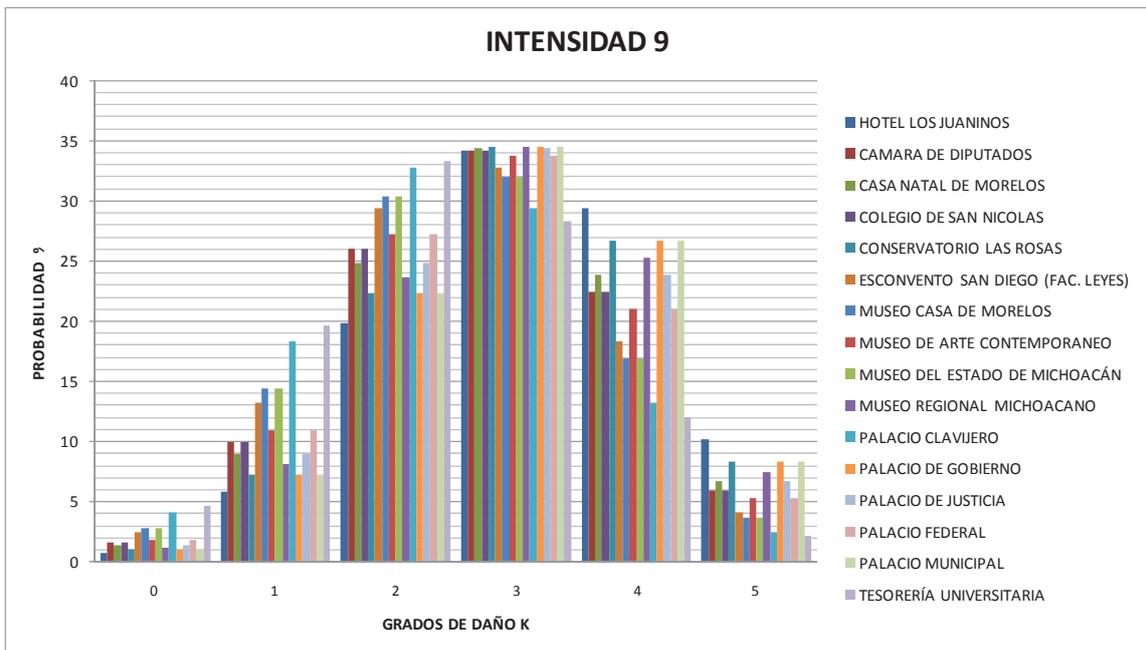


Figura 102

