

"MODELO DE EVALUACION DE CENTROS URBANOS  
CON RIESGO SISMICO"  
Ciudad de Chiquimula

TESIS



Presentada a la Junta Directiva de la  
Facultad de Arquitectura de la Universidad  
de San Carlos de Guatemala

POR

JUAN PABLO VIDAURRE AVILA

Al Conferírsele el Título de

ARQUITECTO

Guatemala, noviembre de 1989

DL  
02

T(397)

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

|             |                                 |
|-------------|---------------------------------|
| DECANO:     | ARQ. EDUARDO AGUIRRE CANTERO    |
| SECRETARIO: | ARQ. HEBER PAREDES NAVAS        |
| VOCAL 1o.:  | ARQ. MARCO ANTONIO RIVERA       |
| VOCAL 2o.:  | ARQ. HECTOR CASTRO MONTERROSO   |
| VOCAL 3o.:  | ARQ. RAFAEL BRAN HERRERA        |
| VOCAL 4o.:  | BR. JUAN CARLOS ALVARADO OVALLE |
| VOCAL 5o.:  | BR. EDWIN SANTIZO MIRANDA       |

TRIBUNAL EXAMINADOR

|             |                              |
|-------------|------------------------------|
| DECANO:     | ARQ. EDUARDO AGUIRRE CANTERO |
| SECRETARIO: | ARQ. HEBER PAREDES NAVAS     |
| EXAMINADOR: | ARQ. JORGE ESCOBAR ORTIZ     |
| EXAMINADOR: | ARQ. MIGUEL ANGEL SANTA CRUZ |
| EXAMINADOR: | ARQ. OSMAR VELASCO           |
| ASESOR:     | ARQ. ERWIN ARTURO GUERRERO   |

DEDICATORIA

|              |  |
|--------------|--|
| A DIOS       | El Arquitecto del Universo   |
| A MIS PADRES | Pablo Francisco Vidaurre Contreras<br>María del Carmen Avila de Vidaurre   |
| A MI HERMANO | Rigoberto Fidel  |
| A MIS HIJAS  | Evelyn Susana y María del Carmen   |
| A MIS TIOS   | Carlos Alberto, Mario Roberto,<br>Blanca Luz, Rosa María y Gloria<br>Marina  |
| A MIS AMIGOS | Jorge Camilo Alvarez<br>Guillermo González Salguero<br>Erick Grajeda<br>Carlos Fernández Rojas<br>Luis Mendoza Morán |

EL PRESENTE ESTUDIO FORMA PARTE DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACION QUE REALIZA  
EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA EN CONVENIO CON  
EL CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTROAMERICANO - CSUCA - SUB-PROGRAMA  
PREVENCION DE DESASTRES NATURALES.

# I N D I C E

PRESENTACION.  
ANTECEDENTES.  
OBJETIVOS.  
PROPOSITOS.  
JUSTIFICACION.  
PROBLEMATIZACION.  
HIPOTESIS.  
DELIMITACION DEL TEMA.  
METODOS Y TECNICAS DE INVESTIGACION.

PAGINA

## CAPITULO I GEO-FISICA TERRESTRE

|   |    |
|---|----|
| 1.1. Conceptos generales (Marco Teórico).                                 | 1  |
| 1.1.1. Clasificación general de los desastres.                            | 3  |
| 1.1.2. Desastres metereológicos.  | 3  |
| 1.1.3. Desastres topológicos.   | 4  |
| 1.1.4. Desastres telúricos y tectónicos.                                  | 4  |
| 1.2. Efectos de los desastres en los asentamientos humanos.               | 6  |
| 1.2.1. Efectos de los desastres sísmicos sobre los asentamientos humanos. | 7  |
| 1.2.2. Desastres más importantes ocurridos en Guatemala 1530-1981.        | 8  |
| 1.3. Condiciones geofísicas terrestres.                                   | 9  |
| 1.3.1. Teoría del rebote elástico.  | 9  |
| 1.3.2. Teoría de las placas tectónicas.                                   | 11 |
| 1.4. Fuentes sísmicas.  | 15 |
| 1.4.1. Transcurrencia de placas.  | 15 |
| 1.4.2. Convergencia de placas.  | 15 |
| 1.4.3. Divergencia de placas.   | 15 |
| 1.4.4. Fuentes secundarias.   | 15 |
| 1.5. Geología de un sismo.  | 19 |
| 1.5.1. Sismo.   | 19 |
| 1.5.2. Magnitud.  | 19 |

|   | PAGINA |
|---|--------|
| 1.5.3. Intensidad.                                    | 19     |
| 1.5.4. Hipocentro.                                    | 20     |
| 1.5.5. Epicentro.                                     | 20     |
| 1.5.6. Distancia epicentral.                          | 20     |
| 1.5.7. Profundidad hipocentral.                       | 20     |
| 1.6 Geografía de los Terremotos.                      | 22     |
| 1.6.1. Zona 1 Océano Pacífico.                        | 22     |
| 1.6.2. Zona 2 Pacífico Suboriental.                   | 22     |
| 1.6.3. Zona 3 Las Antillas.                           | 22     |
| 1.6.4. Zona 4 Trans Asiática.                         | 22     |
| 1.7. Clasificación de los sismos.                     | 24     |
| 1.7.1. Sismos tectónicos.                             | 24     |
| 1.7.2. Sismos plutónicos.                             | 24     |
| 1.7.3. Sismos volcánicos.                             | 24     |
| 1.7.4. Sismos perimétricos.                           | 25     |
| 1.8. Ondas sísmicas.                                  | 25     |
| 1.8.1. Ondas de cuerpo Ondas "P".                     | 25     |
| 1.8.2. Ondas de cuerpo Ondas "S".                     | 26     |
| 1.8.3. Ondas superficiales Ondas "Love".              | 29     |
| 1.8.4. Ondas superficiales Ondas "Rayleigh".          | 29     |
| 1.9. Escalas sísmicas.                                | 31     |
| 1.9.1. Escala de Richter.                             | 31     |
| 1.9.2. Escala de Mercalli MMI.                        | 32     |
| 1.9.3. Descripción de daños en estructuras según MMI. | 32     |
| 1.9.4. Clasificación de estructuras según MMI.        | 37     |
| 1.10. Modelos de zonificación sísmica.                | 38     |
| 1.10.1. Modelo de atenuación sísmica.                 | 40     |
| 1.10.2. Modelo de Poisson.                            | 40     |
| 1.10.3. Modelo de Bayes.                              | 40     |
| 1.10.4. Mapas de iso-aceleración.                     | 41     |
| 1.10.5. Mapas de riesgo sísmico.                      | 41     |

## CAPITULO II "FUENTES SISMOGENICAS DE GUATEMALA"

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 2.1. Conceptos generales. | 44 |
|---------------------------|----|

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.1.1. | Fallas geológicas de Guatemala.                                   | 44 |
| 2.1.2. | Zona de transcurrencia.   | 48 |
| 2.1.3. | Zona de subducción.   | 48 |
| 2.1.4. | Fuentes secundarias.  | 48 |
| 2.2.   | Historial sísmico de Guatemala.                                   | 52 |
| 2.2.1. | Historial de temblores y terremotos de Guatemala.                 | 52 |
| 2.2.2. | Terremotos por Departamento.                                      | 61 |
| 2.2.3. | Derrumbes.  | 65 |
| 2.2.4. | Derrumbes ocurridos por el terremoto de 1976.                     | 67 |
| 2.2.5. | Reacciones psicológicas ante emergencias y desastres.             | 69 |
| 2.3.   | Atención de desastres sísmicos en Guatemala.                      | 72 |
| 2.3.1. | Atención de desastres.  | 73 |
| 2.3.2. | Beneficio de la planificación sísmica.                            | 75 |
| 2.3.3. | Operaciones básicas.  | 76 |
| 2.3.4. | Medidas de aplicación.  | 77 |
| 2.3.5. | Clasificación de organismos que prestan atención a los desastres. | 80 |
| 2.4.   | Directrices para un plan de mitigación y prevención sísmica.      | 83 |
| 2.4.1. | Problemas de desarrollo del país.                                 | 83 |
| 2.4.2. | Prevención de desastres.  | 83 |
| 2.4.3. | Medidas preventivas menos costosas.                               | 84 |
| 2.5.   | Contenido básico Plan de mitigación y prevención sísmica.         | 84 |
| 2.5.1. | Evaluación de recursos existentes.                                | 85 |
| 2.5.2. | Lineamientos operacionales del programa de protección civil.      | 85 |
| 2.5.3. | Seguimiento y evaluación.   | 87 |
| 2.6.   | Criterios de aplicación del proyecto.                             | 88 |
| 2.6.1. | Aspectos económicos.  | 88 |
| 2.6.2. | Aplicación tecnológica.   | 88 |
| 2.7.   | Modelo de Evaluación de centros urbanos con riesgo sísmico.       | 90 |
| 2.7.1. | Directrices del modelo de evaluación.                             | 90 |
| 2.7.2. | Estrategias.  | 92 |
| 2.7.3. | Aspectos técnicos.  | 93 |
| 2.7.4. | Advertencias y limitaciones.                                      | 95 |
| 2.7.5. | Selección del centro urbano.                                      | 95 |

CAPITULO III "MODELO DE EVALUACION DEL CENTRO URBANO CON RIESGO SISMICO CIUDAD DE  
CHIQUIMULA

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 3.1.   | Referencia histórica de Chiquimula.   | 97  |
| 3.1.1. | Reseña histórica del terremoto del 3 de junio de 1765.                          | 99  |
| 3.1.2. | Sismos históricos Falla de Jocotán.   | 101 |
| 3.2.   | Aspectos referidos al contexto de Chiquimula.                                   | 103 |
| 3.2.1. | Análisis físico.  | 103 |
| 3.3.   | Análisis de la infraestructura urbana.  | 111 |
| 3.3.1. | Infraestructura social.   | 112 |
| 3.3.2. | Infraestructura de servicio.  | 116 |
| 3.3.3. | Visión económica social de la ciudad.   | 117 |
| 3.4.   | Delimitación cartográfica del área de trabajo.                                  | 121 |
| 3.4.1. | Selección área de trabajo.  | 121 |
| 3.5.   | Diseño de la boleta censual.  | 125 |
| 3.6.   | Clasificación de la información del censo.                                      | 128 |
| 3.7.   | Aproximación de metodológica de un sismo.                                       | 138 |
| 3.7.1. | Ampliación metodológica de un sismo.  | 140 |
| 3.7.2. | Estimación de daños en estructuras.   | 151 |
| 3.7.3. | Conclusiones estimación de daños.   | 153 |
| 3.7.4. | Simulación de un sismo 7' Estimación de vulnerabilidad.                         | 164 |
| 3.7.5. | Conclusiones de estimación de vulnerabilidad.                                   | 168 |
| 3.7.6. | Conclusiones y recomendaciones de Modelo de Evaluación.                         | 169 |
| 3.7.7. | Propuesta de atención.  | 172 |
| 3.8.   | Deficiencias constructivas de adobe que aumentan el riesgo y la vulnerabilidad. | 180 |
| 3.8.1. | Daños ocasionados por sismo en construcciones de adobe.                         | 183 |
|        | CONCLUSIONES.   | 186 |
|        | RECOMENDACIONES.  | 189 |
|        | GLOSARIO.   | 192 |
|        | Referencias de texto.   | 195 |
|        | Bibliografía.   | 197 |



## P R E S E N T A C I O N

El presente trabajo de investigación constituye un modelo de evaluación de centros urbanos afectados por un fenómeno de la naturaleza, que incide directamente en la práctica de la Arquitectura, y que en el constante proceso de Enseñanza-Aprendizaje, por solucionar de una mejor manera las necesidades del hombre, se entra a considerar desde otra perspectiva, el condicionante sísmico, directamente, en el proceso de diseño.

La sismicidad del globo terráqueo es constante y esto se agrava cuando los epicentros de los terremotos son en zonas urbanas, donde se presentan pérdidas irreparables de vidas y de grandes inversiones materiales.

En Guatemala conocemos los efectos de un sismo, pero no conocemos el potencial sísmico de la zona en que vivimos, por lo que se construyen poblaciones, en lugares con alto riesgo sísmico con construcciones vulnerables.

El profesional de la Arquitectura, debe tomar en cuenta este elemento condicionante en la ordenación, planificación y ejecución de un proyecto. Sólo con una visión integral se podrán mitigar los efectos tan desastrosos y poder dar un apoyo técnico profesional a los futuros afectados.

Nuestro país es un territorio de alto potencial sísmico en casi todas sus poblaciones ya que muy cercanas a ellas existen fallas geológicas, como lo demuestran los estudios geofísicos-geológicos en el país; todo esto nos da el parámetro de vulnerabilidad de las poblaciones en base al tipo de construcción que se realiza en la comunidad, se puede determinar las condiciones y características sísmicas a través de un análisis de evaluación de una zona en particular que es el objetivo de este trabajo.

En términos generales la región oriental del país está constituida por varias fallas debido a la convergencia de las placas tectónicas de Norteamérica y del Caribe. Tenemos bien delimitadas las fallas regionales como lo son la falla del Motagua, la falla de San Agustín Acasaguastlán, la falla del Polochic, todas al norte del Departamento de Chiquimula, y otra más que cruza su territorio, la falla de Jocotán Chamalecón. Todo esto nos da rasgos de estar en una zona de alto riesgo sísmico.

La investigación hace uso de un muestreo estadístico en el área de trabajo ya que el universo es muy grande. Se procede a determinar el sector más representativo Chiquimula, tomando en cuenta aspectos culturales, económicos, sociales y técnicos (sistemas constructivos), que nos dará una visión integral del área de trabajo.

Después de clasificar toda la información, se analiza y se evalúa, para poder dar un

diagnóstico de daños y pérdidas cualitativas y cuantitativas por la simulación de un sismo destructivo, con las características geológicas regionales y zonales para luego poder dar las recomendaciones a la población.

Es así como este trabajo de investigación se refiere a un aporte científico que colabore de manera previsoramente en el ordenamiento urbano y la comprensión del fenómeno sísmico dentro de un rango que pueda interesar al Arquitecto, con las limitaciones que el caso requiera, según el proceso de diseño arquitectónico correctamente concebido, sin que se pretenda encontrar en las páginas siguientes un manual de sismología, ya que el tema merece especial atención por separado.

### A N T E C E D E N T E S

Dentro de los mayores factores que han iniciado el cambio de carácter de la arquitectura, en la segunda mitad del presente siglo, se encuentra sin duda alguna, que ésta ha pasado a servir, no solamente a un sector minoritario, sino que su nueva proyección es de beneficios a las grandes mayorías, en este caso afectados por grandes desastres naturales.

Es a través de la formación académica de la Facultad de Arquitectura, investigaciones y observaciones de los grandes terremotos que han afectado al país. Surge la necesidad de formación de una conciencia sobre tales desastres, ya que con una experiencia tan reciente como lo fue el terremoto de 1976, y la destrucción casi total de todos los asentamientos humanos, localizados a lo largo de la falla del Motagua, es de vital importancia sacar provecho de tal experiencia sísmica y es a través de la realización de ejercicio profesional supervisado de la Facultad de Arquitectura, EPSDA USAC, en la ciudad de Chiquimula se entra en contacto directo con la comunidad y se siente un gran vacío sobre un tema que incide profundamente en el desarrollo de nuestros pueblos.

Desafortunadamente, debido a la poca investigación realizada hasta la fecha en nuestro medio nacional, la documentación es limitada, sólo comisiones de universidades extranjeras han hecho algunos estudios geológicos de conformación de suelos y fallas pero han sido a nivel general, nunca un estudio específico de una región en particular. De la documentación valiosa con la que se cuenta, son investigaciones de las Facultades de Ingeniería y Arquitectura de la USAC, en especial los trabajos del Arquitecto Marcelino González Cano, "Proyecto Piloto, Prevención y Mitigación del Riesgo Sísmico e Hidrometeorológico, Antigua Guatemala". El cual ha servido en parte de modelo para la aplicación de los conocimientos sismológicos en el campo de la Arquitectura.

## O B J E T I V O S

### Objetivo General:

Comprender el fenómeno sísmico y evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones de los centros urbanos con riesgo

### Objetos Específicos:

- I Integrar los conocimientos actualmente disgregados sobre el tema, en la formación del Arquitecto.
- II Conocer las condiciones geológicas y sísmicas de la zona de Chiquimula y evaluar un sector representativo de la ciudad.
- III Posibilitar la permanencia en el tiempo, de los centros poblados de carácter histórico mediante la aplicación de un modelo metodológico de evaluación urbana.

## P R O P O S I T O S

Con esta investigación, se desea crear un documento científico de apoyo para el adiestramiento básico teórico-práctico sobre el fenómeno sísmico, que permita interpretar una zonificación sísmica regional y evaluar desde la especialidad de la arquitectura la vulnerabilidad de las poblaciones, a fin de que se pueda proponer políticas correspondientes para lograr con ello la reducción de pérdidas de vidas humanas y materiales.

## J U S T I F I C A C I O N

El terremoto no es un fenómeno desconocido para nosotros, pues nos han afectado en el pasado y siempre serán una amenaza, es un hecho presente en toda la actividad del hombre como un condicionante, aunque nos cueste aceptarlo. La rapidez de su aparición sin que nada indique su inminencia, la violencia del movimiento que prontamente transforme una ciudad en ruinas constituyen para el hombre las causas de temor e inseguridad ante procesos destructivos capaces de arrasar en pocos segundos con el fruto del trabajo de varias generaciones.

Sabemos que no cesarán de amenazarnos tanto más peligrosamente, cuanto más desprevenidos nos encuentren, uno de los mayores retos que ha debido encarar los nuevos urbanistas contemporáneos, es la presencia de sismos en zonas densamente pobladas, y es de alta responsabilidad para el profesional de la arquitectura conocer la realidad de vivir en una zona de potencial sísmico, lo que involucra un estudio para la ordenación del territorio y la planificación urbana, no sólo lo que se refiere a normas y métodos constructivos, sino también al uso del suelo de acuerdo a la zonificación sísmica que permite destinar los terrenos más seguros a la construcción y los inseguros para áreas verdes.

Tomando en cuenta que una ciudad es el soporte material de las actividades económicas sociales y culturales de una comunidad organizada o en camino de serlo, el presente trabajo hace un diagnóstico de la ciudad de Chiquimula, que conforma el conjunto espacial más importante de toda la región nor-oriental de la República de Guatemala. De tal manera que considero que éste será un aporte valioso que podría ser utilizado más adelante para desarrollar un plan regulador de la zonificación sísmica del país, para poder jerarquizar los proyectos e inversiones concretas y acertadas en cuanto a obras de infraestructura y equipamiento urbano, en las poblaciones.

En prevención a las respuestas a los desastres no deben ser sólo de apoyo a los afectados, posterior al desastre, pues una propuesta específica de evaluación y diagnóstico sobre la vulnerabilidad de una población como la ciudad de Chiquimula sobre su riesgo sísmico, se implementarán medidas precautorias para mitigar que el fenómeno tenga efectos tan desastrosos y por otro lado hacer incapié que toda medida de prevención y mitigación es esencial y menos costosa frente a cualquier otra posterior.

## P R O B L E M A T I Z A C I O N

En nuestro país la urbanización de nuestros poblados ha sido desarrollada sin tomar en cuenta la zonificación sísmica, lo cual genera un alto riesgo en las poblaciones, y la ciudad de Chiquimula no es la excepción. Si bien es cierto que actualmente las construcciones le rigen normas sismo-resistentes en el mejor de los casos, no debemos pasar por alto el aspecto complejo de todas aquellas edificaciones hechas con anterioridad y construcciones a nivel rural y urbano que no le rigen dichas normas, y que se ejecutan en casi un 85% en todo el territorio nacional.

## H I P O T E S I S

Para un diseño arquitectónico integral, el conocimiento del riesgo sísmico es un instrumento valioso para el desarrollo urbano de las ciudades, es así como se llega al planteamiento de la siguiente hipótesis de trabajo:

"La evaluación de centros urbanos con riesgo sísmico permite ponderar el grado de vulnerabilidad de sus edificaciones."

## DELIMITACION DEL TEMA

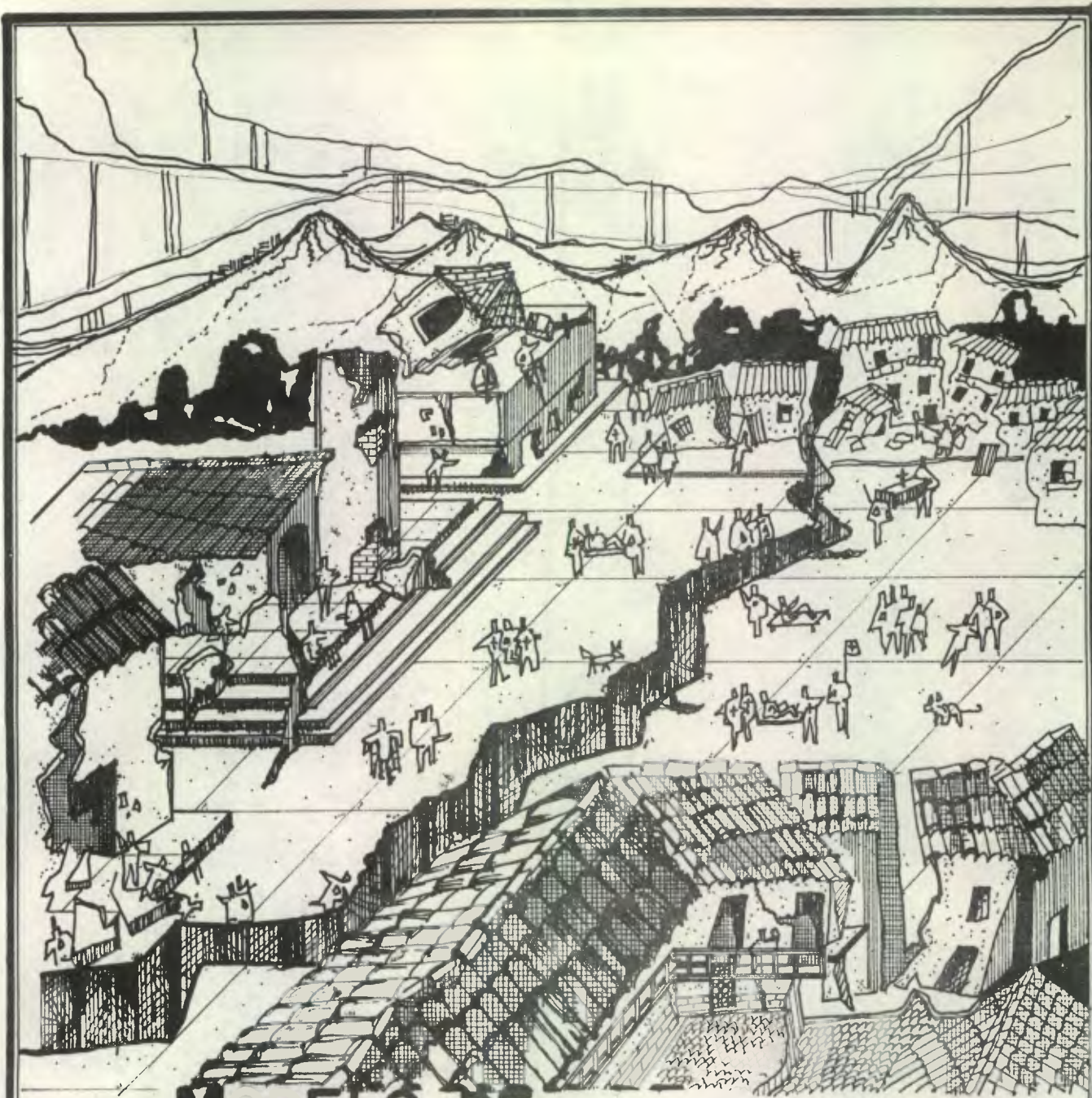
La investigación ha sido encaminada hacia una finalidad específica como lo es el llegar a determinar el nivel de desarrollo alcanzado en nuestro medio sobre sismología y aplicarlo a la arquitectura para fines prácticos. Este tema es muy amplio, por lo que se hace necesario enfatizar que se ataca parte de su problemática y algunas soluciones ya aplicadas o por aplicar como lo es la incorporación de una zonificación sísmica y una evaluación de centros urbanos con riesgo sísmico en los proyectos urbanísticos y arquitectónicos para poder analizar desde otra perspectiva, y hacer las modificaciones necesarias a la concepción inicial arquitectónica, tratando de obtener una integración dentro del proceso de diseño.

## METODOS Y TECNICAS DE LA INVESTIGACION

Para efecto del presente trabajo se utilizó como guía el Método Científico y Dialéctico. Por las características del tema, la Investigación Descriptiva, es la más adecuada y es que es a base de la interpretación de investigaciones y hechos pasados.

Lo anterior se desarrolló por medio de una investigación documental científica, selección, clasificación, análisis e interpretación de la información obtenida sobre el tema.

La investigación de campo se efectuó a través de una boleta censual, cuestionarios y entrevistas en la muestra estadística del universo investigado, además, se realizaron análisis detallados de unidades espaciales relacionadas con el tema y se aplicó el Método de Inconsistencias visuales.



**MODELO DE  
EVALUACION DE  
CENTROS URBANOS  
CON RIESGO SISMICO  
CIUDAD DE CHIQUIMULA**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

JUAN PABLO VIDAURRE AVILA

## CAPITULO I - Geo-física Terrestre

### 1.1. Conceptos generales (Marco Teórico):

Las catástrofes naturales son las principales causas históricamente comprobadas de la pérdida irreparable de vidas y de inversiones materiales que han asolado a la humanidad, entre ellas podemos mencionar huracanes, terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, marejadas, etc. Una sola catástrofe, puede destruir en poco tiempo redes de alcantarillados, agua potable, electricidad, líneas de comunicación, construcciones de una ciudad, edificios y viviendas y causar pérdidas en la industria y producción agrícola.

"En general, la reducción de catástrofes se refiere al proceso de mitigar los efectos, de un posible incidente sobre el entorno social y estructural, esencialmente una reducción de pérdidas de vidas, lesiones y daños materiales y reducir al mínimo la destrucción de la estructura socioeconómica de la comunidad".

(1) Para su correcta comprensión, se explican los conceptos usados en la temática de los desastres y que para los propósitos de este trabajo es importante su conocimiento.

Desastre: Es la manifestación del fenómeno natural y el daño total derivado de sus efectos directos e indirectos; comprende daño físico a la infraestructura y las edificaciones, así como el daño a las condiciones socioeconómicas y del medio humano. (1)

Conjunto de daños producidos sobre la vida social económica de los habitantes de uno o varios poblados, originados por la alteración del curso normal de los fenómenos, naturales o por la acción del hombre en forma causal o con el empleo de medios destructivos, situaciones que requieren de auxilio social. (2)

Amenaza: Es la probabilidad de que se produzca dentro de un período determinado y en una zona dada un fenómeno natural potencialmente dañino.

- 
- (1) Informe final del encuentro regional sobre desastres naturales y planificación de los asentamientos humanos. Quito, Ecuador, Oct. de 1988. Planificación de los Asentamientos humanos para la prevención y asistencia en los desastres naturales. Arq. F. Guardia Butron. HABITAT.
  - (2) Bustamante Dávila. Seminario sobre Ingeniería Sanitaria en situaciones de desastres. Lima, Perú. 1974.

Riesgo: Está directamente relacionado con el concepto de desastre que podría sufrirse por un peligro o fenómeno natural, que implica una condición futura que será proporcional a la magnitud del peligro natural y a la vulnerabilidad de todos expuestos.

La evaluación del riesgo potencial relacionado con un peligro natural al que se exponen todos los elementos considerados.

Catástrofe: Acontecimiento imprevisto y funesto.

Vulnerabilidad: Exposición de cualquier elemento físico estructural o socio-económico a un peligro natural en su probabilidad de resultar dañado o destruido.

Clasificación de los peligros naturales: Según UNDR0. Oficina del coordinador de las Naciones Unidas para el socorro en casos de desastre.

a. Movimientos extremados del suelo:

Incluidos terremotos, aludes, deslizamientos de suelos, erupciones volcánicas.

b. Movimientos extremados del agua:

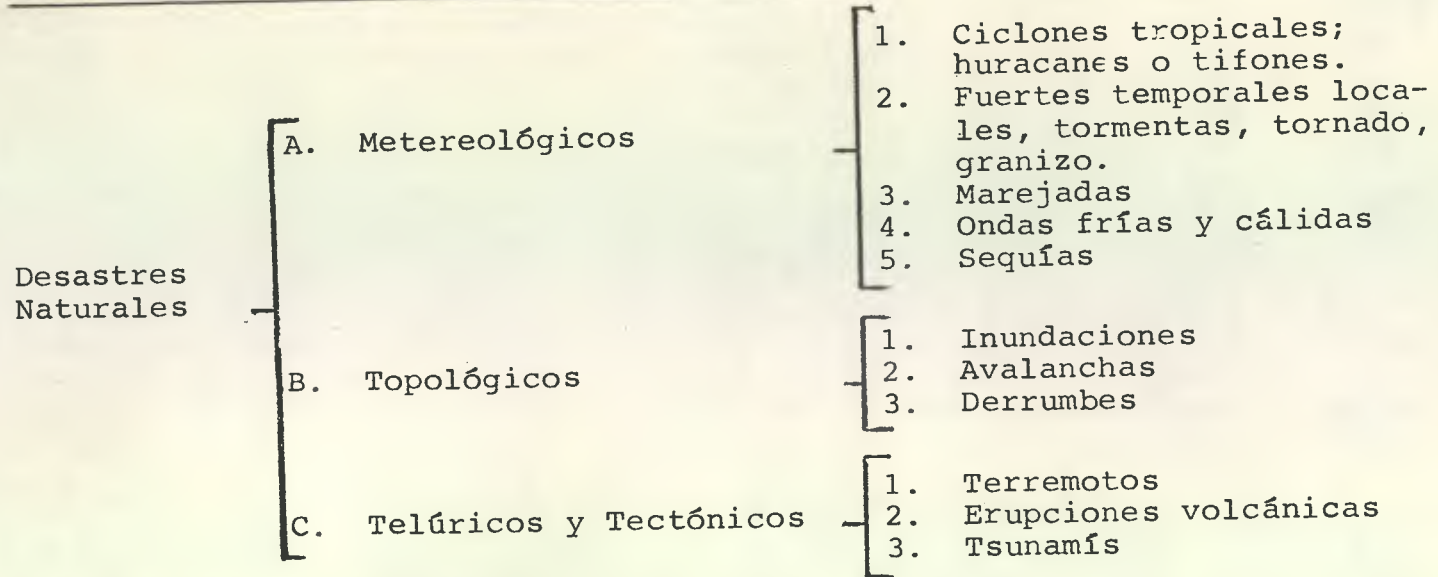
Marejadas, inundaciones, anegamientos.

c. Movimientos extremados del aire:

Ciclones, huracanes, tifones y tornados.



1.1.1 Clasificación General de Desastres naturales:(3)



1.1.2 Desastres o fenómenos metereológicos:

"La metereología es la parte de la física que tiene por objeto el estudio de los diferentes fenómenos físicos que se producen en la atmósfera, tales como los vientos, lluvia, tempestades, tormentas, fenómenos que se designan con el nombre de meteoros, cuyos elementos se hallan sujetos a variaciones continuas.

La causa principal de todos los fenómenos meteorológicos residen en el calor que envía el sol y la manera como este calor es absorbido o irradiado por la corteza terrestre." (4)

"Los elementos que condicionan el estado del tiempo son los cambios diarios de temperatura, humedad y presión atmosférica, así como las variaciones y dirección del viento. La influencia de estos factores constituyen el clima de una región". (4)

- (3) Pérez Carrión J. M. "Operación de plantas de tratamiento: Tratamiento de agua en situaciones de emergencia". Lima CEPIS. 1982.
- (4) Diccionario Enciclopédico Ilustrado Sopena" Volumen 3.
- (4) Enciclopedia de Ciencias Naturales. Volumen 6. Editorial Bruguera 1976.Pag.647

Clasificación de los fenómenos meteorológicos, según su intensidad: (5)

- a. Ciclones tropicales: huracanes o tifones.
- b. Fuertes temporales locales: tormentas, tornados y granizo.
- c. Marejadas.
- d. Ondas frías y cálidas.
- e. Sequías.

1.1.3. Desastres o fenómenos topológicos: (5)

Los fenómenos o desastres topológicos son los que se producen en la topografía de la corteza terrestre. Pueden ser bruscos y lentos. En su ocurrencia influyen otros factores como los hidro-meteorológicos telúricos, tectónicos, etc., así como la conformación natural de la corteza terrestre.

Entre los que con mayor frecuencia provocan o ayudan a los desastres, tenemos:

- a. Inundaciones,
- b. Avalanchas y
- c. Derrumbes.

1.1.4. Fenómenos o desastres telúricos y tectónicos: (5)

Se refiere a los ocurridos en la tierra como planeta y a los ocasionados por las dislocaciones y deformaciones mecánicas de la corteza terrestre.

Los fenómenos son los siguientes:

- a. Terremotos,
- b. Erupciones volcánicas y
- c. Tsunamis.

Observaciones finales sobre desastres.

Las inundaciones son los desastres que tienen el mayor porcentaje de eventos ocurridos en Guatemala, los terremotos son en segundo lugar quienes más daños han causado, pues generalmente su impacto es corto pero con una tremenda fuerza destructiva.

---

(5) Alonzo Santos, Melvin Ramón. Tesis "Los desastres en Guatemala. Causas y Directrices para su atención" Marzo 1988 USAC. ARQ.

El aspecto socio-económico nos refleja que la mayoría de los países afectados son los considerados como subdesarrollados que coinciden con las zonas sísmicas. Generalmente los presupuestos se ven tremendamente afectados cuando un país sufre una catástrofe. El terremoto de 1976 en Guatemala, produjo pérdidas equivalentes a la octava parte del producto nacional bruto, unos 500 millones de dólares.

Se reconoce que los efectos de los desastres irán aumentando debido a que el 66% de la población mundial vive en países en vías de desarrollo en extrema concentración y crecimiento demográfico en zonas urbanas.

"Los efectos físicos pueden tener numerosas manifestaciones socioeconómicas directas o inmediatas como pérdidas de vidas, salud, viviendas, interrupción de servicios, suspensión de actividades económicas. En general los efectos directos e inmediatos pueden caracterizarse como graves perturbaciones del orden socioeconómico, pero las consecuencias para el desarrollo pueden sentirse muchos años después de que el orden establecido haya vuelto a la situación anterior al desastre y tener efectos generales depresivos que excedan con mucho las perturbaciones socioeconómicas.

Por esta razón, los preparativos orientados sólo a la respuesta y al socorro inmediatos como los que se encuentra normalmente en los países propensos a desastres resultan ineficientes e insuficientes. Por consiguiente es imperioso que se dediquen esfuerzos a controlar los efectos de los desastres naturales por medio de una apropiada y oportuna planificación de los asentamientos humanos". (1)

La preparación para un desastre es la capacidad que un país y su población tienen para salvaguardar vidas y propiedades cuando un desastre ocurre.

Cada desastre inicia un ciclo que incluye 3 fases: 1-emergencia, 2-rehabilitación, 3-reconstrucción.

---

(1) Informe final del encuentro regional sobre desastres naturales y planificación de los asentamientos humanos. Quito, Ecuador 1988 Oct. Arq. F. Guardia Bruton, HABITAT.

1.2. Efecto de los desastres en los asentamientos humanos. (6)

Los diferentes tipos de desastres naturales afectan de una u otra forma a los asentamientos humanos, causando unos mayor daño personal y material que otros.

El siguiente cuadro permite identificar y ordenar los efectos sobre los asentamientos humanos, de acuerdo a la siguiente clasificación:

| Efecto de los desastres en los asentamientos humanos |  |
|--|--|
| Recursos humanos:                                    | daños al ser humano  |
| Vivienda:  | daños a la vivienda  |
| Equipamiento comunal:                                | salud: daños a los centros de atención,<br>educación: daños a los centros de enseñanza |
| Infraestructura de apoyo:                            |  |
| Agua:  | daños a las instalaciones  |
| Drenajes:  | daños a las instalaciones  |
| Vial:  | daños a las carreteras, caminos y puentes  |
| Energía eléctrica:                                   | daños a las instalaciones  |
| Telecomunicaciones:                                  | daños a las instalaciones  |
| Puertos y Aeropuertos:                               | daños a las instalaciones  |
| Agrícola:  | daños a las instalaciones  |
| Producción agrícola:                                 | daños a los trabajos de agricultura o a las cosechas.                                  |

Esta clasificación permite determinar los distintos daños a que están expuestos los asentamientos humanos.

Como se podrá observar, se han identificado los efectos de los desastres sobre los asentamientos humanos de acuerdo a la clasificación anterior.

El impacto que causan permite visualizar e identificar en forma estimativa cuando es necesario evacuar a la población o en su defecto si puede permanecer en el área afectada.

(6) Barrios, Sergio. Albergues de emergencia para casos de desastres naturales en Guatemala. Tesis Fac. Arq. USAC 1989.

1.2.1. Efectos de los desastres sísmicos sobre los asentamientos humanos:

Terremotos:

Produce daños en la superficie de la tierra: Fisuramientos, licuefacción de suelos, asentamientos de la tierra, fallas geológicas superficiales, derrumbes.

Recursos humanos (heridos y muertes)

Vivienda (daños o destrucción parcial o total)

Equipamiento comunal: salud y educación (daños o destrucción parcial o total de los centros de atención y enseñanza).

Infraestructura de apoyo:

Agua ( suspensión total del servicio por fracturas en el sistema de distribución).

Drenaje (suspensión parcial o total por fracturas en el sistema de recolección).

Vía ferrea (daños o destrucción parcial en los tramos afectados)

Energía eléctrica ( suspensión parcial o total por daños al sistema).

Telecomunicaciones (suspensión parcial o total por daños al sistema).

Puertos y aeropuertos (suspensión parcial si hubiere daños).

Agrícola (ruptura de los sistemas de riego y drenaje).

Resumen sobre los desastres naturales de Guatemala.

Desastres naturales:

Los fenómenos causantes de los desastres en Guatemala se han sucedido a lo largo de toda su historia, siendo su origen variado según podemos verlo en un recuento de 451 años.

1.2.2. Desastres más importantes ocurridos en Guatemala entre 1530 y 1981.

|                            |  |     |
|----------------------------|--|-----|
| Terremotos.....            | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx   | 54  |
| Temblores.....             | xx | 709 |
| Erupciones volcánicas..... | xx     | 121 |
| Derrumbes.....             | xx             | 108 |
| Hundimientos.....          | xx   | 17  |
| Grietas.....               | xx   | 12  |
| Erosiones.....             | x  | 3   |
| Desbordamientos.....       | xx     | 137 |
| Inundaciones.....          | xx     | 138 |
| Correntadas.....           | xxxx   | 21  |
| Temporales.....            | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx   | 62  |
| Lluvias torrenciales.....  | xx     | 142 |
| Tempestades.....           | xx   | 16  |
| Tormentas.....             | x  | 8   |
| Sequías.....               | xxxxxxxxxx   | 31  |
| Huracanes.....             | xx     | 142 |
| Ciclones.....              | xxxxxxxxxx   | 29  |
| Vientos.....               | xxxxxxxxxx   | 32  |
| Heladas y fríos.....       | xx   | 12  |

Fuente: Eugenio Tahay Reina, Ing. "Fenómenos hidrometeorológicos, sismotécnicos y de aereodinámica externa más importantes en la república de Guatemala, período 1530-1981"

INDE. Departamento de Planificación. Guatemala Septiembre 1982. Inédito.

Extraído: Alonzo Melvin. "Los desastes en Guatemala" Fac. Arq. USAC 1989.

### 1.3. Condiciones geofísicas terrestres.

#### 1.3.1 Teoría del Rebote Elástico. Read

La tierra no es un cuerpo rígido, sino sufre deformaciones bajo la acción de las fuerzas que actúan sobre ella.

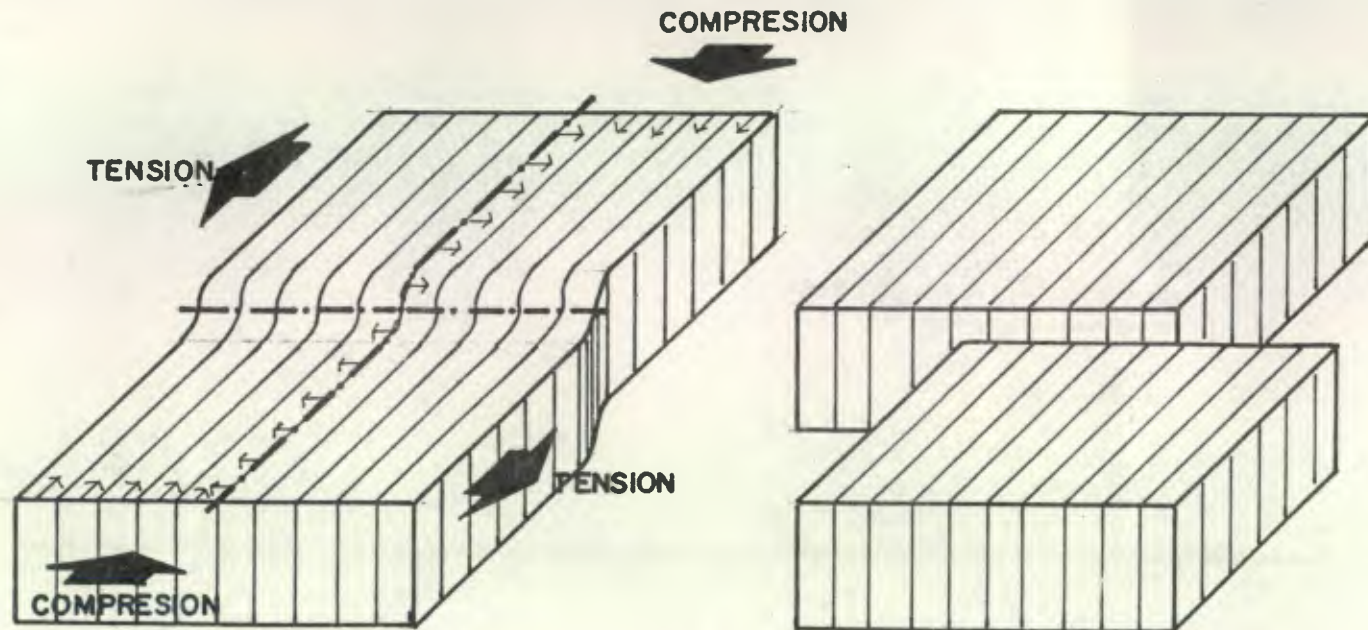
En estas deformaciones, la tierra se comporta como un cuerpo elástico que recupera su forma original cuando cesan las fuerzas responsables; si la elasticidad no es perfecta parte de la energía empleada, en la deformación se disipa en forma de calor, pero el cuerpo nunca vuelve a recuperar exactamente su forma primitiva.

Si las fuerzas que actúan superan la resistencia del material, éste se fractura relajando subitamente la energía almacenada. Para que se produzca una fractura, la rigidez del material deber ser suficientemente alta, pues de lo contrario se produciría una deformación plástica y el material fluiría en lugar de romperse. En la tierra esta rigidez sólo se da en la litósfera, que es la parte superior de la tierra y su fractura constituye la manifestación más espectacular de la energía interna terrestre; estas deformaciones elásticas se van acumulando en una región, hasta que se produce el movimiento relativo de sus partes y la relajación de las formaciones acumuladas. Desde el punto de vista energético un sismo tiene su origen en la energía elástica almacenada en una zona donde éste se produce.

El fenómeno es análogo al que se observa cuando se suelta bruscamente un muelle comprimido. Mientras se va apretando el muelle, se va almacenando energía elástica en sus espiras, energía que se disipa de forma súbita cuando se anulan las fuerzas ejercidas sobre el muelle, volviendo a su equilibrio. Como en el caso del muelle, la energía elástica se almacena en la tierra, de forma lenta en un proceso que puede durar cientos de años, para alejarse súbitamente en un terremoto que sólo dura segundos. (7)

---

(7) Udias Agustín, (1983) "Energía de la tierra", Revista de Investigación y Ciencia No. 86. Prensa Científica Barcelona España. Teoría del Rebote Elástico (Read 1906)



ACUMULACION DE PRESIONES Y TENSIONES

FRACTURA Y DESLIZAMIENTOS EN BLOQUES

## ENERGIA ELASTICA ACUMULADA

FUENTE: ENERGIA DE LA TIERRA. REV. INVESTIGACION Y CIENCIA. PRENSA CIENTIFICA  
AGUSTIN UDIAS. 1983



### 1.3.2. Teoría de las Placas Tectónicas. (Wegener)

Los movimientos de la litósfera están relacionados con el efecto de un equilibrio de energía que surge del continuo reacondicionamiento de las placas, que son capas de rocas, que flotan sobre el magma del interior del planeta; éste se ha calentado y su núcleo crece con el efecto de la fusión del manto interior. Los materiales más pesados caen hacia el centro de la tierra y forman el núcleo sólido, los más ligeros emigran y alcanzan la superficie en forma de lava. Esto empuja las placas en la misma dirección que las corrientes establecidas por diferencia en densidad de los distintos materiales al fundirse.