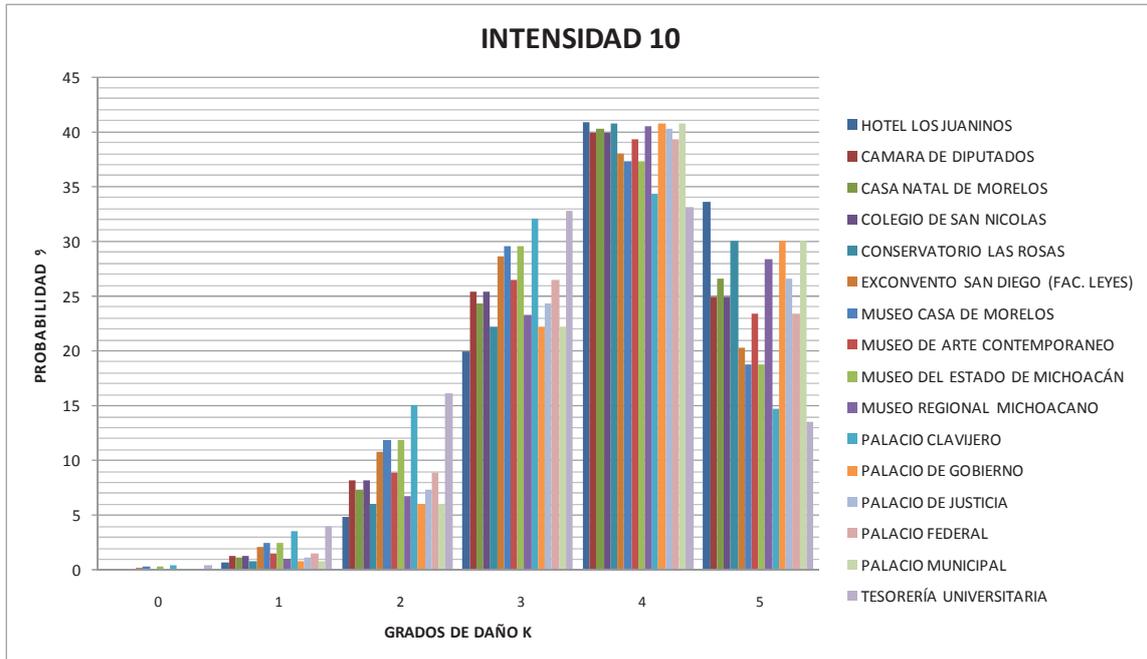
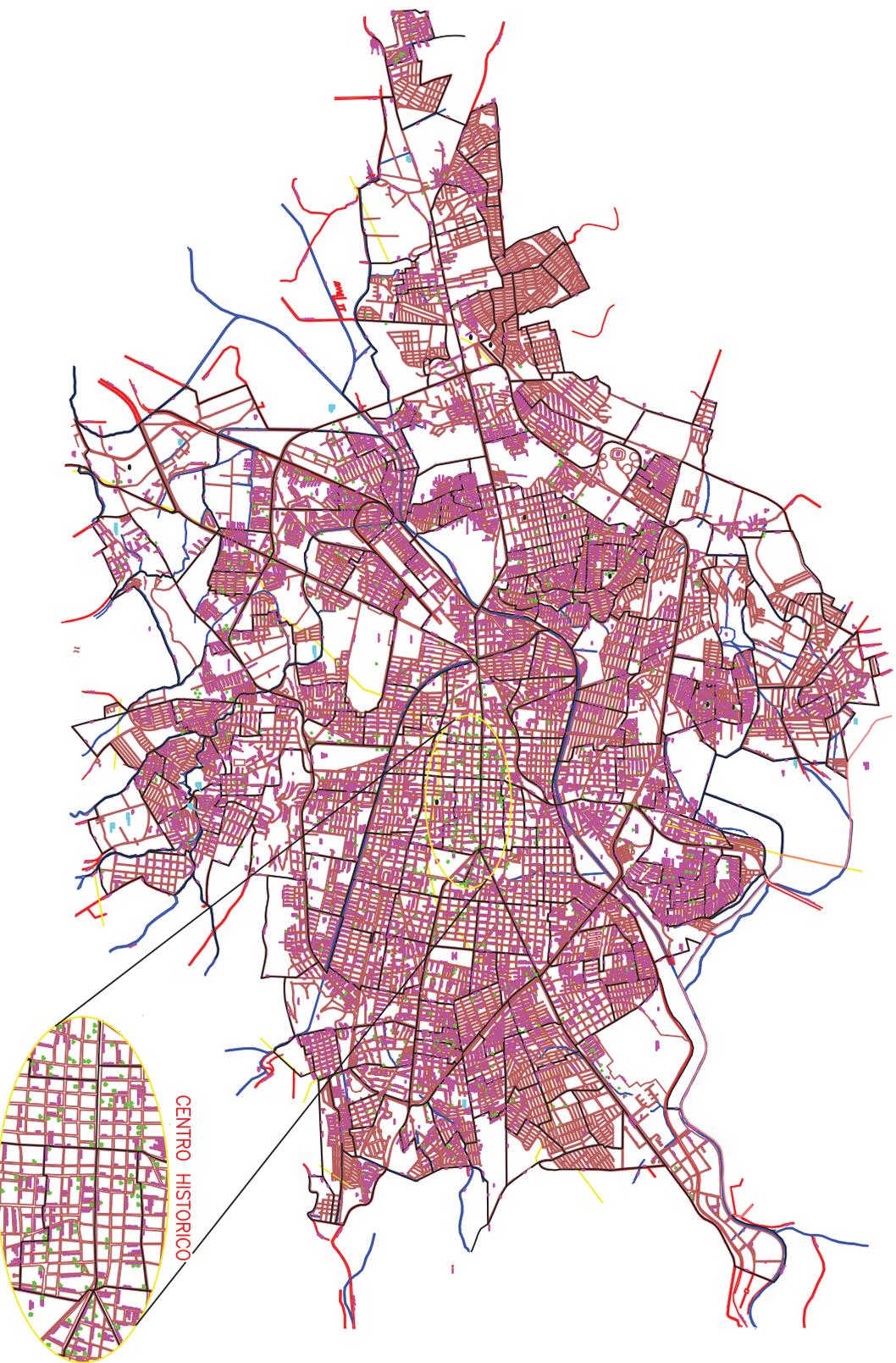