Esto constituye la base de la teoría, y que todas las indicaciones geofísicas apuntan o afirman que hace 200 millones de años, los continentes ahora dispersos, estaban agrupados en un único continente llamado Pangea.

La superficie de la litósfera está dividida en placas y su espesor varía entre 50 a 150 kms. de distancia. Las placas se consideran como rígidas, aunque sufran deformaciones internas. Los bordes de las placas son zonas activas donde la diferencia de sus movimientos genera esfuerzos que, a su vez producen deformaciones elásticas y que terminan por provocar los terremotos.

Los mecanismos que tienen lugar en estos bordes, son tres:

Primero: El de extensión o divergencia, en el que las placas se separan unas con otras; estas zonas son de creación de nueva litósfera oceánica que viene a ocupar el espacio abierto por la separación.

Segundo: De subducción o convergencia por colisión de dos placas. En estos bordes de las placas, una se introduce debajo de la otra, produciendo así una placa buzante, que puede llegar a penetrar en el manto; hasta 700 kms. sin perder su identidad, dando origen a la zona de terremotos profundos.

Tercero: Es el de deslizamiento horizontal de una placa con respecto a la otra a lo largo de las fallas llamadas de Transformación o Transcurrencia.

La teoría responsable de este movimiento continuo de las placas, depende de cuatro mecanismos, los cuales es muy probable se den a la vez. En los dos primeros las fuerzas son gravitacionales, en ellos las placas son empujadas desde las zonas de divergencia donde son levantadas o

arrastradas desde zonas de subducción, por el peso de la capa buzante y que por la compresión de su material de densidad mayor que el material del manto.

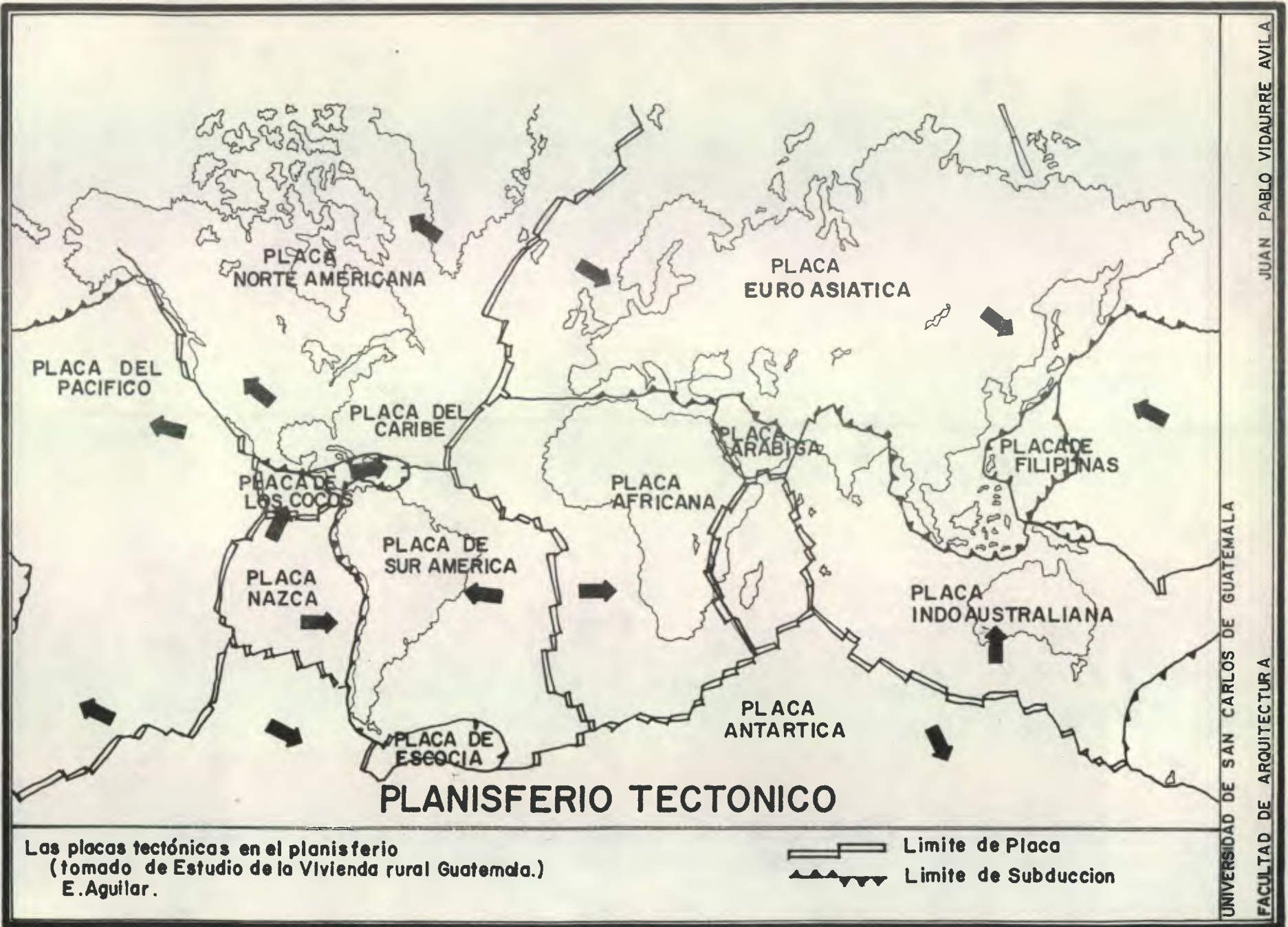
Los otros dos mecanismos suponen la existencia de corrientes de convección térmica, puede ser en todo el manto o sólo en la parte superior que arrastran la litósfera; estas corrientes serían ascendentes en las zonas de divergencia y descendentes en las zonas de convergencia.

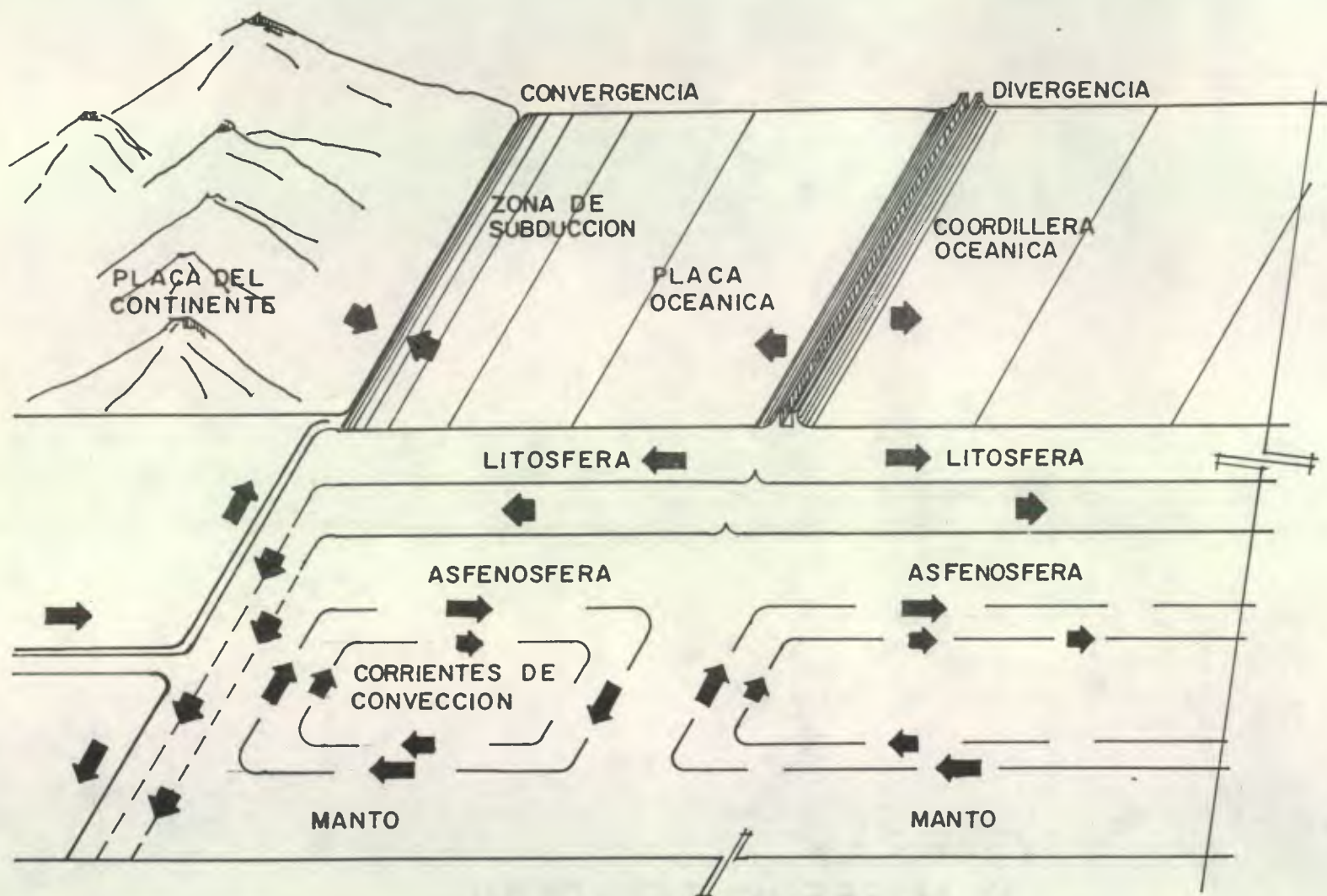
"En el núcleo reinan temperaturas de más de 6,000 k. grados Kelvin, como está compuesto de níquel y hierro es en su mayor parte líquido. A una distancia de unos 3,000 kms. del punto central de la tierra se observa un descenso bastante repentino de la densidad, se trata del paso a la capa intermedia (manto). Pese a que la temperatura sigue disminuyendo, aquí hay también zonas semilíquidas. Igual en un puchero de agua, calentando por debajo o sobre un radiador, se desarrolla aquí un sistema de convección con partes ascendentes. Hay que señalar, sin embargo, que los movimientos discurren un espacio y son del orden de centímetro por año. Pese a ello en dicha convección se encuentran energías enormes. (7)

Como consecuencia de este movimiento de convección, el magma profundo asciende por las dislocaciones de las dorsales oceánicas obligando a las placas a separarse de esas dorsales, y por consiguiente, entran en colisión con las placas vecinas esos movimientos de enfrentamiento se acumulan tensiones que se liberan en forma de un sismo.

En conclusión, hemos visto como la tierra presenta una serie de fenómenos que implican acoplamientos de energía de una forma a otra. La energía interna de la tierra que se manifiesta en forma de calor y movimiento, es en definitiva producida por procesos radioactivos, gravitacionales y derivados de la rotación terrestre. (2)

- 
- (7) Udías Agustín, 1983. "Energía de la tierra" Revista de Investigación y Ciencia. No. 86 Prensa Científica. S.A. Barcelona España. Teoría del Rebote Elástico. Read.
- (2) Bustamante Dávila Seminario sobre Ingeniería Sanitaria en situaciones de desastres Lima, Perú. 1974





# ESQUEMA DE TRASLACION DE PLACAS TECTONICAS

FUENTE: ENERGIA DE LA TIERRA. REV. INVESTIGACION Y CIENCIA. PRENSA CIENTIFICA.  
AGUSTIN UDIAS. 1983.

JUAN PABLO VIDAURRE AVILA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

#### 1.4. Fuentes sísmicas.

##### 1.4.1. Transcurrencia de placas.

En esta zona se manifiestan las fallas de movimientos laterales de las placas una respecto a la otra, y se orientan perpendicularmente a la falla que origina allí la divergencia de placas.

Las fallas principales son los bordes de las placas en la superficie terrestre ya que la energía almacenada por la fricción supera la resistencia del material y este se fractura, liberando toda la energía almacenada; se le llama zona de transcurrencia.

##### 1.4.2. Convergencia de placas:

Es un mecanismo de convergencia o colisión de placas, ocurren en las fosas oceánicas, en donde uno de los bordes de las placas se introduce debajo del otro, produciendo así una placa buzante. El contacto entre ambas placas se llama Zona de Benioff que es un plano inclinado de varios miles de kilómetros cuadrados. Se le llama zona de subducción.

##### 1.4.3. Divergencia de placas:

Este mecanismo tiene lugar en los bordes de las placas con un movimiento de extensión o divergencia en el fondo marino, estas zonas son creaciones de litósfera oceánica que viene a ocupar el espacio abierto por la separación de las placas. Se le llama Cordillera Oceánica.

##### 1.4.4. Fuentes secundarias:

Este tipo de fallamiento es casi siempre perpendicular a las fallas de la zona de transcurrencia, las cuales se pueden clasificar en tres grupos:

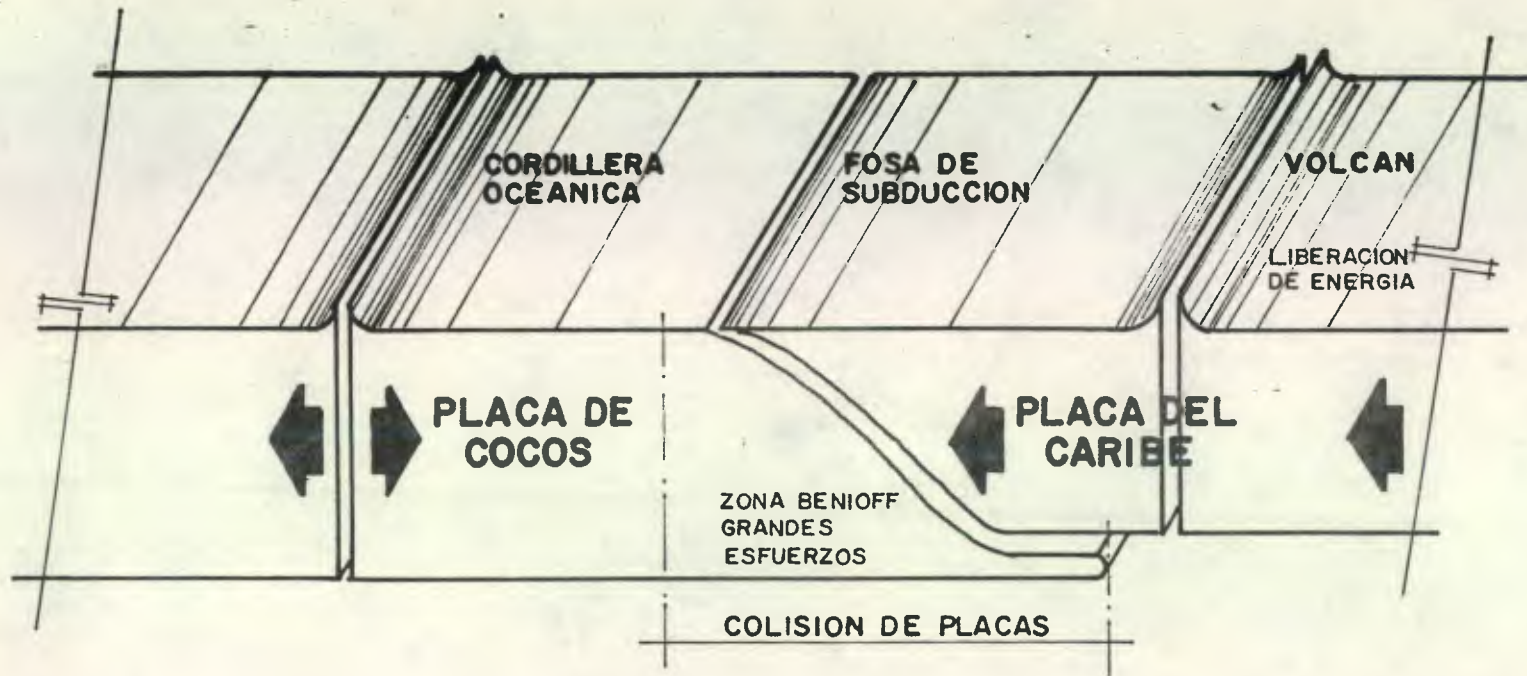
- a. Grábenes y Estructuras, con fallamiento normal paralelo detrás del arco volcánico.
- b. Grábenes y Estructuras de tipo normal, perpendiculares al arco volcánico.
- c. Fallamientos activos de cabalgamiento.

## DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL DE PLACAS TECTONICAS



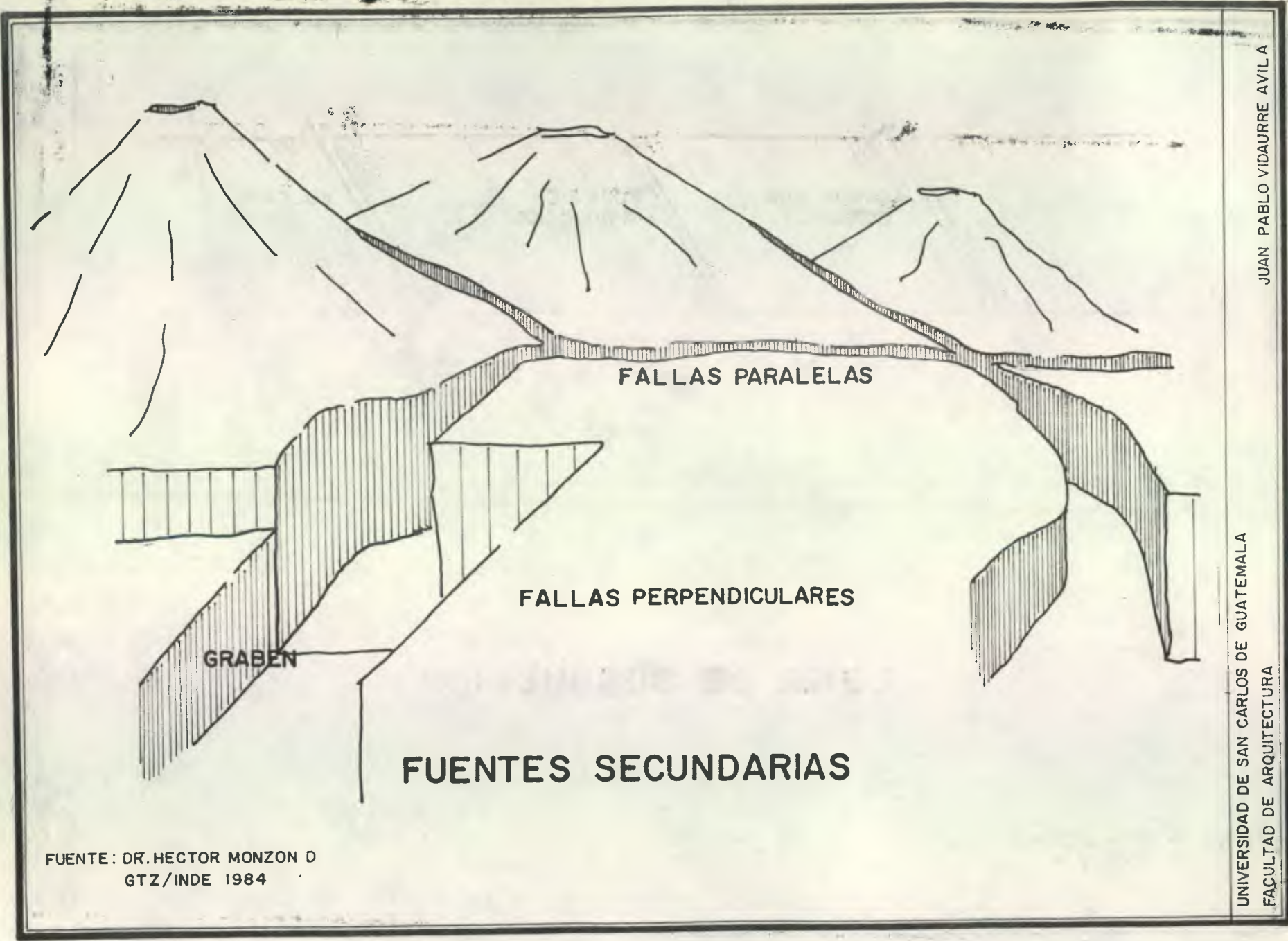
## ZONA DE TRANSCURRENCIA

FUENTE: ENERGIA DE LA TIERRA. REV. INVESTIGACION Y CIENCIA. PRENSA CIENTIFICA  
AGUSTIN UDIAS. 1983.



## ZONA DE SUBDUCCION

FUENTE: DR. HETOR MONZON D.  
GTZ/INDE 1984.



FALLAS PARALELAS

FALLAS PERPENDICULARES

GRABEN

FUENTES SECUNDARIAS

FUENTE: DR. HECTOR MONZON D  
GTZ/INDE 1984

JUAN PABLO VIDAURRE AVILA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA



## 1.5. Geología de un sismo.

Con los fundamentos geofísicos de los tipos de movimientos que sufre la tierra, podemos considerar las fuentes sísmicas que se localizan a lo largo de los bordes de las placas tectónicas, analizaremos y clasificaremos los sismos: su origen, su propagación por medio de las ondas sísmicas a través de la corteza terrestre; su epicentro, su foco, coordenadas, evaluar su intensidad, magnitud por medio de las escalas sísmicas, que a su vez nos permitirá estimar los daños y pérdidas. Todos estos elementos que se necesita conocer y manejar de forma adecuada para poder enfrentarlos de una manera técnica, para mitigar sus efectos en las poblaciones.

### 1.5.1. Sismo:

Movimiento brusco o sucesión de vibraciones de la corteza terrestre, originado por un disturbio elástico o gravitacional de las placas tectónicas que buscan su equilibrio.

#### Sismo:

Vibraciones y aceleraciones del suelo, lo cual genera que todo lo apoyado sobre él sufra los efectos de dicha acción.