Figura 103

## 5.6 MAPA DE VULNERABILIDAD

# MUNICIPIO DE MORELIA (TRAZO URBANO)



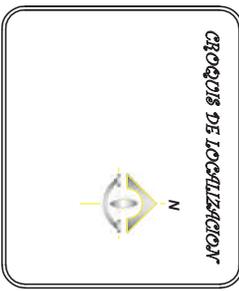
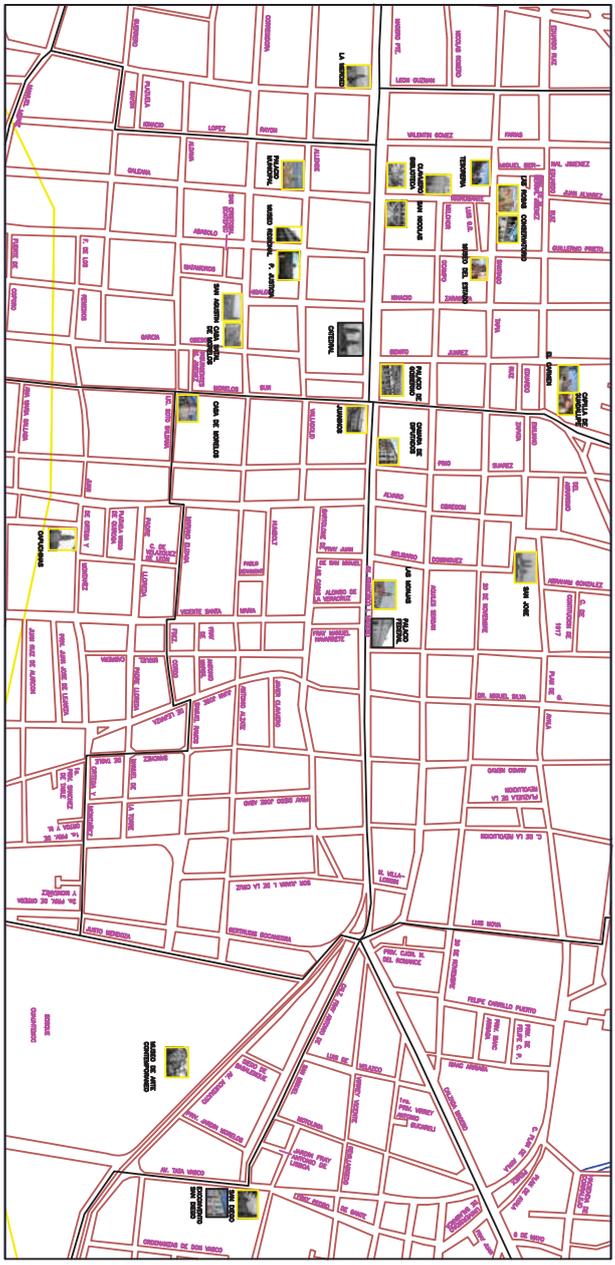
**CRUCES DE LOCALIZACION**

**SIMBOLOGIA**

	ESCUELA
	HOSPITAL
	IGLESIA
	MERCADO
	PARKUR
	EDIFICIO DE GOBIERNO

COPIA SIGMA LIBRA

# CENTRO HISTORICO DE MORELIA



OSCAR SEGURA MORITA

## 6. CONCLUSIONES

### IGLESIAS

Es importante tener en cuenta que este estudio está realizado con un método que se basa en la experiencia o en la opinión de expertos, a partir de la observación de los daños que han sufrido iglesias y edificios en Europa, principalmente en Italia, y aunque las acciones físicas a las que están sometidas las construcciones, los materiales, los procesos constructivos y el tipo de deterioro no son del todo iguales a las que se tienen en nuestro país, es un método aplicable para México, por lo que fue utilizado para este estudio, brindándonos un panorama general pero importante de las condiciones en que se encuentran algunos edificios históricos de la ciudad. Es necesario recalcar que con el presente estudio no se pretende proporcionar soluciones infalibles y se debe enfatizar que la experiencia, un buen juicio y análisis más refinados para elegir las decisiones más convenientes en cada caso particular resulta primordial, tomando en cuenta que cada edificio histórico presenta características únicas e irrepetibles; de cara a la protección y conservación de estas estructuras que guardan una gran riqueza cultural e histórica de la ciudad.