#### Sismo:

Movimiento dinámico en la base de la estructura en las cuales produce deformaciones, hasta llegar al colapso de la estructura.

Un terremoto es un sismo de gran intensidad, de energía liberada y de corta duración en tiempo. Un temblor se puede definir como un sismo leve.

### 1.5.2. Magnitud:

Es la energía total desarrollada en la fuente de la perturbación; es un número que indica el tamaño de un sismo, con lo que se puede tener una idea de la energía desarrollada por un sismo en su foco.

### 1.5.3. Intensidad:

Es una magnitud física que expresa el grado de energía que alcanza un sismo en función de aceleraciones de las ondas sísmicas y el efecto sobre las estructuras.

La violencia del movimiento de la tierra, es una región en particular, cálculo de la aceleración del movimiento del suelo, en función de la amplitud máxima de

la oscilación terrestre, y el período del movimiento. Todo esto en términos de los efectos que produce el sismo, en las edificaciones, la naturaleza y el hombre.

1.5.4. Foco o hipocentro:

Punto de irradiación de la energía de un sismo es el centro de dispersión de las ondas sísmicas, básicamente es el lugar donde tiene su origen el sismo.

1.5.5. Epicentro:

Area del planeta en donde más se sienten los efectos de las sacudidas y se localiza por encima del hipocentro, es donde se manifiesta con mayor intensidad el sismo, sobre la superficie terrestre.

1.5.6 Distancia epicentral:

La que existe entre el observador y el epicentro sísmico.

1.5.7. Profundidad de foco o hipocentral:

Distancia vertical entre el hipocentro o foco y la superficie de la tierra.



## COMPONENTES SISMICOS

1:6. Geografía de los terremotos:

A comienzos del Siglo XX las mediciones sismológicas a escala mundial hicieron posible determinar las coordenadas de los epicentros de los terremotos.

Curiosamente estos epicentros se concentran en forma llamativa en determinadas zonas que se entrelazan a la vez, abarcando grandes superficies. De tal manera que hay regiones con sismicidad casi nula (a estas regiones se les llama "Escudos Asísmicos"). Los principales son el Canadá Oriental y Central, el Brasil, África Oriental, la India Central y Australia. Y otras con alta sismicidad a las que se les ha llamado Zonas Sísmicas y son las siguientes:

- 1.6.1.Zona 1. Alrededor del Océano Pacífico existe una franja de gran actividad sísmica y volcánica. Por esta causa se ha denominado "Cinturón Circum-Pacífico", llamado también "Círculo de Fuego". Incluye las costas del Pacífico de las tres Américas, las Islas Aleutianas, las Joriles, el Japón, las Filipinas y Nueva Zelanda. El 90% de los terremotos del mundo sucede en esta franja, donde el Japón y Chile son los más activos. Desde principios del siglo, más de medio millón de personas han perecido en toda esta área, y las pérdidas de propiedades, por la misma causa son incalculables.
- 1.6.2.Zona 2. Pacífico Suboriental: Está asociada a una dislocación oceánica que a partir de las Islas Belleny en el Antártico se une al Golfo de California, pasando por la cresta de la Isla de Pascua y de las Islas Galápagos. Los sismos son todos normales.
- 1.6.3.Zona 3. Se origina en las Antillas Meridionales, sube a lo largo del Litoral Pacífico de América Meridional y bajo los Andes, donde nuevamente aparecen sismos intermedio y profundos junto a los sismos normales y engloba el rizo de las Antillas. Por México, California y Alaska, el círculo se cierra en las Aleutianas.
- 1.6.4.Zona 4. La Zona sísmica trans-asiática abarca todo el sistema orogénico Alpino, desde España y África Septentrional hasta las cadenas de Asia Central; por Birmania e Indonesia se une en el Mar de Banda, el círculo Circum-Pacífico.



## CLASIFICACION DE ZONAS SISMICAS

FUENTE: "TEMBLORES DE TIERRA" No. 363  
INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFIA E HISTORIA.  
MEXICO. 1977

## 1.7. Clasificación de los sismos:

### 1.7.1. Sismos Tectónicos:

Estos tienen su origen en reajustes geológicos (placas tectónicas). Son deslizamientos entre los estratos, asentamientos de terreno, disgregación de rocas, desplomes internos, contracción del magma. Profundidad focal de 0-300 Kms.

#### Causas del Fenómeno:

1. Resbalamiento brusco de un estrato sobre otro, esto ocurre por disolución de productos solubles en agua. Las capas arcillosas que se encuentran en sólido, se saturan de humedad y pierden cohesión, convirtiéndose en una materia fangosa y al combinarse con una superficie inclinada, se producen deslizamientos verticales de un estrato sobre otro.

### 1.7.2. Sismos plutónicos:

Se originan a grandes profundidades de la tierra, debido a la cristalización de rocas, explosiones de gases internos, su profundidad focal va de 300-800 Kms.

#### Causas del Fenómeno:

1. Cristalización de Rocas:

Esto involucra dos aspectos:

- a) Químico: La acción cristalizante y
- b) Físico: Aumento de volumen debido a la acción del primero, lo que produce se desarrollen presiones en el seno de las masas litológicas, produciendo vibraciones o sismos.

2. Relación de Vapor de Agua:

El agua se filtra por fisuras capaces de profundizar por la gravedad hasta encontrar rocas más calientes hasta formar el vapor y este a su vez buscará una salida de presión por alguna dislocación terrestre, produciendo vibraciones en las masas, lo mismo sucede con las explosiones de gases intensos.

### 1.7.3. Sismos volcánicos:

Tienen su origen en el propio cono del volcán, desplomes dentro del cráter minado por la salida violenta de gases y vapores a gran presión, formación de nuevos cráteres. Produciendo fuertes vibraciones locales.

## Causas del Fenómeno:

1. Formación de nuevos cráteres: Donde no existían antes estas acciones se producen por el taponamiento del cono, los gases y vapores atrapados a gran presión al salir a un medio de menor presión explotan, y lo hacen en la misma boca del cono o más abajo, produciendo la explosión total o parcial del volcán, produciendo la tumefacción en la superficie, siendo la causa del sismo.

### 1.7.4. Sismos perimétricos:

Son sismos originados por perturbaciones totalmente ajenas a las acciones de la tierra, las cuales pueden ser: oleaje, viento, acciones del hombre dentro de la corteza terrestre.

### 1.8 Ondas sísmicas:

Todo material permite cierta deformación plástica y esta acumula energía y al pasar un punto crítico, se produce un fenómeno dinámico o una perturbación mecánica que causa vibraciones que se propagan en forma de ondas.

Las ondas sísmicas son movimientos de las partículas terrestres, durante un sismo, el cual es periódico, consistiendo en vibraciones y ondulaciones que viajan dentro de la masa terrestre.

Al producirse una perturbación del equilibrio en el interior terrestre en su medio elástico, la forma de propagación es concéntrica en expansión como las ondas que se propagan en el agua. Las ondas no viajan en el vacío, sólo en espacio o líquido, medios rígidos de propagación

Componentes de onda:

- a) Velocidad
- b) Período
- c) Amplitud
- d) Longitud

#### 1.8.1. Ondas de cuerpo:

##### Ondas "P"

Se caracterizan porque su energía se prolonga en movimiento de vaivén en la dirección de la propagación del sismo. Se propaga en cualquier medio, es la más rápida y la primera en ser registrada por los aparatos técnicos, es un elemento fundamental en la localización del epicentro.

Las ondas "P" son llamadas:

- Ondas primarias.
- Ondas de compresión.
- Ondas longitudinales.
- Ondas de dilatación

a) Velocidad:

Es constante.

|                         |      |                    |
|-------------------------|------|--------------------|
| Capa granítica          | (P)  | 5.57 Kms./segundos |
| Capa basáltica          | (P*) | 6.40 Kms./segundos |
| Capa ultra-basáltica    | (PN) | 7.93 Kms./segundos |
| Rocas ignéas            |      | 6.00 Kms./segundos |
| Rocas poco consolidadas |      | 2.00 Kms./segundos |

b) Período de onda sísmica:

Variación de tiempo  
(P) 0-14 segundos

c) Amplitud de onda sísmica:

Es la medida en micrones (milésimos de milímetros)

- 1 milímetro = sismo leve
- 8-10 centímetros = sismo destructivo

d) Longitud de onda:

Si se toma la velocidad media constante se tiene que la longitud es proporcional al período de oscilamiento del sismo.

1.8.2. Ondas "S"

Estas ondas se propagan en las partes más sólidas o rígidas de la litósfera, su velocidad es relativamente menor que las anteriores, por su amplitud mayor, con distinto período, estas ondas son las más destructivas.

Las ondas "S" son llamadas:

Ondas secundarias.



Ondas de corte o cizalla.  
Ondas transversales.  
Ondas equinovoluminal.

a) Velocidad:

Promedio = 0.6 "P"

Capa granítica

(S) 3.36 Kms./segundos

Capa basáltica

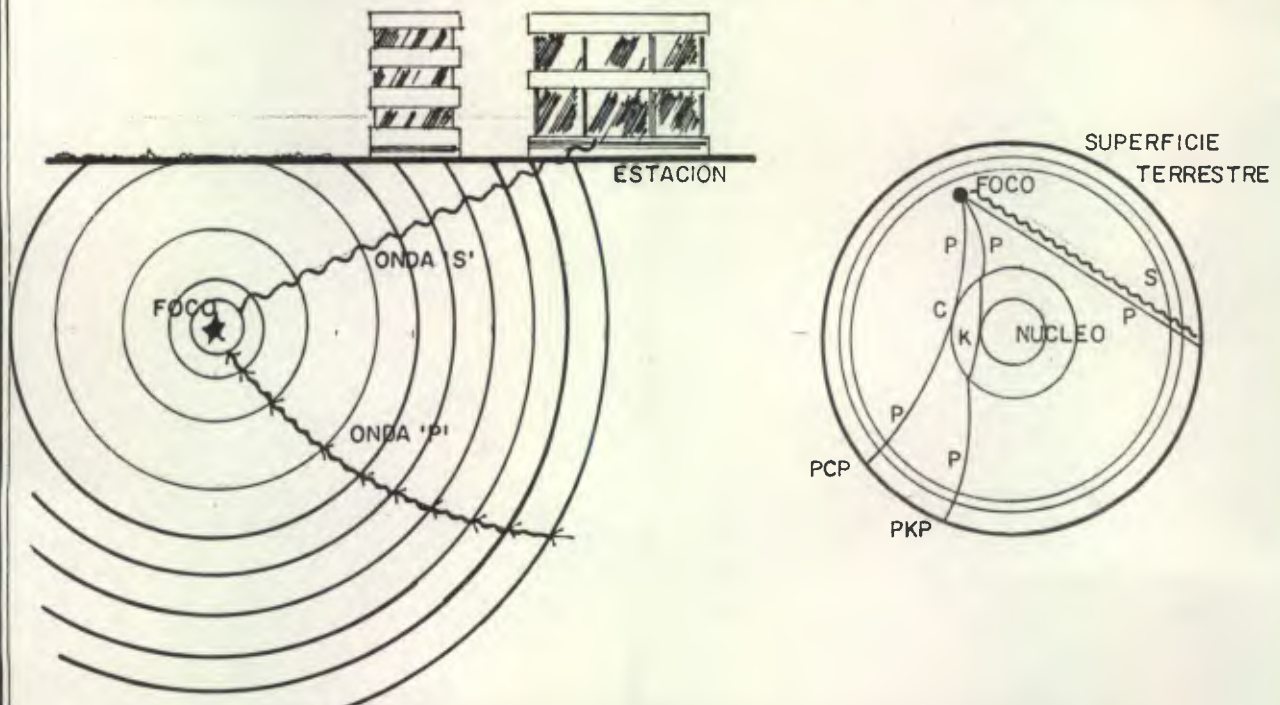
(S\*) 3.65 Kms./segundos

Capa ultra-basáltica

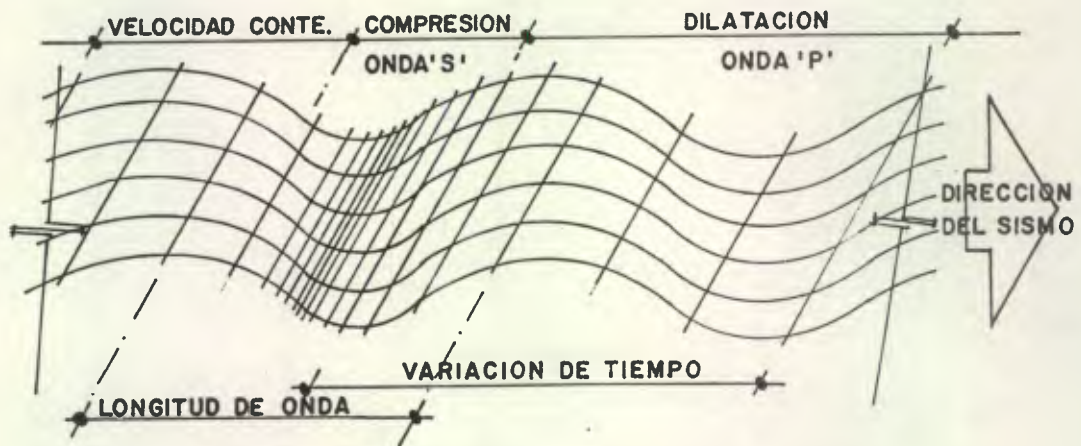
(SN) 4.43 Kms./segundos

b) Período de Onda:

Variación de tiempo 8-30 segundos.



## DISTRIBUCION DE ONDAS INTERNAS



## ESQUEMA DE ONDA SISMICA 'P', 'S'

FUENTE DR. HECTOR MONZON D  
GHZ/INDE 1984.

### 1.8.3. Ondas superficiales:

Este tipo de onda, viaja en la superficie terrestre y su amplitud y su longitud decrece con la profundidad. Se originan cuando las ondas primarias "P", "S" hacen una pausa con la tierra, se forman a cierta distancia del epicentro y su velocidad es menor al viajar.

#### Ondas "Love"

Este tipo de onda, se produce cuando existe un interfase entre los distintos medios elásticos y cada uno de ellos con sus propiedades particulares. Su movimiento es paralelo a la superficie libre y perpendicular al desplazamiento de la onda sísmica. Son ondas transversales y rápidas.

Existe una relación entre la componente rotacional alrededor de un eje vertical y las componentes translacionales horizontales.

Las ondas "Love" se pueden comparar con un senoide horizontal, semejante al movimiento que hace una serpiente, al trasladarse sobre una superficie.

Tambien son llamadas:

Onda "LQ"

Onda "G"

### 1.8.4. Onda "Rayleigh".

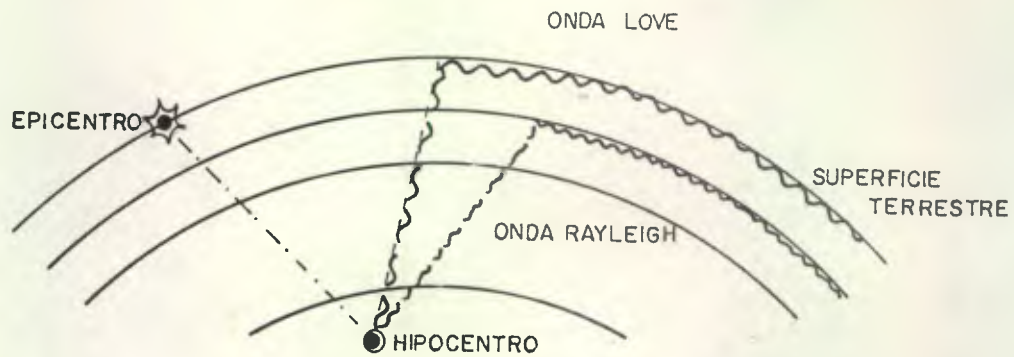
Se originan en la superficie de un sólido elástico y se caracteriza por una trayectoria elíptica retrógrada que describe las partículas al propagarse. Tiene lugar en planos perpendiculares a la superficie, hay una relación entre planos verticales y horizontales.

Este tipo de onda es comparable al movimiento de ciertos gusanos que suben y bajan el espinazo al caminar. La onda "Rayleigh" es una fuente secundaria de sísmos por fallamiento de cabalgamiento.

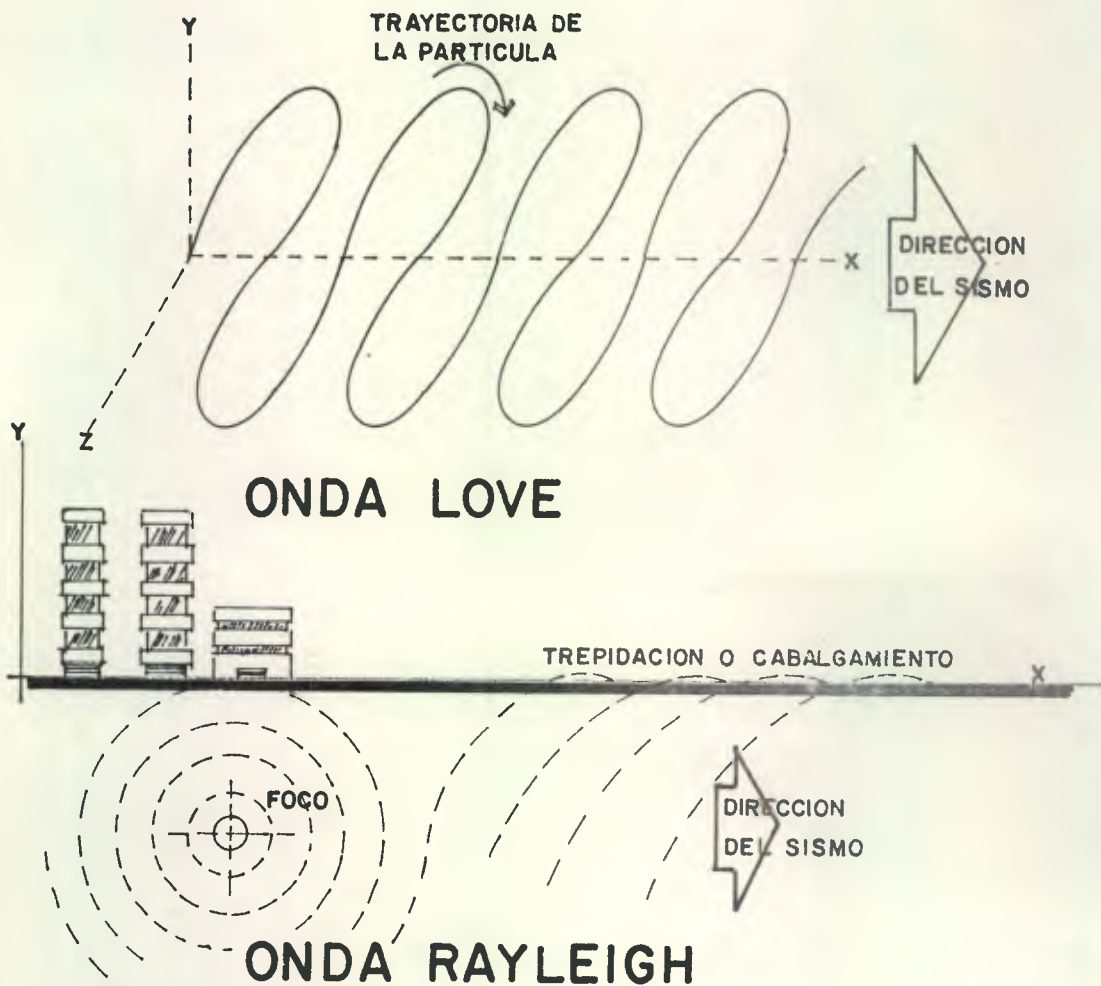
Tambien son llamadas:

Onda "R"

Onda "LR"



## DISTRIBUCION DE ONDAS SUPERFICIALES



FUENTE : DR. HECTOR MONZON D.  
GHZ/INDE 1984.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

JUAN PABLO VIDAURRE AVILA

## 1.9. Escalas sísmicas:

### 1.9.1. Escala de F. Richter:

Esta escala esta intimamente relacionada con la magnitud de un sismo, es decir, con la energía total desarrollada en su hipocentro o foco. Fue desarrollada por Charles F. Richter y Beno Gutenberg, del Instituto de Tecnología de California, USA 1956. Formula:  $\text{Log. } E = 11.4 + 1.5 M$       M= Magnitud  
E= Energía en ergios

La escala se basa en el concepto de que idealmente la magnitud debería ser una medida absoluta de la energía liberada por un terremoto y no ser afectada por la localización de los sismógrafos.

En primer lugar el Sismólogo mide la amplitud del movimiento del suelo, registra una parte concreta del tren de ondas sísmicas.

Segundo: divide esta amplitud registrada por la ampliación propia del Sismógrafo correspondiente, para estimar el verdadero movimiento del sismo en la estación.

Tercero: luego se localiza el logaritmo de base 10 de este movimiento del suelo y se aplican determinadas correcciones empíricas a este número para compensar tanto la atenuación del movimiento, debida a su propagación y alejamiento de la fuente, como el grado de influencia de las condiciones geológicas de la zona, sobre el registro de un determinado Sismógrafo.

Esta escala al fundarse en el logaritmo decimal del desplazamiento del suelo corregido, cada aumento en la unidad de magnitud implica un incremento según un factor de diez, en la amplitud del movimiento del suelo. (8)

Se trata de una escala de extremo abierto, teóricamente no existe límite superior si bien se cree que las rocas se desquebrajan antes de que se pudiera acumular suficientemente energía para producir un terremoto con valor 10 en la escala Richter.

En 1977 se llevó a cabo una revisión y se alteraron algunas magnitudes de los terremotos del pasado, con ejemplo del terremoto de San Francisco, California 1906 pasó de 8.3 a 7.9 y el ocurrido en Alaska en 1964 de 8.3 a 9.2

---

(8) David M. Boore. 1978. "Terremotos". Revista de Investigaciones y Ciencia No. 17 Febrero 1978. Prensa Científica, S. A. Barcelona, España.

No obstante la magnitud de un terremoto, no es un indicio claro de los daños producidos, ya que depende de otros factores, distancia, al epicentro, hipocentro, condiciones del terreno, es así como la magnitud Richter es un pobre indicio de los daños ocurridos en las poblaciones.