Como se ha podido comprobar a través de los grados de daño obtenidos, las iglesias de la ciudad de Morelia tienen probabilidades similares de sufrir los mismos grados de daño, ejemplo de esto es que para un sismo de intensidad 6, con una probabilidad de 34 y 35% ,todos sufrirían un grado de daño 2, es decir, ligero (daños estructurales ligeros y daños no-estructurales moderados), que traduciéndolo al daño físico según la EMS-98, experimentan grietas en varios muros y caída de trozos bastante grandes de revestimiento, por mencionar algunos. Ante esta misma intensidad de sismo, pero para un grado de daño de 3, medio (daños de importantes a graves), que desde el punto de vista físico se refiere a grietas grandes y generalizadas en la mayoría de los muros, así como el daño de elementos individuales no estructurales, la iglesia de la Merced es la más vulnerable con un 25 % de probabilidad, seguida de ella se encuentra Catedral, el Exconvento del Carmen, el templo las Rosas, el templo de Capuchinas y el templo de San José, con un 23% ;estas son las que se tendría que estudiar de una manera más profunda mediante análisis de tipo

estructural más detallados, ya que se suele considerar un 20% de probabilidad (para un grado de daño 3), como valor límite para decidir si es necesario profundizar el análisis de vulnerabilidad.

Ante una intensidad de sismo 7 podemos hablar prácticamente de que todas las iglesias se encuentra en un rango similar de probabilidad de daño 3 (de entre 31 y 34%), y tomando en cuenta que los daños ocasionados o que sufrirían los edificios, tales como la aparición de grandes grietas generalizadas son daños de importantes a graves, todas las iglesias deberían ser sujetas a un estudio más profundo que permita establecer criterios generales de cara a tomar la mejor decisión relativa a su conservación y protección hacia el futuro. Con esta misma intensidad de sismo pero haciendo referencia a un grado de daño 4, calificado como severo y el cual causa daños estructurales graves en muros según la EMS-98, encontramos la iglesia de La Merced con una probabilidad de daño de un poco más del 24% y por debajo de ella se encuentran Catedral, el Exconvento del Carmen, el templo de las Rosas, el templo de capuchinas y la iglesia de San José, con una probabilidad del 22%; en este caso las iglesia que actualmente es la Biblioteca Pública Universitaria, la iglesia de San Agustín, el templo Las Monjas, la iglesia de San diego y la Capilla de Guadalupe (incluida en la iglesia del Carmen), se encuentran por debajo del 20% de probabilidad, lo que representa una vulnerabilidad de la cual no hay que preocuparse ante tal intensidad.

Para sismos de intensidades fuertes como lo son de 8,9 y 10, y que provocan grados de daño desde el tipo medio hasta el colapso, encontramos que todas la iglesias se encuentran prácticamente con el mismo riesgo y un rango de probabilidad de alrededor del 35 al 40% de sufrir tales grados de daño mencionados. Caso particular y que llama notoriamente la atención y quizá el más importante, es el sismo de intensidad 10, ya que los resultados obtenidos, muestran una probabilidad bastante alta (del 60%) de que sufran el colapso.

Para todos las intensidades de sismo estudiadas en este trabajo, se muestra la misma tendencia de probabilidad, únicamente variando el valor de porcentaje, esto quiere decir que la iglesia que ahora es la Biblioteca Pública Universitaria, junto con la capilla de Guadalupe que se encuentra incluida en la iglesia del Carmen , son las más vulnerable para los sismos de intensidad

estudiada para grados de daño bajos por lo que no es de gran preocupación, y para grados de daño alto tienen menor vulnerabilidad que el resto de las demás iglesias en cuyo caso sí se encuentran por encima del valor a partir del cual se considera necesario realizar estudios detallados, al igual que las demás iglesias.