### 1.9.2. Escala de Mercalli Modificada MMI

Esta se basa en los efectos producidos por un sismo en una región en particular, es una cantidad no instrumental utilizando criterios cualitativos que no están exentos de subjetividad.

La escala de Mercalli Modificada (MMI), cada grado de intensidad es caracterizado por un conjunto de observaciones sobre los efectos en las construcciones y el medio ambiente, así como los efectos sentidos por el hombre.

La escala sísmica de intensidades fue preparada por Derossi y Forel en el año de 1883, fue revisada y modificada por Mercalli en 1902, ampliándola de 10 a 12 grados por sugerencia de Cancani y presentada en forma más elaborada por Sieberg en 1923, con frecuencia aparece citada así: MCS. (Mercalli-Cancani-Sieberg) en 1931 Wood y Newman publicaron la denominada Escala Modificada de Mercalli.

En julio de 1979, R. J. Brazee hace la última reevaluación de la Escala de Mercalli con una correlación entre las descripciones que caracterizan a cada grado de intensidad, fue evaluada a partir de una muestra de 400,00 asignaciones de intensidad recabadas entre 1928 a 1974, lo cual condujo a reordenamiento de las intensidades de cada grado de la escala, la cual presentamos a continuación:

### 1.9.3. Descripción de daños en edificaciones según MMI: (9)

| MMI | RICHER | DESCRIPCION  |
|-----|--------|--|
| I   | 2.5    | Imperceptible  |
| II  | 2.6    | Muy ligero, sentido por personas en posición de descanso en pisos altos. |

(9) Bolt, Bruce A. "Terremotos" Serie Reverte Ciencia y Sociedad. Universidad de California, Berkeley USA E. Reverte S. A. España 1981 pp 226-227

| MMI  | RICHTER | DESCRIPCION  |
|------|---------|--|
| III  | 2.7     | Ligero, sentido en el interior, objetos suspendidos oscilan, no identificado al inicio.  |
| IV   | 3.5     | Moderado, algunos objetos fueron movidos en sentido al aire libre, vibraciones de platos, vasos, ventanas, paredes crujen.   |
| V    | 4.3     | Descrito como fuerte, las personas que están durmiendo se despiertan, líquidos se agitan, algunos se derraman, objetos pequeños inestables, desplazados o volcados, las puertas se balancean, se cierran, se abren, árboles se sacuden, oscilan autos detenidos.   |
| VI   | 4.9     | Fuerte, sentido por todos, se asustan, salen al exterior, platos y objetos de vidrio se rompen, adornos, libros, etc. se caen las estanterías, los cuadros caen, los muebles se mueven, los revestimientos débiles y las construcciones de tipo D se agrietan, las campanas pequeñas suenan, arbustos sacudidos visiblemente.  |
| VII  | 5.5     | Muy fuerte, difícil de mantenerse en pié, sentido por conductores, daños en edificios de tipo D, incluyen grietas, deslizamientos de tierra, suministro de electricidad suspendido, caída de cielos rasos, ladrillos sueltos, tejas, cornizas, hornamentos arquitectónicos. Algunas grietas en edificios tipo C, olas en estanques, agua enturbiaada, cambios de la temperatura en el agua, en sus fuentes, campanas grandes suenan. |
| VIII | 6.0     | Ruinoso, conducción de autos afectada, daños en edificios tipo C, colapso parcial, algún daño en tipo B, nada en edificios tipo A. Edificios altos oscilan violentamente, tuberías subterráneas rotas, teléfonos fuera de servicio, caída de paredes manpostería, chimineas, torres, estructuras de casas se   |

---

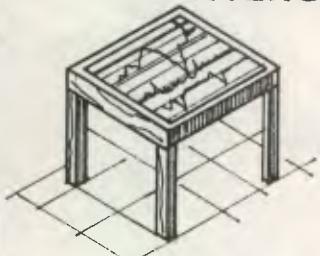
| MMI | RICHTER | DESCRIPCION   |
|-----|---------|---|
| IX  | 6.8     | mueven sobre los cimientos, si no están sujetas, cambios de caudal y temperatura en fuentes y pozos. rieles de tren torcidos ligeramente.   |
| IX  | 6.8     | Destructor, pánico general construcciones tipo D destruídas, edificios tipo C seriamente dañados, algunos colapso total, edificios tipo B con daños importantes en el terreno, hubo grietas notables, daños generales en cimientos, armazones de madera arruinadas, daños serios en embalses de agua, tuberías todas rotas, en áreas de aluvial eyección de arena y barro, aparecen fuentes y cráteres de arena.  |
| X   | 7.7     | Muy destructor, anchas fisuras se formaron en el terreno, colapso en estructuras de tipo B, daños considerables en estructuras tipo A, puentes dañados, diques y presas, también el agua rebasó las orillas de canales, ríos, lagos, arena y barro desplazados horizontalmente en playas y tierras bajas. La licuefacción de los suelos causó hundimiento de edificios verticalmente en el terreno, hundimiento en laderas, desprendimientos considerables. |
| XI  | 8.3     | Catástrofe. Puentes grandes bien construídos fueron destruídos, presas, diques, terraplanes desquebrajados, agua subterránea fue expulsada con actividad "GEYSER", colapso total en estructuras tipo A.   |
| XII | 9.0     | Gran Catástrofe. Daño total en un área de 0.5 Kms. como mínimo, se formaron nuevas fallas en rocas competentes formalmente cristalinas, canales y cursos de los ríos modificados notablemente.  |

---



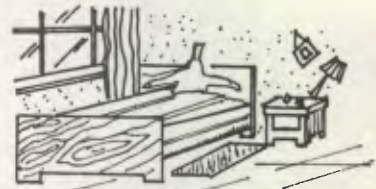
# ESCALA DE INTENSIDADES DE MERCALI

I



Detectada solo por instrumentos.

V



Objetos pequeños desplazados o volcados líquidos se derraman, los que duermen se despiertan.

II



Sentida por personas en reposo en pisos altos.

VI



Sentido por todos, ventanas, platos y objetos de vidrio se rompen, objetos volcados.

III



Sentido dentro de un edificio, objetos suspendidos oscilan.

VII



Daño moderado en estructuras débiles, difícil de mantenerse en pie, olas en estanques, campanas suenan, deslizamiento de tierra.

IV



Sentido fuera, vibraciones de objetos y ventanas.

VIII



Daño considerable, edificios altos oscilan violentamente tuberías subterráneas rotas, rieles de tren torcidos.

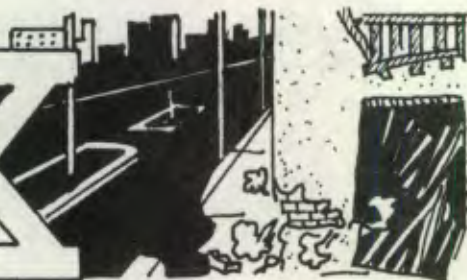
FUENTE: TEMBLORES DE TIERRA. INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFIA E HISTORIA  
OEA. MEXICO 1977.- PUBL. No 363

**IX**



Panico general. Grave daño o colapso total

**X**



Destruccion seria en edificios bien contruidos

**XI**



Casi todo quedo en pie colapso total

**XII**



Destruccion total cotostrofe.

FUENTE: TEMBLORES DE TIERRA. INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFIA E HISTORIA  
OEA. MEXICO 1977.- PUBL. No 363

1.9.4. Clasificación y tipología de las Estructuras según la Escala MMI: (9)

- Tipo A. Estructuras de hormigón armado, acero, calculadas para resistir fuerzas horizontales muy bien detalladas en los planos, materiales y mano de obra de primera calidad y supervisión.
- Tipo B. Estructuras convencionales de hormigón armado, mampostería reforzada, no diseñados en detalle para resistir fuerzas laterales muy fuertes, mano de obra y supervisión.
- Tipo C. Estructuras muy débiles, como para fallar la unión de las esquinas, con estructura interna de mampostería, no diseñadas, ni calculadas para resistir fuerzas horizontales fuertes, mano de obra, materiales ordinarios.
- Tipo D. Construcciones muy débiles, casi no resisten fuerzas horizontales, mano de obra baja calidad, materiales pobres tal como: adobe, baja-reque, tapial.

---

(9) Bolt, Bruce A. "Terremotos" Serie Reverte Ciencia y Sociedad, Universidad de California, Berkeley, Editorial Reverte, S. A. España 1981

### 1.10. Modelos de Zonificación Sísmica:

Las grandes pérdidas de vida y de bienes materiales durante sismos en zonas urbanizadas, densamente pobladas, como lo son las de nuestro país, ponen de manifiesto la necesidad de tomar medidas para reducir estas pérdidas.

"El mejor modo de determinar la protección adecuada a los sismos constituye el establecer criterios técnicamente coherentes y económicamente justificados, aplicables a la concepción de estructuras sísmicas en todo el país.

A efecto de planificación regional y de urbanismo, así como de concepción de estructuras antisísmicas, la determinación de zona microzonas sísmicas parece ser un buen modelo para establecer criterios uniformes". (10)

Cualquier toma de decisiones referente a la planificación urbana, así como al diseño antisísmico debe basarse en los conocimientos de las características de las probabilidades de un futuro sismo fuerte en una zona determinada.

La zonificación sísmica es la recopilación de datos de una fácil interpretación de las cantidades relacionadas con la frecuencia e intensidades de un futuro sismo en una zona.

En conclusión, podemos afirmar que la zonificación sísmica es un conjunto de datos geológicos y geofísicos (sismológicos principalmente) relacionados con los movimientos, velocidades de la corteza terrestre, las intensidades de los esfuerzos tectónicos de los bloques corticales de un área determinada. Algunos otros mapas sólo cuentan con las observaciones de los efectos de los sismos del pasado y parten del supuesto de que en un futuro sismo se repita el mismo mecanismo geotécnico que dió origen al pasado sismo.

"Los mapas de zonificación sísmica conjuntamente con otros mapas que contengan datos de gravimetría de la actividad volcánica presente y pasada, proporcionarán una descripción multifacética de la geología de una región para una buena predicción sísmica, es preciso cartografiar los fenómenos sísmicos, los epicentros y sus diferentes magnitudes. Luego de la etapa final se comparan los datos sísmicos con los rasgos geológicos a fin de establecer relaciones entre ambas, dando un mapa de zonificación basado en la hipótesis, que bajo una serie de condicio-

---

(10) Petrovski Jamin T. "Microzonificación sísmica y sus problemas conexos". Terremotos, Evaluación y mitigación de su peligrosidad. Unesco 1980. Editorial Blume, España.

nes geológicas, los sismos pueden ocurrir en un punto cualquiera de una falla en que se dan aquellas condiciones y con una intensidad máxima tal que no exceda de las allí observadas". (10A)

Cabe hacerse la aclaración que un mapa de microzonificación sísmica es la relación de las condiciones locales del suelo, licuefacción, deslizamientos, fisuración, raptación y los problemas técnicos suelo-estructura de las edificaciones.

La compilación de un mapa de zonificación sísmica deberá basarse en una buena y precisa definición de las variables comprendidas para su interpretación, las cuales podemos clasificar así:

- A. Parámetros sísmicos.
- B. Parámetros dinámicos de las ondas sísmicas como funciones de distancia, profundidad focal y magnitud.
- C. Observaciones macrisísmicas.
- D. Aspectos geotécnicos y geofísicos.

La clasificación de una zonificación sísmica es de acuerdo con los datos usados y las suposiciones asumidas para su preparación. La suposición principal es la calidad de los datos sismológicos usados y los podemos clasificar de acuerdo a su contenido en las siguientes categorías:

- I Mapas de intensidad máxima.
- II Mapas de zonificación "Técnica" coeficientes sísmicos del código de construcción.
- III Mapas de aceleración máxima respecto a períodos de retorno.
- IV Mapas de riesgos sísmicos.

Se debe de contemplar que una buena zonificación sísmica no sólo es la elaboración de un mapa, ya que para muchas tomas de decisiones, se requiere en muchos casos de más información de la que puede figurar en un mapa. Se podrían incluir documentos como mapas de epicentros, mapas de grandes sismos, mapas neotectónicos, comentarios y recomendaciones sobre la información y el buen uso de ella.

---

(10A) Savarenskij, e I.L. Nersesov. "Producción de Terremotos" "Terremotos". Evaluación y Mitigación de su peligrosidad. UNESCO, 1980. Editorial Blume, España.

### 1.10.1. Modelos de Atenuación Sísmica:

Son expresiones de espacio probabilístico, son ecuaciones semi empíricas que relacionan magnitud, distancia, intensidad, es decir aceleraciones, velocidades y desplazamientos durante los sismos.

"Los procedimientos utilizados para obtener las leyes de atenuación consiste en ajustar curvas a los datos de eventos ocurridos en diferentes regiones, por lo cual las expresiones así obtenidas reflejan las características geotectónicas de la región". (11)

Estos modelos estadísticos han de permitir precedir en términos probabilísticos, futuras secuencias sísmicas en una región por la relación de los parámetros del movimiento del suelo, con lapsos de tiempo llamados Períodos de Recurrencia.

### 1.10.2. Modelo de Poisson:

Por medio de este modelo se puede llegar a establecer los distintos niveles de distribución de máximas intensidades de aceleración del suelo en una región.

Al usar este modelo se asume que los eventos son espacialmente y temporalmente independientes, asignando una máxima magnitud Richter para cada origen, asociado a la distancia hipocentral y el sistema de falla que pueda pertenecer.

Este modelo es también llamado Modelo del "Sismo Fuerte", conformando grupos de sismos fuertes y períodos de retorno, lo cual facilita una aproximación para la predicción de los mismos. La relación de atenuación utilizada para trasladar la carga sísmica es la Ecuación de Esteva. 1974.

### 1.10.3. Modelo de Bayesiano:

Este modelo también es probalístico en el cual se tiene una ventaja distinta al anterior y es que se puede incluir información subjetiva adquirida por las experiencias sísmicas del pasado, junto con los datos cuantitativos. Los parámetros Bayesianos se determinan por la acumulación de esfuerzos de una región,

---

(11) Chávez Mario "Modelos de riesgo sísmico, estimación Bayesiana y ejemplo de Aplicación. Instituto de Investigación de Ingeniería. UNAM. Mexico, D. F. Nov. de 1987.

por las contribuciones de corteza terrestre vecina empujadas por un sismo localizado en los alrededores, lo cual se designa como sismicidad local.

En el Teorema de Bayes, el período de recurrencia de los sismos es asumida a priori y es usada la ecuación de Esteva, elaborando un mapa de iso-aceleraciones de una región estableciendo los períodos de retorno y sus máximas aceleraciones.

#### 1.10.4. Mapas de Iso-aceleraciones:

Los datos obtenidos por los modelos de atenuación se trabajan uniformemente confeccionando gráficas de intensidad, distancia, tiempo, por medio de coordenadas, se localizan los epicentros de los sismos, se plotean los distintos puntos de aceleraciones, calculadas a cada 50 Kms. y se trazan isosistas o insolventes de igual intensidad a cada nivel, conformando así el mapa que nos dará el parámetro de retorno de un sismo y sus aceleraciones en una región.

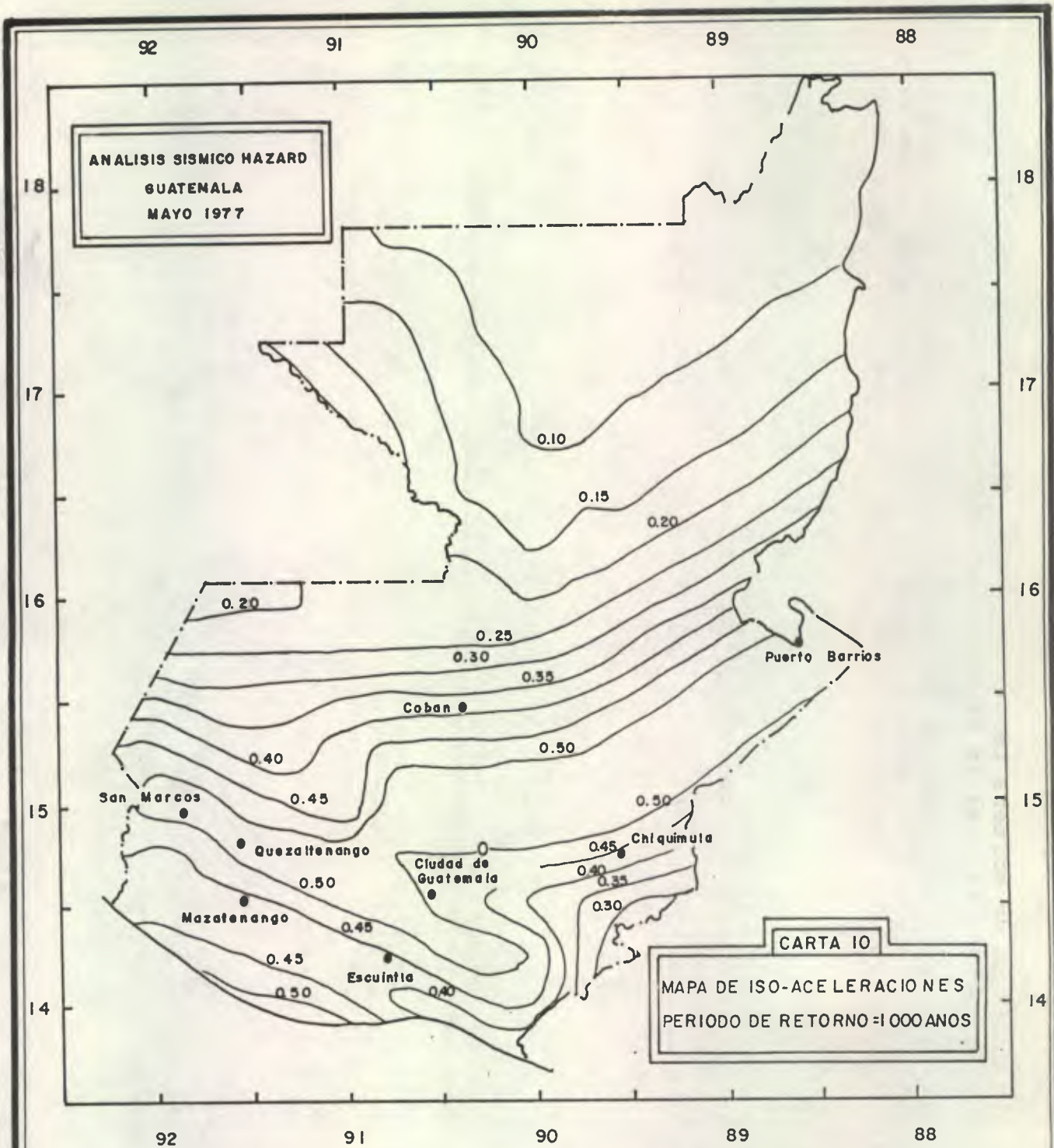
#### 1.10.5. Mapas de Riesgo Sísmico:

En la actualidad el término es muy usado y varía el concepto de un país a otro, dependiendo de las variables que se usen, es por ese motivo que un grupo de trabajo de la UNESCO se reúne en París en abril de 1972 y definen que es riesgo: Posibilidad de pérdida y riesgo sísmico. Posibilidad de pérdida provocada por un sismo.

Los mapas de riesgo sísmico son usados para localizar las regiones que pueden ser más susceptibles a ser afectadas por un sismo fuerte y poder estimar sus pérdidas económicas y sociales, en áreas urbanizadas e industrializadas. (10)

---

(10) Vit. Karnik S. T. Algermissen. "Zonificación Sísmica", "Terremotos" Evaluación y Mitigación de su peligrosidad. UNESCO 1980. Editorial Blume, España.






MAPA DE ISO-ACELERACIONES , MODELO DE POISSON . PERIODO DE RETORNO DE 1,000 AÑOS .

**FUENTE:** EXTRAIDO DE " SEISMIC HAZARD MAPPING FOR GUATEMALA ." BY DEPARTAMENTEN OF ENGINEERING SATNFORT UNIVERSITY . REPORT No. 26 MAY. 1977





| SISMOS  | INTENSIDAD<br>MAXIMA MMI. |
|---|---------------------------|
|  A   | VI VII                    |
|  B  | VIII                      |
|  C | IX                        |

PERIODO: 50 años

ZONAS DE PELIGRO SISMICO SEGUN INTENSIDAD

## ZONIFICACION SISMICA DE SEGUROS

FUENTE: AGUILAR EDUARDO  
ESTUDIO DE LA VIVIENDA RURAL DE GUATEMALA

| SISMO<br>MAGNITUD | ZONA       |            |
|-------------------|------------|------------|
|                   | 1          | 2          |
| 4.6 5.0           | 178        | 227        |
| 5.1 5.5           | 77         | 85         |
| 5.6 6.0           | 69         | 75         |
| 6.1 6.5           | 33         | 51         |
| 6.6 7.0           | 11         | 36         |
| 7.1 7.5           | 6          | 10         |
| 7.6 8.0           | 1          | 3          |
| 8.1 mas           | 3          | 3          |
| <b>TOTALES</b>    | <b>378</b> | <b>490</b> |

AÑOS (1900 - 1974)

FRECUENCIA SISMICA

## CAPITULO II - FUENTES SISMOGENICAS DE GUATEMALA

El análisis de toda la información geológica, tectónica de la región, permite definir las fuentes sísmicas de la zona de Guatemala, se caracteriza por una tectónica compleja, donde convergen tres placas, que son las siguientes:

PLACA NORTE-AMERICANA  
PLACA DEL CARIBE  
PLACA DE COCOS, OCEANICA O DEL PACIFICO

Cada una de ellas, hace del país una región con un alto potencial sísmico, debido a la interrelación de las tres placas tectónicas, la superficie de nuestro país está altamente fracturada.

La Placa Oceánica de Cocos sufre subducción debajo de la Placa del Caribe, a todo lo largo de la Costa de Mesoamérica, que comprende a Mexico, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.

El contacto entre ambas placas es un plano inclinado subterráneo de varios miles de kilómetros cuadrados y esta zona de contacto entre las placas recibe el nombre de Zona Benioff.

Los diversos segmentos sufren reacondicionamientos que afectan el territorio por encima de ellos, estos movimientos ocurren uno por uno y ocasionalmente se rompen simultáneamente dos o más, produciendo como consecuencia sismos en intervalos pequeños de tiempo

### 2.1.1. Fallas Geológicas de Guatemala:

Son fracturas de la litósfera en la parte superior terrestre, en las cuales las paredes opuestas de la corteza se han movido una con relación a la otra. La mayor parte de todos los sismos se originan por el desplazamiento de las placas tectónicas, cuyas expresiones más conocidas son precisamente las fallas que se dan en los bordes superiores.

Las regiones rajadas, las que no han sido rotas evidentemente durante un periodo de tiempo, parecen ser los sitios más seguros para grandes terremotos futuros.

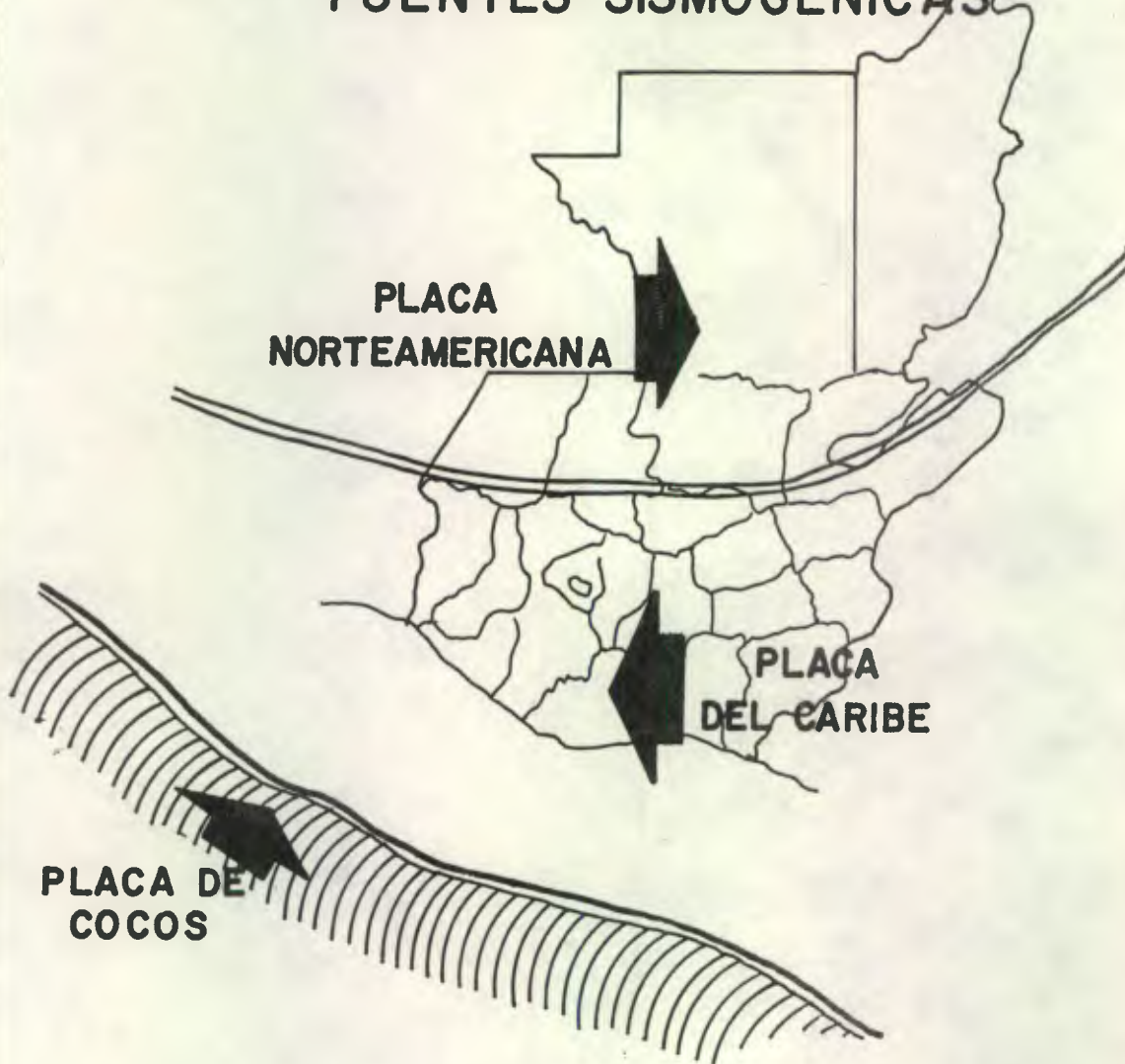
De acuerdo con las interpretaciones de las placas tectónicas, Guatemala está dividida por la mayor falla geológica, que separa la Placa de Norteamérica y la Placa del Caribe. Es así como las fallas que atraviesan el territorio nacional de este a oeste, forman la zona límite a lo largo de las placas.

Otra zona se establece en la Placa Cocos subduce a la Placa del Caribe y se manifiesta en la formación del arco volcánico o Cinturón de Fuego al sur del país.

Para formarse una concepción más clara de la actividad de estas fallas, se ha establecido un rango de deformación de 9.2 cm por año entre las Placas del Caribe y la Placa de Cocos. El rango de deformación para las Placas del Caribe y la Placa de Norteamérica es de 2.2 cm por año.

# GEOLOGIA TECTONICA DE GUATEMALA

## FUENTES SISMOGENICAS



FUENTE:

DR. HECTOR MONZON P.

GTZ/INDE JULIO 1984

# ESQUEMA DE FALLAS GEOLOGICAS DE GUATEMALA



47

FUENTE: HECTOR MONZON  
GTZ/INDE. 1984.

**PLACA DE COCOS**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

JUAN PABLO VIDAURRE AVILA

### 2.1.2. Zona de Transcurrencia:

La zona de transcurrencia entre la Placa Norteamericana y la Placa del Caribe, nos dá un sistema de fallas geológicas subparalelas, las que clasificaremos a continuación:

- a. Falla Chixoy-Polochic, particularmente en los Departamentos de Alta Verapaz e Izabal.
- b. Falla San Agustín Acasaguastlán, en los Departamentos de Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa e Izabal.
- c. Falla del Motagua, es la más grande y larga, está atraviesa los Departamentos del Quiché, Chimaltenango, Guatemala, El Progreso, Zacapa e Izabal.
- d. Falla Jocotán-Chamalecón, en los Departamentos de Jalapa, Chiquimula y la parte noroeste de Honduras.

La naturaleza de las fallas de este sistema, con relación a la fisura del Caimán y lugares tectónicos del Caribe, son fundamentalmente viejas que han socabado desplazamientos recurrentes desde la última Era Paleozoica, es por ésto que la geografía y topografía a todo lo largo de las fallas de la zona de transcurrencia son pequeños riscos cerrados, extracciones rocosas, grandes valles y pequeños valles que sugieren repetidas y recientes actividades tectónicas.

### 2.1.3. Zona de Subducción:

Otro sistema de fallas, que originan gran actividad sísmica en el país, es la zona de subducción en la Costa del Pacífico y la colisión y buzamiento de la Placa de Cocos con respecto a la Placa del Caribe así como también el acumulamiento de grandes esfuerzos en la Zona Benioff. Esto delimita una zona de origen de gran cantidad de sismos, donde los volcanes se sitúan sobre hipocentros de los sismos o liberación de energía almacenada a través de ellos.

### 2.1.4. Fuentes Secundarias:

Las fuentes secundarias de sismicidad, es el tipo de fallamiento paralelo, perpendicular y de cabalgamiento que se dan respecto a las fallas de transcurrencia, tiene un significante riesgo geológico por su proximidad a las áreas ur-

banas. Su presencia es detectada por cinturones locales de actividad sísmica, microtectónica. Estas fallas tienden a ser mas cortas y sus rupturas son por deslizamientos tanto verticales como horizontales en la superficie del terreno.

Muchas de estas fallas son jóvenes geológicamente y tienen mucha actividad, son causantes de sismos de moderado tamaño, aunque su activación a veces puede ser en un sistema local de fallas, lo que dá lugar a sismos de mayor intensidad.

Entre las principales tenemos: Las de San Marcos a inmediaciones del Volcán Tacaná, El Graben de Atitlán en Sololá; las de Mixco y Amatitlán en Guatemala; la de Jalpatagua en Santa Rosa y Jalapa; los Graben en Ipala y la de San José en Chiquimula.



- 1. ZONA DE CHIAPAS MEXICO
- 2. ZONA DE OCCIDENTE
- 3. ZONA CENTRO
- 4. ZONA ORIENTE
- 5. ZONA DE EL SALVADOR

NOTA: ZONA DE SUBDUCCION GENERALIZADA PARA EVENTOS SUPERFICIALES REGISTRADOS EN LA PLACA DEL PACIFICO.

## MAPA DE LA PROYECCION HORIZONTAL DE LA ZONA DE SUBDUCCION

FUENTE: DR. HECTOR MONZON D.  
GTZ/INDE JUL. 1984.





- 1. ZONA DE CHIAPAS MEXICO
- 2. ZONA DE IXCAN QUICHE
- 3. ZONA DE JALPATAGUA
- 4. ZONA CADENA VOLCANICA
- 5. ZONA DEL CENTRO
- 6. ZONA DE SACAPULAS
- 7. ZONA DE IPALA
- 8. ZONA DE CHIQUIMULA

## MAPA DE FALLAMIENTOS SUPERFICIALES DE FUENTES SECUNDARIAS

FUENTE: DR. HECTOR MONZON D.  
GTZ/INDE . JUL. 1984.

2.2.1. Historial de Temblores de Guatemala:

| TIPO DE EVENTO: T E M B L O R E S |                       |       |            |                             |  |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|------------|-----------------------------|--|
| Fecha de ocurrencia               | Fuente de información | Fecha | Lugar      | Departamento                | Breve descripción del suceso   |
| 21/Mar/1530                       | 2                     |       | Santiago   | Sacatepéquez                | Temblores con características de terremotos en la capital                              |
| Abr/1607                          | 2                     |       | Santiago   | Sacatepéquez                | Fuertes sismos en la ciudad y derrumbes de casas; varios muertos.                      |
| 13/Abr/1651                       | 1                     |       | Santiago   | Sacatepéquez                | Fuerte temblor   |
| 04/Ago/1702                       | 1                     |       | Santiago   | Sacatepéquez                | Tembló fuerte  |
| 14/Oct/1710                       | 1                     |       | Santiago   | Sacatepéquez                | Fuertes temblores, fuego y ceniza del volcán de Fuego                                  |
| 30/Sep/1917                       | 1                     |       | Santiago   | Sacatepéquez                | 9:30 a.m. sintióse fuerte temblor  |
| 04/Oct/1717                       | 1                     |       | Santiago   | Sacatepéquez                | 9:00 p.m. la ciudad sufre consecuencias de fuertes temblores                           |
| 04/Ago/1762                       | 1                     |       | Santiago   | Sacatepéquez                | La ciudad conmovida por intensos temblores del 4 al 10 de agosto.                      |
| 11/Jun/1773                       | 1                     |       | Santiago   | Sacatepéquez                | 4:00 p.m. Son sentidos fuertes temblores. Sufre averías el Palacio                     |
| 11/Ago/1880                       | 1                     |       |            | Totonicapán                 | En la madrugada hubo 3 temblores causando alarma en la población.                      |
| 29/Nov/1980                       | 1                     |       | Costa Cuca | Quezaltenango y Totonicapán | 6:30 p.m. hubo un temblor de tierra, fuerte y prolongado. Todo el vecindario alarmado. |
| 01/Mar/1882                       | 1                     |       | Salamá     | Baja Verapaz                | Hubo 5 temblores acompañados de grandes retumbos subterráneos.                         |

2.2.1. Historial de Temblores de Guatemala: (cont)

| TIPO DE EVENTO: T E M B L O R E S |                       |       |             |               |   |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------------|---------------|---|
| Fecha de ocurrencia               | Fuente de información | Fecha | Lugar       | Departamento  | Breve descripción del suceso  |
| 11/Feb/1883                       | 1                     |       |             | Zacapa        | 6:30 a.m. Se sintió fuerte temblor, aunque de corta duración.                 |
| 13/Nov/1885                       | 1                     |       | Ciudad      | Guatemala     | 8:00 p.m. Se sintió fuerte temblor, alarmado el vecindario.                   |
| 16/Dic/1887                       | 1                     |       | Carchá      | Alta Verapaz  | Se sintieron dos fuertes temblores de tierra                                  |
| 25/Ago/1888                       | 1                     |       |             | Escuintla     | 2 fuertes temblores de bastante intensidad, aunque de corta duración.         |
| 13/Ene/1892                       | 1                     |       | Antigua     | Sacatepéquez  | 10:00 p.m. Sintióse fuerte temblor, más intenso a las 11:00 p.m.              |
| 07/Abr/1893                       | 1                     |       | San Agustín | Sololá        | 6:00 a.m. se sintió un fuerte temblor de tierra                               |
| 28/May/1895                       | 1                     |       | Patsún      | Chimaltenango | 2:20 a.m. se han sentido temblores fuertes en un número de 20                 |
| 09/Sep/1895                       | 1                     |       | Ciudad      | Guatemala     | Tres temblores por la tarde, el más fuerte fue a las 5:25 p.m.                |
| 03/Jun/1897                       | 1                     |       |             | Quezaltenango | Se sintió fuerte temblor de tierra, movimiento de trípidaición.               |
| 11/Jul/1902                       | 1                     |       |             | Quezaltenango | 4:00 a.m. Se sintió un fuerte temblor de tierra, con movimiento de oscilación |
| 30/Ago/1913                       | 1                     |       | Ciudad      | Guatemala     | Fuerte temblor del tipo trípidaición  |
| 10/Sep/1916                       | 4                     |       |             | Quezaltenango | 6 horas de temblores con lluvia, desplomaron algunas paredes                  |

2.2.1. Historial de Temblores de Guatemala: (cont)

| TIPO DE EVENTO: T E M B L O R E S |                       |             |                    |               |   |
|-----------------------------------|-----------------------|-------------|--------------------|---------------|---|
| Fecha de ocurrencia               | Fuente de información | Fecha       | Lugar              | Departamento  | Breve descripción del suceso  |
| 31/Jul/1919                       | 4                     |             | Ciudad             | Guatemala     | Después de fuertes temblores, paredes se desploman. Fuertes lluvias                   |
| 17/Dic/1929                       | 3                     |             | Todo el país       |               | Temblor de regular intensidad a las 6:30 a.m.   |
| 06/Ago/1942                       | 2                     |             | Ciudad             | Guatemala     | Fuerte temblor en la región central, daños en construcción y vivienda. (5:30 p.m.)    |
| 22/May/1976                       | El Gráfico            | 23/May/1976 |                    | Quezaltenango | 2 fuertes temblores causan alarma dentro de la población                              |
| 15/Ene/1977                       | El Gráfico            | 17/Ene/1977 |                    | Izabal        | Fuerte sacudida pone a los vecinos en alerta  |
| 15/Mar/1977                       | El Gráfico            | 15/Mar/1977 | Valle del Polochic |               | Cadena de Temblores han sembrado intranquilidad en las poblaciones                    |
| 11/Abr/1977                       | El Gráfico            | 13/Abr/1977 |                    | Quezaltenango | 4 temblores de mediana intensidad, alarma, se cree su origen en el volcán Santiaguito |
| 08/May/1977                       | El Gráfico            | 09/May/1977 |                    | San Marcos    | Violento temblor de tierra provocó pánico en las poblaciones                          |
| 10/Sep/1977                       | El Gráfico            | 12/Sep/1977 |                    | San Marcos    | Violento temblor, el mayor de 5 grados (R), azotó frontera con México                 |
| 22/Feb/1977                       | El Gráfico            | 23/Feb/1978 | Todo el país       |               | Temblor podría afectar placas que se movieron para el terremoto del 76, 4 grados (R)  |
| 30/Mar/1978                       | El Gráfico            | 31/Mar/1978 | Todo el país       |               | Temblor de 5 grados (R), el más intenso desde el terremoto de 1976.                   |
| 17/Ago/1978                       | El Gráfico            | 18/Ago/1978 | Todo el país       |               | Temblor creó gran alarma, no se reportaron daños                                      |

2.2.1. Historial de Temblores de Guatemala: (cont)

| TIPO DE EVENTO: T E M B L O R E S |                       |             |                        |               |  |
|-----------------------------------|-----------------------|-------------|------------------------|---------------|--|
| Fecha de ocurrencia               | Fuente de información | Fecha       | Lugar                  | Departamento  | Breve descripción del suceso   |
| 18/Feb/1979                       | El Gráfico            | 19/Feb/1979 |                        | Quezaltenango | Sismos alarman a la población  |
| 22/Feb/1979                       | El Gráfico            | 23/Feb/1979 | Alotenango             | Sacatepéquez  | 12 sismos sacudieron la población, alarma, no hubo daños materiales            |
| 20/Abr/1980                       | El Gráfico            | 21/Abr/1980 |                        | Zacapa        | Fuerte sismo causa alarma, epicentro en la Falla del Motagua                   |
| 30/Jul/1980                       | El Gráfico            | 31/Jul/1980 | Pto.Barrios            | Izabal        | Temblor alarma a la población  |
| 9/Mar/1981                        | El Gráfico            | 10/Mar/1981 |                        | Izabal        | Ola sísmica azota Izabal   |
| 27/Oct/1981                       | El Gráfico            | 28/Oct/1981 |                        | Totonicapán   | Ola sísmica preocupa a la población, varios daños materiales                   |
| 30/Nov/1981                       | El Gráfico            | 03/Dic/1981 | Santa Cruz             | Santa Rosa    | Sismos provocan temor en la población, Falla de Jalpatagua                     |
| 05/Abr/1982                       | El Gráfico            | 07/Abr/1982 | Ciudad                 | Guatemala     | Sismo de 5° causa alarma a los habitantes                                      |
| 18/Abr/1982                       | El Gráfico            | 19/Abr/1982 | Todo el país           |               | Fuertes sismos afectan principalmente 11 departamentos                         |
| 20/Ago/1982                       | El Gráfico            | 21/Ago/1982 | Ciudad                 | Guatemala     | Alarma en la población por fuerte sismo  |
| 1/Oct/1982                        | El Gráfico            | 2/Oct/1982  | El Naranjo             | Santa Rosa    | 50 viviendas dañadas por los sismos  |
| 30/Oct/1982                       | El Gráfico            | 31/Oct/1982 | Ciudad                 | Guatemala     | Sismo de 6° sacudió el país a las 12:30 p.m.                                   |
| 17/Ene/1983                       | El Gráfico            | 18/Ene/1983 | Sur-occidente del país |               | 5 departamentos afectados por fuertes sismos: Escuintla, Quezaltenango         |
| 27/May/1988                       | El Gráfico            | 28/May/1988 | Ciudad                 | Guatemala     | La ciudad de Guatemala es declarada en estado de emergencia por fuertes sismos |

2.2. Historial Sísmico de Guatemala:

| TIPO DE EVENTO: T E R R E M O T O S |                       |       |                 |              |   |
|-------------------------------------|-----------------------|-------|-----------------|--------------|---|
| Fecha de ocurrencia                 | Fuente de información | Fecha | Lugar           | Departamento | Breve descripción del suceso  |
| 16/01/1535                          | 1                     |       | Ciudad Santiago | Sacatepéquez | Espantosos temblores por muchos días en esta capital. Notables estragos en edificios, muertes y otras desgracias.   |
| 28/12/1586                          | 1                     |       | Ciudad Santiago | Sacatepéquez | Terremoto causó pánico y cobró varias vidas daños en los edificios y varios derrumbes en las carreteras.  |
| 18/02/1651                          | 1                     |       | Ciudad Santiago | Sacatepéquez | Hubo algunos sismos bastante fuertes; se oyó extraordinario ruido subterráneo, inmediatamente hubo 3 fuertes terremotos que pusieron por los suelos una gran cantidad de edificios. Estuvo en riesgo de asolarse la ciudad. |
| 1663                                | 1                     |       | Ciudad Santiago | Sacatepéquez | Se dañaron las estructuras de los edificios, grandes pérdidas en los conventos y capellánías.   |
| 4/08/1702                           | 4                     |       | Ciudad Santiago | Sacatepéquez | Terremoto de Santo Domingo. Sismos de tipo local  |
| 27/08/1717                          | 4                     |       | Ciudad Santiago | Sacatepéquez | Terremoto de San Miguel Sacatepéquez. Erupción del Volcán de Fuego.   |
| 30/09/1717                          | 4                     |       | Ciudad Santiago | Sacatepéquez | Gran sismo, posible epicentro local en la ciudad de Guatemala   |
| 31/10/1751                          | 2                     |       | Ciudad Santiago | Sacatepéquez | Fuertes temblores, daños materiales y pérdidas de vidas   |
| 4/03/1751                           | 1                     |       | Ciudad Santiago | Sacatepéquez | Ciudad fue conmovida por una serie de sismos que causaron graves daños en los edificios.  |
| 20/04/1765                          | 4                     |       | Chiquimula      | Chiquimula   | Terremoto de la Santísima Trinidad, destruyó la ciudad de Chiquimula de la Sierra, la cual se trasladó  |

2.2. Historial Sísmico de Guatemala: (cont)

| TIPO DE EVENTO: T E R R E M O T O S |                       |       |                                |   |   |
|-------------------------------------|-----------------------|-------|--------------------------------|---|---|
| Fecha de ocurrencia                 | Fuente de información | Fecha | Lugar                          | Departamento  | Breve descripción del suceso  |
| 24/10/1765                          | 2                     |       | Ciudad Santiago                | Sacatepéquez  | Terremoto con epicentro en Quezaltenango causó serios daños en la ciudad.   |
| 19/07/1773                          | 2                     |       | Ciudad Santiago                | Sacatepéquez  | Terremoto destruye la ciudad en el Valle de Panchoy. Se decide el traslado de la ciudad al Valle de la Ermita.  |
| 6/01/1785                           | 4                     |       |                                | Alta Verapaz<br>Izabal  | Terremoto magnitud aproximada de 7°, Falla del Polochic, afectó Alta Verapaz e Izabal   |
| 22/07/1816                          | 1                     |       |                                | Totonicapán<br>El Quiché y<br>Huehuetenango                       | Graves daños en Chiantla, San Miguel Totonicapán y San Antonio Ilotenango de El Quiché  |
| 21/04/1830                          | 1                     |       | Petapa y<br>Amatitlán<br>Palín | Guatemala<br>Escuintla  | Alcalde informó que a las 4:00 a.m. aumentaron los temblores originando destrucción templo parroquial, casas parroquiales, cabildos y casas particulares. |
| 22/07/1816                          | 4                     |       |                                |   | Terremoto magnitud aproximada 7.6°, Falla del Polochic, Alta Verapaz e Izabal   |
| 19/12/1862                          | 4                     |       |                                | Sacatepéquez,<br>Chimaltenango,<br>Escuintla, Gua.<br>El Salvador | Fuerte sismo afectó la ciudad capital, posible epicentro San Miguel Petapa.   |
| 12/06/1870                          | 4                     |       | Cuilapa,<br>Chiquimulilla      | Santa Rosa  | Fuerte sismo  |
| 18/09/1874                          | 4                     |       | Dueñas<br>Itzapa<br>Patzicfa   | Sacatepéquez<br>Chimaltenango                                     | Fuerte temblor en Antigua Guatemala, posible trepidación. Posible epicentro Valle de Panchoy.   |