### PALACIOS Y EDIFICIOS COLONIALES Ó CIVILES

Para el caso de sismos de intensidad de 6 y 7, tenemos probabilidades de alrededor del 25 y 40% respectivamente, de que experimenten un grado de daño 1 que es despreciable o ligero, lo cual quiere decir que no habría daños de mayor peligro o consideración. En el caso de el Exconvento de San Diego (hoy en día Facultad de Leyes), el Museo Casa Natal de Morelos y el Museo del Estado de Michoacán, se presenta una menor vulnerabilidad, y por debajo de ellos se encuentran el Palacio Clavijero y la Tesorería Universitaria, que son los menos vulnerables con apenas un 22%, ante un sismo de intensidad 6 para el mismo grado de daño 1. Hablando de intensidades mayores, para un valor de 8, se tiene un grado de daño ligero de alrededor del 32%, mismo porcentaje que ante un sismo de intensidad 9 y un grado de daño medio, de manera similar ocurre para el sismo de intensidad 10 pero ahora se tiene un grado de daño 4 de alrededor del 38% principalmente, además de grado de daño 5 que es el colapso de un 25%. A partir de la intensidad 8 (que es bastante probable que se presente en nuestro estado durante la vida de los edificios históricos), se pueden apreciar probabilidades mayores del 20% para grados de daño 3 en el hotel los Juaninos, el Conservatorio de las Rosas, el Museo regional michoacano, el palacio de Gobierno y el Palacio Municipal, edificios que se consideran entonces prioritarios para la realización de estudios detallados de vulnerabilidad.

Es importante mencionar que los edificios históricos por lo regular han sufrido múltiples acciones permanentes y accidentales durante su vida que se traducen en daños acumulados, los cuales pueden incrementarse aumentando la vulnerabilidad, es decir, su predisposición a ser susceptibles a sufrir ciertos daños, como consecuencia de un terremoto de cierta intensidad. De ahí su oportuna intervención para su conservación, ahora sí realizando estudios más profundos tomando en cuenta factores como los movimientos de terreno que la estructura experimenta, la resistencia de los materiales, la calidad de la construcción (a nivel de elemento o forma global), la interacción de la estructura principal con los elementos no estructurales y las cargas vivas, entre otros.

De acuerdo con la investigación de campo realizada sobre los diferentes edificios presentados, se considera prudente sugerir la realización de estudios detallados sobre cada uno de los mismos, debido a los niveles de daño y la gran falta de mantenimiento adecuado observado en la mayoría de ellos. Se debe tener en consideración de una manera primordial, la iglesia que en la actualidad es la Biblioteca Pública Universitaria, el Templo de Capuchinas y la Iglesia de San Agustín, para realizarles tales estudios. De manera similar con los palacios y edificios coloniales o civiles, que albergan el Colegio de San Nicolás de Hidalgo, el Museo Casa de Morelos, el Exconvento de San Diego (Hoy Facultad de Leyes) y el Museo Regional Michoacano, que tienen un estado de mantenimiento de nivel medio y malo, y un nivel de daño ligero. Como caso curioso se tiene el Palacio de Justicia, que a pesar de tener un estado de mantenimiento bueno presenta también un nivel de daño ligero, por lo que debería estudiarse prioritariamente con mayor profundidad, ya que el tipo de daño sufrido se presenta en los arcos pinjantes que son parte importante del soporte del edificio en general. Es importante mencionar que la parte observada está basada en la inspección visual cualitativa, desconociendo el estado actual interno de las diferentes componentes estructurales. Finalmente se puede decir que los edificios a cargo de la Universidad Michoacana de San de Nicolás de Hidalgo así como algunas iglesias, sufren un menor nivel mantenimiento estructural, y que aunque los edificios a cargo del gobierno están en mejores condiciones, no existe evidencia de una correcta preservación de tipo estructural. Como un primer

paso hacia la evaluación de vulnerabilidad sísmica y el comportamiento estructural de los edificios del centro histórico de la ciudad de Morelia, el presente trabajo trata de brindar un panorama general de la situación actual en que se encuentran estos inmuebles con la finalidad de tomar medidas adecuadas para ayudar a la restauración, preservación y conservación de este patrimonio histórico tan importante no solo para la ciudad si no para el mundo.

## **7. REFERENCIAS**

Tesis Doctoral  
Vulnerabilidad Sísmica para Edificios Históricos de obra de fábrica de  
Mediana y Gran Luz  
Dr. Guillermo Martínez Ruiz

European Macroseismic Scale 1998 EMS-98  
Editor G. Grünthal  
Luxemburgo 1998

CI52S Diseño Sísmico de Estructuras  
Semestre primavera 2007  
Escalas de Intensidad y Magnitud de Mercalli  
Apuntes de clases  
Autor: Juan Gmo. Valenzuela B.

<http://www.umich.mx/mich/morelia/mor-edificios.html>