2.2. Historial Sísmico de Guatemala: (cont)

| TIPO DE EVENTO: T E R R E M O T O S |                       |       |           |  |  |
|-------------------------------------|-----------------------|-------|-----------|--|--|
| Fecha de ocurrencia                 | Fuente de información | Fecha | Lugar     | Departamento                                     | Breve descripción del suceso   |
| 19/12 al 21/12/1885                 | 1                     |       | Amatitlán | Guatemala  | Días muy largos, en un día 331 temblores, muchas casas y edificio públicos deteriorados, algunos cayeron, 21 de dic. hubo uno extraordinario.  |
| 18/04/1902                          | 1                     |       | Ciudad    | Guatemala  | Fuerte temblor de tierra con movimientos de oscilación, 40 seg. de duración, movimiento de trepidación, edificios dañados, varias casas por los suelos.  |
| 18/04/1902                          | 1                     |       |           | Escuintla, San Marcos, Chimaltenango y Guatemala | En Escuintla: Temblores arruinaron muchas casas. San Marcos y San Pedro Sacatepéquez destruidos por completo. En San Pedro Yepocapa muchas casas en el suelo, así como perjuicios en las fincas circunvecinas. |
| 8/03/1913                           | 1                     |       |           | Jutiapa y Santa Rosa                             | Temblores continuos en Jutiapa. En Cuilapa, hubo muchos daños y pérdidas de vidas.   |
| 13/03/1913                          | 1                     |       | Barberena | Santa Rosa                                       | Terrible terremoto al anochecer. Gentes abandonaron casas, corriendo al campo; no ha dejado de temblar y retumbar, varias paredes al suelo.  |
| 10 y 15 de marzo 1913               |                       |       | Cuilapa   | Santa Rosa                                       | 10 Temblores, el 10 hubo fuerte temblor el 15 botó lo que quedó en pié el 10 de marzo.   |
| 25/12/1917                          | 2                     |       | Ciudad    | Guatemala  | 10:20 p.m. iniciaron sacudimientos sísmicos que destruyeron parte de la ciudad capital   |
| 29/12/1917                          | 2                     |       | Ciudad    | Guatemala  | 2:15 p.m. se sintió el segundo grupo de sismos, destruyendo parte de la ciudad capital   |



2.2. Historial Sísmico de Guatemala: (cont)

| TIPO DE EVENTO: TERREMOTOS |                      |               |                |               |  |
|----------------------------|----------------------|---------------|----------------|---------------|--|
| Fecha de ocurrencia        | Fente de información | Fecha         | Lugar          | Departamento  | Breve descripción del suceso   |
| 3/01/1918                  | 2                    |               | Ciudad         | Guatemala     | 10:37 p.m. otro sismo parece ser el mayor de todos los que destruyeron la población.   |
| 24/01/1918                 | 2                    |               | Ciudad         | Guatemala     | 7:30 p.m. fortísima sacudida que terminó con la destrucción de la ciudad.  |
| 15/03/1929                 | 4                    |               | Puerto Barrios | Izabal        | Fuerte sismo que afecto la ciudad de Puerto Barrios, Izabal, epicentro Falla del Motagua.  |
| 28/06/1930                 | 3                    |               | Cuilapa        | Santa Rosa    | Siguen los temblores, muchos pueblos alarmados, sólo daños materiales.   |
| 10,14 y 31 julio 1930      | 3                    |               |                | Santa Rosa    | Grandes derrumbes en algunos cerros, casas arruinadas, se lamentan algunas muertes   |
| 8/10/1945                  | 4                    |               | Quiriguá       | Izabal        | Sismo que afectó la región de Quiriguá, Izabal.  |
| 6/12/1958                  | 4                    |               | Petapa         | Guatemala     | Tres fuertes sismos, procedencia de la región de Petapa, allí su epicentro.  |
| 4/02/1976                  | 3                    |               | Todo el País   |               | 22,778 muertos, 76,504 heridos; energía fue de 90 veces mayor al terremoto de Nicaragua. Intensidad de 7.5° Richter y 6'grados MMI 3.3.33". Epicentro Falla del Motagua. |
| 6/12/1976                  | 3                    |               | Todo el País   |               | Menor que el del 4 de febrero, muchas casas al suelo, departamentos devastados. Mil millones por daños y reconstrucción.   |
| 29/07/1978                 | El Gráfico           | 30 julio 1978 | Patzún         | Chimaltenango | Viviendas al suelo, más intenso pero más corto que el del 4 de febrero 1976, según opinión de los vecinos.   |

2.2. Historial Sísmico de Guatemala: (cont)

| TIPO DE EVENTO: T E R R E M O T O S |                       |               |                |                      |  |
|-------------------------------------|-----------------------|---------------|----------------|----------------------|--|
| Fecha de ocurrencia                 | Fuente de información | Fecha         | Lugar          | Departamento         | Breve descripción del suceso   |
| 9/10/1979                           | 3                     |               |                | Santa Rosa y Jutiapa | 8° se sintieron en el epicentro, en la ciudad 5° Richter, hora 1:49 a.m. Daños materiales 3,000 familias a la interperie. Considerado terremoto según el Ing. Claudio Urrutia. |
| 9/08/1980                           | El Gráfico            |               | Puerto Barrios | Izabal               | Temblor de 6.1° Richter causando daños y cortes de energía eléctrica y agua.   |
| 19/06/1982                          | El Gráfico            | 20 junio 1982 | Jalpatagua     | Jutiapa              | Destrucción tras sismo de 7.0° Richter 75% de las viviendas dañadas.   |
| 10/10/1985                          | 4                     |               | Uspantán       | Quiché               | Toda la ciudad destruída, epicentro local.   |

- FUENTE:
1. EUGENIO TAHAY REINA. "Fenómenos Hidrometeorológicos, sismotectónicos y de geodinámica externa más importantes de la República de Guatemala" Período 1530-1981. Guatemala 1982. "Eventos de geodinámica e hidrometeorológicos del período 1541-1981.
  2. MINISTERIO DE AGRICULTURA, Dirección General de Recursos Renovables. 50 años de Sismología en Guatemala. Observatorio Nacional de Guatemala. 1976 VASSAUX JOSE.
  3. EUGENIO TAHAY REINA. "Eventos de Geodinámica externa e hidrometeorológicos". INDE
  4. INSIVUMEH, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. Sección de Sismología Depto. de Sistemas Geofísicos.

2.2.2. Terremotos por departamentos:

Período de 1530 - 1982

|               |                               |    |
|---------------|-------------------------------|----|
| Sacatepéquez  | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | 25 |
| Quezaltenango | xxxxxxx                       | 8  |
| San Marcos    | x                             | 1  |
| Guatemala     | xxxxxxxxx                     | 10 |
| Jutiapa       | xxxx                          | 4  |
| Santa Rosa    | xxxxxxxxxxxxxxxxx             | 15 |
| Escuintla     | xxx                           | 3  |
| Chimaltenango | xxxx                          | 4  |
| Izabal        | xx                            | 2  |
| Chiquimula    | xx                            | 2  |
| Quiché        | x                             | 1  |
| Alta Verapaz  | x                             | 1  |
| Zacapa        | x                             | 1  |
| Totonicapán   | x                             | 1  |
| Sololá        | x                             | 1  |
| El Progreso   | x                             | 1  |
| Huehuetenango | x                             | 1  |
| Baja Verapaz  | x                             | 1  |

La información del resumen nos indica que en la mayoría de Departamentos, se han reportado fenómenos sísmicos. Se reportan más eventos en aquellos Departamentos con mayor registro en su historia como: Sacatepéquez, Guatemala, Quetzaltenango, etc. Sin embargo, también en lugares poco poblados, como sucedió en Ixcán en 1959, se han producido fuertes sismos.

---

Fuente: Eugenio Tahay Reina. "Fenómenos hidrometeorológicos, sismotécnicos y de aerodinámica externa más importantes en la República de Guatemala - Período 1530-1982."

Extraído: Alonzo, Melvin. "Los desastres en Guatemala, causas y directrices para su atención" Fac. Arq. USAC 1989.

Para Sacatepéquez, se reporta el mayor número de eventos, hasta 1773 fue el centro poblado más importante de Guatemala, allí se asentó en dos oportunidades la capital, después de ese año se trasladó al Valle de la Ermita, motivado por un destructor terremoto ocurrido ese año, que fue precedido por otros, siendo los principales los de 1586, 1607, 1671 y 1717.

"...hemos supuesto un centro sísmico eminentemente activo, que actuó durante algún tiempo y, aunque no se extinguió totalmente, dejó de ser el foco activo y tremendo que se conoció en aquellos días". (12)

Para Santa Rosa, segunda en la gráfica, los terremotos más dañinos han sido los de 1913 y 1930, además de los de 1870 y 1951. El foco principal para esa zona ha sido Ixhucatán, Cerro Quemado.

El Departamento de Guatemala, ocupa el tercer lugar, los terremotos ocurridos aquí tienen el record de destrucción y número de víctimas. Su ocurrencia ha sido prácticamente reciente.

El origen de los terremotos para esta zona del Depto. de Guatemala es diverso:

- 1917/18 Fue el foco de Petapa y Amatitlán, situados al sur de la capital.
- 1942 Se originó en el Pacífico.
- 1976 En la Falla del Motagua, localizada en Izabal.

---

(12) José Vassaux P. Ing. "50 años de sismología en Guatemala" Observatorio Nac. de Guatemala 1976.



## ZONAS DE CUMULO SINIESTRAL SISMICO

FUENTE: AGUILAR EDUARDO  
ESTUDIO DE LA VIVIENDA RURAL EN GUATEMALA



**UBICACION GEOGRAFICA DE DESASTRES  
Y ZONAS DE RIESGO DE  
GUATEMALA**  
Incidencia por Departamento

**TERREMOTOS**



FUENTE: BARRIOS SERGIO  
ALBERGUES DE EMERGENCIA PARA DESASTRES EN GUATEMALA

### 2.2.3. Derrumbes: (5)

Estos son eventos secundarios en el sentido de que siempre se producen a consecuencia de otros entre los cuales están los sismos y las fuertes lluvias.

Los derrumbes o deslizamiento de tierras son fenómenos que en sí mismos no alcanzan una gran extensión territorial, pero un gran número de ellos puede suceder al mismo tiempo.

El mayor peligro de los derrumbes es el uso del suelo, propenso a los mismos. "Dentro de algunas zonas que representa un alto riesgo son las planicies de inundación, laderas peligrosas, zonas de bajo niveles de altitud por debajo del nivel del mar."

El mayor daño suele ocurrir, con el uso de la tierra, por ejemplo el uso de barrancos para asentamientos humanos, lo cual en la ciudad capital de Guatemala, es tan frecuente con viviendas mal construídas, tanto por los materiales empleados, como por las técnicas

#### Origen de los derrumbes en Guatemala

En Guatemala, los derrumbes han sido causados por dos fenómenos principales, estos son: Los sismos y las lluvias.

La principal información sobre los originados en sismos provienen del terremoto de 1976. Los de origen pluvial de un estudio realizado por el INSIVUMEH.

#### Derrumbes por sismos: (13)

El terremoto de 1976 ocasionó más de 10,000 derrumbes por inducción. La mayoría fueron derrumbes de rocas y deslizamientos superfluos de menos de 15,000 m<sup>3</sup>. El 90% de depósito de piedra pómez y el resto de rocas. Hubo once grandes de-

---

(5) Alonzo Santos, Melvin Ramón. Los desastres en Guatemala, causas y directrices para su atención. Marzo 1988. Tesis. USAC-Arq.

(13) Edwin L. Harp. Simposio Internacional sobre el Terremoto de Guatemala 1976 Tomo I, Guatemala 1978

rrumbes de asentamiento profundo, estos bloquearon los drenajes de corrientes y cuatro formaron lagos de desmoronamientos peligrosos, creando potenciales de inundación subsiguiente. La incidencia más grande fue en los valles de los ríos Xayá y Xaltayá en el occidente del país.

Las características geológicas, morfológicas y tecnológicas de los terrenos deben ser algunas de las que habrá que tomar en cuenta al realizar estudios sobre el asentamiento de proyectos de infraestructura y de vivienda, además del mismo lugar de ubicación.



2.2.4. Derrumbes ocurridos por el Terremoto de 1976:

| Localización           | Tipo de rocas   | Tipo de Falla   | Volumen estimado        | Angulo de inclinación | Observaciones   |
|------------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|---|
| Los Chocoyos           | Pómez-H tepra y corriente de ceniza                     | Bloque de deslizamiento desprendimiento de rocas  | 0.75-1.00 mill.3        | 27.22°                | Falla repentina y catastrófica. 7 muertos.  |
| San José Poaquil       | Unión de tufa gris obscura con una cumbre de pómez irr. | Bloque de deslizamiento complicado hundimiento rotatorio entre un desprendimiento de rocas alrededor de la base.  | 3.5 mill.m <sup>3</sup> | 19.29°                | Pocos resultados sobre vidas y propiedades, Perjuicios en el lago el 27/6/1976.   |
| San Martín Jilotepeque | Pómez, probablemente H corriente de ceniza              | Complicado. Porción de hundimiento rotatorio sobre la cima, hacia el norte 1/3 de derrumbes de maza tienen semejanza con la corriente de tierra, hacia el Sur 2/3 de masa en un recipiente rotativo propagar el hundimiento lateral con fracturas extensas en todas partes. | 1.0 mill.m <sup>3</sup> | 11.3°                 | Destrozó 14 casas y mató 17 personas damnificó el Río Quemaya, varias personas se ahogaron cuando el lago tuvo su rompimiento, pudo ser por licuefacción. |
| Estancia de La Virgen  | Epoca terciaria volcánica                               | Hundimiento rotatorio, desprendimiento de rocas   | 6.0 mill.m <sup>3</sup> | 23.30°                | Daños del Río Pixcayá; 13 muertos   |
| Río Polima             | Epoca terciaria volcánica                               | Bloque de deslizamiento   | 200,000 m <sup>3</sup>  | 26.57°                | Creó un pequeño lago de 200 m de longitud y alrededor de 2 m de profundidad (hasta el 6/76)   |
| Río Blanco             | Epoca terciaria sobre la piedra pómez                   | Unión complicada con desprendimiento de rocas   | 200,000 m <sup>3</sup>  | 25.64°                | Un pequeño lago se encerró detrás de desechos de rocas. Se filtró el 6/76   |

2.2.4. Derrumbes ocurridos por el Terremoto de 1976: (cont)

| Localización  | Tipo de rocas                                | Tipo de Falla                                 | Volumen estimado            | Angulo de inclinación | Observaciones   |
|---------------|--|---|-----------------------------|-----------------------|---|
| Ríos Ruyalché | Epoca terciaria volcánica sobre piedra pómez | Hundimiento rotatorio-corriente de tierra     | 500,000 m <sup>3</sup>      | 14.93°                | El lago no tuvo su deslice hasta el 7/76  |
| Río Cotzibal  | Epoca terciaria volcánica                    | Hundimiento rotatorio                         | - de 300,000 m <sup>3</sup> | 14.93°                | El río parcialmente sólo fue bloqueado. Deslizamiento incipiente en el estado.  |
| Río Teocinte  | Epoca terciaria volcánica                    | Hundimiento rotatorio-desbordamiento de rocas | 300 a 500,000m <sup>3</sup> | 29.05°                | El pequeño lago fue destilado el 6/76   |
| Río Los Cubes | Metamórfico Paleozoico                       | Bloque de deslizamiento desbordamiento        | 100,000 m <sup>3</sup>      | 28.05°                | El lago alrededor de 200m de longitud y alrededor de 2-4m de profundidad. El lago fue filtrado por todas partes el 6/76 |

FUENTE: FL. Harp "Derrumbamientos por inducción de terremotos a partir del terremoto del 4/2/76 en Guatemala y su implicación para la reducción de riesgos sísmicos". Simposio Internacional sobre el Terremoto de Guatemala del 4 de febrero de 1976 y el Proceso de Reconstrucción. Tomo I. Guatemala 1978.

2.2.5. Reacciones Psicológicas ante emergencias y desastres: (15)

Durante la emergencia la actuación de cada individuo dependerá de las reacciones psicológicas que éste experimente, por lo que es necesario que se conozcan cuales son las típicas reacciones durante los momentos de emergencia.

- A. Reacción normal. Algunas personas permanecen en calma, incluso bajo circunstancias extraordinarias, aunque la mayoría de nosotros reaccionamos de una manera u otra sin perder necesariamente la cabeza. Podemos sudar abundantemente, incluso temblar o sentir debilidad y náuseas y ciertos individuos reaccionan tan fuertemente que pueden llegar a vomitar. Estas reacciones son bastante corrientes y es importante comprenderlo así, ya que las náuseas y el vómito son sencillamente una reacción psicológica considerablemente normal. Estas personas se recuperan prontamente, convirtiéndose de nuevo en seres emocionalmente estables y útiles para actuar en el caso de emergencia.
- B. Pánico. Este es un tipo menos deseado de reacción y es el pánico individual. Aunque ocurre con menos frecuencia, debe ser esperado y es potencialmente muy peligroso, porque en tales casos parece desaparecer por completo el buen juicio del individuo y como resultado de su histérica reacción, puede precipitar el pánico conjunto entre la multitud.
- C. Depresión. Consiste simplemente en que el individuo se quede de pie o sentado en un estado de completo abatimiento. Un sujeto con tal reacción puede resultar inútil hasta que sea más o menos devuelto a la realidad, lo que normalmente se logra con facilidad, pudiendo entonces emprender cualquier tarea útil.
- D. Sobreexcitación. También existe el individuo que se convierte en un torbellino de actividad, hablando con exceso, gastando bromas inadecuadas, yendo de una tarea a otra sin terminar ninguna por completo, interponiéndose al paso de los demás y creando sólo dificultades por doquier.
- E. Conversión histérica. Esta reacción consiste en que el individuo subconscientemente convierte su tremenda ansiedad en la creencia de que alguna

parte de su cuerpo ha cesado de funcionar. Puede ser incapaz de ver, de oír o de hablar y puede aparentar haber perdido la capacidad de mover sus miembros. Es importante comprender que tal sujeto no obra así deliberadamente, sino que ignora en absoluto que no existe ninguna causa física motivadora de su aparente incapacidad y se halla en efecto tan incapacitado como que si estuviera afectado por alguna lesión física.

Cualquiera de las reacciones descritas o todas a la vez, pueden darse en un individuo, en cierto grado y en algunos puede darse de forma considerablemente más pasajera o mucho menos intensa que en otros. Por tanto, es muy importante comprender la situación e intentar calmar las reacciones que se pueda, a fin de aprovecharse de la ayuda que tales individuos pueden proporcionar en estado normal.

#### Lineamientos para el tratamiento de las reacciones psicológicas

- A. Debe aceptarse como dogma básico que toda persona tiene derecho a ostentar sus propios sentimientos, ya que el fondo educacional y la experiencia emocional de cada individuo son distintos y, por tanto, todo sujeto debe reaccionar en forma distinta, cada cual a su modo, ante una situación específica dada. No hay que intentar decirle al individuo cómo debe sentirse, sino tratar de comprender cómo se siente y permitirle saber que se le está tratando de comprender su reacción, a fin de poder ayudarlo. Sin embargo, no se debe intentar mostrarse ansioso, sino actuar solamente de manera que se establezca contacto con él, lo más estrechamente posible.
- B. Aceptar como verdaderas las limitaciones producidas por su estado psicológico. Si un hombre tiene una pierna rota, lógico es que no pueda esperarse que se ponga a correr, de igual manera, los sentimientos de un individuo, en cierto estado psicológico provocado por el temor, quedan igualmente paralizados y nada se logrará intentando que actúe en la forma que normalmente debiera hacerlo. Ciertamente es que los accidentados, en su mayor parte, no desean portarse como lo hacen y en cambio les gustaría mostrarse tan afectivos y eficaces como los demás, pero, bajo ciertas peculiares circunstancias, son incapaces de dominar sus sentimientos en tal dirección.
- C. Para ayudarles a recobrar la confianza en sí mismos, deben aceptarse simplemente las inhibiciones que dichos individuos presentan y tratar de ayudarles a redescubrir las habilidades de que podrían dar muestra al momento. La mayor equivocación se comete cuando se trata de comparar a tales individuos con nosotros mismos, cuando sufren las mencionadas inhibiciones. Es importante juzgar las potencialidades del sujeto, tan acertada y rápidamente como sea posible y mientras se les hagan las debidas concesiones hacia sus

limitaciones, estar al cuidado de tales habilidades a fin de poder servirnos de ellas tan pronto como podamos volverlo a la normalidad.

- D. Para aceptar nuestras propias limitaciones para un papel de alivio. Uno no puede poseer todo lo que se necesita para auxiliar a todas las personas y harán muchas cosas por hacer que estarán más allá de nuestra fortaleza física de nuestros conocimientos y de nuestra destreza.

El trato para individuos emocionalmente trastornados debe hacerse en forma serena para darle a entender que se les está ayudando a sobreponerse; por el contrario habrán individuos a los cuales no se les podrá prestar atención, quienes requerirán la intervención de un profesional para volverlos a la normalidad.

En todo momento de emergencia, el futuro del individuo está ampliamente condicionado por su habilidad en aplicarse con eficiencia la autoayuda y la ayuda mutua dentro del grupo familiar, ay que de los conocimientos que cada individuo posea sobre las principales de una cura de urgencia, pueden significar la diferencia entre la vida y la muerte para sí mismo, su familia y la comunidad.

"Aunque no existe la menor duda en pensar que los servicios médicos y la defensa civil de cada país se hallen muy bien organizados". Si existe una duda razonable sobre la llegada de tales servicios a cada individuo en un período breve de tiempo, en muchos casos. Por tanto resulta de importancia capital que los individuos y los grupos pequeños posean los conocimientos necesarios, así como los productos e instrumentos, para hacerle frente a cualquier contingencia que pueda presentarse, hasta que la ayuda profesional llegue.

Parece claro pues, que cada grupo como mínimo, debe poseer una razonable cantidad de productos e instrumentos médicos esenciales, así como el conocimiento de para qué se utilizan, aún cuando nunca deban ser usados para una emergencia producida por un sismo.

### 2.3.1. Atención de Desastres Sísmicos en Guatemala:

Guatemala al igual que el resto de los países en vías de desarrollo, son los que más expuestos a las pérdidas que producen los desastres naturales, debido a que sus economías no están suficientemente avanzadas para absorber las dramáticas consecuencias, por lo que es importante que se dediquen esfuerzos a controlar los efectos de los desastres naturales por medio de la apropiada y oportuna planificación de los asentamientos humanos. Es muy posible que no se pueda evitar que ocurran catástrofes naturales, pero con frecuencia, se pueden disminuir y más aún evitar los efectos que de ellos se derivan.

En general la reducción de catástrofes se refiere al proceso de mitigar los efectos de un posible incidente sobre el entorno social y estructural. Ello significa una reducción de muertes, lesiones y daños materiales y reducir al mínimo la estructura socioeconómica de una comunidad.

Generalmente los factores que hacen a los países más vulnerables a los desastres naturales son: Extrema concentración y crecimiento demográfico, junto con mayores inversiones de capital y aplicación de tecnologías nuevas, a veces vulnerables; el número considerable de edificios existentes peligrosos; instalaciones esenciales sensibles y líneas vitales de comunicación frágiles, además de la creciente interdependencia de las personas dentro de sus propias comunidades y sobre todo la degradación del medio ambiente. (deforestación, erosión del suelo y la desertificación).

La planificación y gestión de las actividades de prevención y mitigación de los desastres en nuestros países, se considera un "lujo" no permitido por la escasez de los recursos, aumentando así considerablemente la vulnerabilidad de los países en zonas propensas a desastres.

La preparación para un desastre es la capacidad que un país y su población tienen para salvaguardar vidas y tenencias materiales cuando ocurre un desastre.

En Guatemala no existe una planificación adecuada para la atención de desastres en su etapa previa, ni pos-desastre.

El análisis realizado sobre los desastres naturales, es el terremoto el de mayor impacto en la población guatemalteca, y que las condiciones para la ocurrencia de un fenómeno natural destructivo están dadas, lo importante ahora es lograr que los daños sean lo menos posibles. Esto se logra reduciendo los riesgos, planificando una sistemática atención a los mismos.

La coordinación de los desastres en Guatemala, ha correspondido a un órgano gubernamental específico, las mismas han estado a cargo de instituciones, como lo son El Comité Nacional de Emergencia y El Comité de Reconstrucción Nacional

El diagnóstico técnico nos muestra la existencia de tres grandes fuentes sísmicas en el territorio y que en cualquier momento puede producirse un terremoto en alguna región vecina a estas fallas. La organización Meteorológica Mundial (OMM) incluye a Guatemala en una zona de desastres, lo que hace temer el padecimiento de pérdidas de vidas y materiales.

"A todo esto hay que sumar que nosotros contribuimos a que el efecto de los desastres sea mayor. La vulnerabilidad de muchos elementos de nuestras poblaciones son el producto de la respuesta que damos a las necesidades que se nos presentan o bien a intereses económicos sociales o la falta de planes con información adecuada."

"Sabemos que no hay manera de eliminar las posibilidades de ocurrencia de un desastre, pero estamos seguros que una adecuada preparación ayudaría a reducir los daños probables y ahí se enmarca el inicio de las necesidades de un plan de atención de desastres." (5)

#### Etapas de Atención:

La atención de desastres se divide en Emergencia, Rehabilitación y Reconstrucción.

A. Emergencia: Esta etapa comprende los primeros 15 días después del desastre, debe realizarse un diagnóstico de la situación existente por un equipo multidisciplinario, sobre asistencia técnica, techo mínimo, reubicación de damnificados, diseño de los asentamientos, selección de recursos humanos y técnicos materiales, la captación de los recursos económicos.

---

(5) Alonzo Santos Melvin. "Los Desastres en Guatemala causas y directrices para su atención". Tesis Fac. Arq. USAC. 1989.

En esta fase participan los recursos propios del país afectado. Las etapas básicas de acción en la emergencia son las siguientes:

- Rescate de los sobrevivientes
- Suministro de vestuario
- Restablecimiento de las comunicaciones básicas
- Enterramiento de muertos
- Canalización de ayuda externa
- Evaluación de daños

#### Rehabilitación:

Esta etapa, es el período en el cual se restablezcan los servicios indispensables y normalizar las actividades, básicas. Este período comprende del tercer día después de la catástrofe, al tercer mes del mismo. Motivación ocupacional, asesoría para la comercialización de productos, dotación de servicios básicos.

#### Reconstrucción:

Este período ofrece la posibilidad de tomar las medidas, de prevención de riesgos futuros, y realizar los cambios físicos, y socioeconómicos en la población afectada.

La atención de desastres en Guatemala se ha presentado esencialmente en las etapas de emergencia y reconstrucción, no finalizando todas las etapas a cabalidad. Las instituciones participantes en la atención, lo han hecho de manera aislada y cada una obedeciendo a sus propios intereses, sin tener una adecuada coordinación interinstitucional.

Como conclusión, se puede recomendar que la preparación hacia un desastre sísmico se contemple un período previo a la ocurrencia del fenómeno, mediante una planificación de medidas que tiendan a mitigar las pérdidas de vidas y materiales.

"Para crear el marco adecuado a dicho período se recomienda realizar las actividades siguientes. (5)

---

(5) Alonso Santos Melvin. "Los desastres en Guatemala causas y directrices para su atención." Tesis Fac. Arq. USAC. 1989.



A. La creación de un marco jurídico legal que institucionalice la atención de desastres en Guatemala. Decreto ley.

B. La coordinación, no la ejecución de las actividades de atención en el país deben de llevarse a cabo a través de una institución creada especialmente para ello.

C. Elaboración para un plan de atención de desastres para Guatemala.

#### Efectos físicos

Los desastres tiene numerosas manifestaciones como lo son las socio económicas directas o inmediatas, como lo son pérdidas de vidas, salud, destrucciones, interrupción de los servicios sociales, daños en instalaciones básicas, suspensión de actividades económicas, pérdidas de ingresos, empleos, escasez de alimentos, condiciones de insalubridad, falta de transporte y comunicación.

En general los efectos pueden caracterizarse como una grave perturbación del orden socioeconómico. Las consecuencias para el desarrollo pueden sentirse muchos años despues de ocurrido el desastre, y el orden ha sido reestablecido.

#### Efectos no físicos

Este tipo de daño puede adoptar formas menos tangibles, entre ellas las privaciones sociales, desempleo, disminución de la producción, dependencia, desplazamientos de la población, inestabilidad política. Además no hay forma de calcular la pérdida de iniciativas para el desarrollo de los beneficios de las actividades económicas, no realizadas como consecuencia de las destrucciones ocasionadas por el desastre.

#### 2.3.2. Beneficios de la Planificación de la Mitigación

El concepto de mitigación comprende toda acción, medida, defensiva y estructura de organización que se desarrolla antes, durante y después que se produce un desastre sísmico a fin de proteger los elementos físicos y socioeconómicos expuestos y en especial las vidas humanas.

"La clave para la mitigación de los desastres es comprender los factores causales de la vulnerabilidad, el análisis y evaluación de esos factores y su ajuste". (1)

---

(1) Guardia Butrón. HABITAT. "Informe final sobre desastres naturales y la planificación de los asentamientos humanos" Quito Ecuador 1988.

"La planificación del desarrollo de los asentamientos humanos emprendida sin tener debidamente en cuenta los peligros de los desastres naturales, hace caso omiso de la probabilidad de destrucción de sus propias estructuras, productos y finalidades, sino que puede exacerbar también el impacto de los desastres al multiplicar los peligros naturales".

La planificación del desarrollo nacional y local, y la planificación de la mitigación, prevención y preparación ante desastres deben desarrollarse paralelamente para lograr resultados óptimos.

"La planificación de la mitigación de desastres se centra en la vulnerabilidad, es decir, el grado de destrucción (el valor de las pérdidas) en su relación con la magnitud de los desastres. En consecuencia el análisis de la vulnerabilidad debe determinarse a las causas dinámicas de la condición misma. La mitigación se logrará por medio de ajustes apropiados a los factores causales, así como con las medidas para contrarrestar las condiciones de vulnerabilidad ya acumuladas".

### 2.3.3. Operaciones básicas de mitigación:

Dentro de las directrices operacionales propuestas por UNDRO (La oficina del coordinador de las Naciones Unidas para el socorro en casos de desastres), son para actualizar las políticas de un país o localidad orientadas hacia la acción dentro del contexto socioeconómico y de las condiciones particulares de cada región y el peligro natural específico dominante.

#### A) Directrices espaciales:

Se requiere información sobre la incompatibilidad y limitaciones entre los peligros naturales y el desarrollo socioeconómico; estas se especifican por el emplazamiento de las diferentes actividades a nivel macro, o sea la planificación del uso de la tierra, por sectores más precisos.

#### B) Directrices tecnológicas:

Estas se refieren a la calidad de las construcciones con respecto a los sistemas constructivos, tipos de materiales, mano de obra, y las normas de construcción sismoresistentes de las edificaciones.

#### C) Directrices administrativas:

Estas deben estar coherentes a las capacidades y recursos socioeconómicas de la zona, para ser eficaces, deben de ser ajustables con los mecanismos admi-

nistrativos de las instituciones ejecutoras. Además estas deben ser compatibles con las normas culturales de las sociedades afectadas, económicamente viables adaptadas a las limitaciones financieras, y apropiadas a las tecnologías locales.

Estas directrices no deben ser sólo instrumentos de prohibición, sino que deben de orientar las actividades de una población para su desarrollo, haciendo evaluaciones constantes de retroalimentación para mejorar los resultados constantemente.

#### 2.3.4. Medidas de aplicación:

##### A) Jurídicas:

Políticas legislativas para el ordenamiento del uso del suelo y su mejor aprovechamiento, códigos de construcción antisísmicos, zonificación sísmicas regionales, ordenanzas para normar la conducta pública.

##### B) Incentivos/desincentivos económicos:

Los sistemas modificados de tributación, pueden convertirse en estrategias de mitigación como lo son incentivos financieros, pueden ser formulados para desalentar el desarrollo y la inversión en localidades propensas a desastres; y promover el desarrollo en lugares apropiados y seguros.

##### C) Inversión pública:

Esta estrategia consiste en la creación de infraestructura para el desarrollo en zonas propicias con políticas a largo plazo, intersectoriales y espaciales que faciliten el crecimiento económico social y cultural de dicha región y desactivar las zonas propensas a catastrofes.

##### D) Educación comunitaria:

En muchas zonas propensas a desastres grupos marginales de la población que son los más propensos y vulnerables, quedan al margen de los mecanismos formales de aplicación de las medidas de mitigación y prevención, los programas de educación y capacitación pueden ser mecanismos alternativos para concientizar a estos grupos incorporándolos al proceso de mitigación.

##### E) Integración y coordinación:

Las políticas y directrices para mitigar desastres con función del gobierno

nacional, en muchos casos el marco institucional para la mitigación y prevención faltan por completo o sólo forma parte del sistema de defensa civil, limitándose en una respuesta al siniestro. Por lo tanto se requiere de un enfoque integral de las políticas de desarrollo como las estrategias de los planes de mitigación.

F) Comunicación y capacitación:

Es probable que la mitigación de desastres solo tenga éxito, si los esfuerzos son parte integrante de la vida cotidiana, no algo extraño de las actividades normales. Un programa de educación apropiado sobre los sistemas de mitigación de desastres es una forma esencial de establecer los límites de lo que se considera normal.

F.1. Información pública:

Relativa a los programas de emergencia, fuentes de información y responsabilidades individuales.

F.2. Capacitación escolar:

Adiestramiento sobre temas de mitigación y prevención de desastres en programas escolares, a nivel primario, secundario y universitario profesional.

F.3. Capacitación técnica:

Esta debe ser canalizada a las autoridades públicas y privadas directamente responsables del desarrollo, planificación y construcción a nivel nacional, para que tomen en cuenta las directrices de la mitigación y prevención de desastres naturales.

Una buena organización institucional permite mayor eficiencia en la capacitación y participación comunitaria. El trabajo con las comunidades debe hacerse desde la discusión de la tipología de vivienda hasta la aplicación de sistemas de ayuda mutua para programas de desarrollo integral comunitario.

La eficiencia de la capacitación comunitaria radica en el adiestramiento para aquellas actividades que desea hacer la comunidad no necesariamente las que cree la institución debe hacer.

El objetivo de la capacitación y participación comunitaria debe enfocarse hacia el mejoramiento de las condiciones de vida, ajena completamente de actitudes paternalistas y dependientes.

El trabajo en ayuda mutua depende del tiempo disponible de la comunidad. No debe pretenderse que será factible una participación a tiempo completo, ya que es necesario efectuar otro tipo de labores como es la agricultura, comercio, etc.

La institución que está colaborando en los programas de vivienda debe de considerar que su participación es temporal, por lo que debe de compartir la responsabilidad con los líderes locales para que lleven a cabo un seguimiento.

Las instituciones que participan en los programas deben colaborar sin discriminación de color, raza o religión. Su trabajo debe encaminarse a la atención de los grupos socio económicos más desposeídos y sin una orientación política y religiosa partidista.

### 2.3.5. Clasificación de Organismos que prestan atención a los Desastres:

Es necesario para un país conocer con que elemento humano técnico y material se cuenta para hacer frente a un desastre sísmico y hacer un análisis de las Instituciones Nacionales que son capaces de hacer frente a un desastre, pero en países tan pobres como el nuestro, es necesario contar con una ayuda internacional para poder atender a la población afectada y es por esta razón que se presentan los objetivos básicos de cada una de las instituciones más importantes que han prestado ayuda de manera coordinada.

Clasificación de organismos de atención de desastres:

- a. Organismos internaciones,
- b. Instituciones del Estado afectado y
- c. Organizaciones no gubernamentales.

#### 1. ORGANISMOS INTERNACIONES:

OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL SOCORRO EN CASOS DE DESASTRES (UNDRO) El 14 de diciembre de 1971 la Asamblea general de las Naciones Unidas creó la oficina del coordinador de las Naciones Unidas para el socorro en casos de desastres. Sus responsabilidades son:

- Proporcionar información precisa respecto de las necesidades de socorro.
- Coordinar el socorro para casos de desastre provenientes de los organismos de las Naciones Unidas y a la comunidad internacional.
- Intercambio de información y suministros, así como también servicios de los donantes.

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS): Coordinación de las actividades internacionales de salud. Cooperación técnica para evaluar las necesidades vinculadas con suministros de socorro sanitario y control de enfermedades.

FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA (INICEF): Asistencia a los programas de emergencia en salud, educación y bienestar materno infantil.

PROGRAMA MUNDIAL DE ALIMENTOS (PMA): Proporciona grandes cantidades de alimentos a países asolados por desastres.

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO). Cooperación técnica e inversiones en desarrollo a largo plazo, ayuda alimentaria en casos de desastres, socorro y rehabilitación al sector agrícola.

## 2. ORGANISMOS INTERGUBERNAMENTALES:

ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS (OEA). Cuenta con el fondo interamericano de asistencia para situaciones de emergencia (FONDEM). Proporciona alimentos y suministros médicos y otros socorros a los estados miembros.

COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA (CEE). Cuenta con fondo de \$280 millones de ayuda para situaciones de emergencia para países de Africa, El Caribe y El Pacífico. Presta asistencia de salvamiento, suministros médicos, equipos de tratamiento de agua, alimentos, recursos de rehabilitación de actividades sociales y económicas.

## 3. ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES:

Existen más de 400 organismos dedicados a actividades de socorro internacional.

LIGA DE SOCIEDADES DE LA CRUZ ROJA: Es una federación mundial de 126 sociedades nacionales de la Cruz Roja, El León Rojo y El Sol. Coordina internacionalmente las operaciones de socorro en los países afectados, provee alimentos, albergues temporales y suministros médicos, así como trabajadores voluntarios.

COMITE INTERNACIONAL DE LA CRUZ ROJA (CIRC): Organización Suiza y estrictamente neutral. Su actividad se centra en las personas afectadas por la guerra y conflictos civiles.

CARE (Cooperative for American Relief Everywhere): Proporciona socorro de emergencia en forma de alimentos, rehabilitación de redes de agua, reconstrucción de viviendas y provisión de instalaciones sanitarias y de salud.

CARITAS INTERNACIONAL: Confederación de caridades católicas internacionales de 91 países. Coordina y apoya las actividades de socorro de sus miembros.

FEDERACION LUTERANA MUNDIAL (FLM): Representa a las iglesias luteranas de diversas denominaciones en los Estados Unidos. Proporciona ayuda y asistencia con posterioridad a un desastre.

#### 4. INSTITUCIONES DE ESTADO:

COMITE NACIONAL DE EMERGENCIA (CONE): Guatemala cuenta con este comité desde 1969, es una entidad de carácter permanente que se encarga de coordinar a los damnificados por cualquier catástrofe. Para ello puede contar con la colaboración de las dependencias oficiales, entidades descentralizadas y privadas. Al momento de ocurrir una catástrofe, el comité se activa inmediatamente.

Su conformación es flexible y le permite un accionar rápido y está adscrito a la Presidencia de la República. También, es el encargado de la defensa civil del país que es la encargada de la atención de los desastres en general. En su artículo 70 el CONE tiene que conformar un consejo técnico consultivo con especialistas afines a la atención de los desastres para que lo auxilie aportando conocimientos en beneficio de los damnificados.

Entre sus actividades principales están:

- Construcción de refugios temporales.
- Descombramiento
- Dragados de ríos, apertura de bocabarras
- Traslado de personas damnificadas a lugares seguros
- Repartición de alimentos
- Servicio de agua para asentamientos, hospitales, escuelas, etc.

COMITE DE RECONSTRUCCION NACIONAL (CRN): El 18 de marzo de 1976, mes y medio después del terremoto de 1976, el Gobierno de Guatemala, creó como órgano ejecutivo de la política de reconstrucción nacional este comité. Actualmente este comité ayuda a la reconstrucción de cualquier área afectada por un desastre, para ello hace una evaluación de daños, elabora estudios pertinentes y busca financiamiento con organizaciones internacionales no gubernamentales. el CRN busca el financiamiento pero no lo administra. Dicha administración está a cargo de las organizaciones internacionales que los provee.



#### 2.4. Directrices para un plan de mitigación y prevención Sísmica:

La finalidad esencial de las directrices es ayudar a la comunidad a adoptar las primeras medidas coordinadas para prevenir o, al menos, mitigar los sismos. En el último decenio la opinión nacional se ha sentido cada vez más alarmada por los desastres que tienden a hacerse más destructivos debido en mayor grado a las concentraciones cada vez mayores de población.

El objetivo de un plan debe ser fomentar la prevención, el control y la predicción de los sismos. Básicamente, sus actividades deben estar fundamentadas en tres aspectos.

##### 2.4.1. Los terremotos constituyen un problema de desarrollo para el país afectado:

Aunque los datos estadísticos detallados sobre los daños causados por sismos son todavía ilimitados, se sabe que esos daños son muy superiores a la suma total de asistencia. Por citar un ejemplo, la Oficina de México de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) de las Naciones Unidas estimó que en los cinco países del Mercado Común Centroamericano los daños causados por desastres representaron por término medio, el 3% del producto interno bruto en el período quinquenal 1960-1974. Como los países integrantes tienen también una tasa de crecimiento de la población del 3% anual, para evitar la disminución de su tasa de crecimiento económico o permanecer a un nivel estático de desarrollo tiene que lograr una tasa de crecimiento de un 5% aproximadamente. Muy pocos países alcanzan esa tasa. Este hecho indica claramente que los desastres deben considerarse como un problema de desarrollo económico y que, lo mismo que todos los problemas de esa clase, deben resolverse en forma sistemática mediante una acción concertada que comience en el nivel de la planificación nacional.

##### 2.4.2 Prevención de Desastres:

Casi todos los fenómenos que pueden causar desastres tienen un rasgo común: Aunque en la etapa actual de los conocimientos científicos quizá no se pueda predecir cuando ocurrirán (excepto con unas horas de antelación en algunos casos) a menudo se puede predecir donde es más probable que suceda por ejemplo en planicies de inundación, zonas sísmicas o pasillos de aludes, etc. Basados en esta conclusión pueden considerarse la ubicación de las actividades humanas. Puede elegirse entre un emplazamiento peligroso y otro menos peligroso. Esta elección puede fomentarse

incluso imponerse mediante medidas cuyo costo puede ser bajo si se adoptan a tiempo. Ejemplos de estas medidas serían: La aprobación y aplicación de disposiciones legales sobre planificación urbana y rural y de reglamentos de zonificación basados en estudios de vulnerabilidad. La clave para garantizar la mejor elección posible es incluir en los proyectos de desarrollo un análisis de vulnerabilidad de la región afectada.

#### 2.4.3. Medidas preventivas menos costosas:

Mientras que el gasto que representa un estudio de vulnerabilidad puede resultar bajo en relación al costo del proyecto, el efecto multiplicador de una medida preventiva es enorme tanto en vidas como en daños como desde el punto de vista de la asistencia destinada al socorro y la reconstrucción. Esta estrategia resulta especialmente justificable en momentos en que la mayoría de los países en desarrollo propensos a desastres están experimentando una rápida expansión demográfica y urbanística. Los errores cometidos ahora serán tanto más costosos de corregir más adelante. Las inversiones masivas necesarias para desarrollar la infraestructura de asentamiento humanos pueden salvaguardarse mediante una planificación y una prevención basada en análisis de vulnerabilidad.

Hay que mencionar también el papel que pueden desempeñar la divulgación de información, la capacitación, la alerta para prevención de desastres y la preparación de las comunidades. La educación del público puede comenzar en la escuela primaria (simulacros) y extenderse a muchas categorías profesionales calificadas y no calificadas. La aplicación de políticas, planes y medidas de prevención pueden facilitarse considerablemente por medio de disposiciones legales. Los gobiernos deben asumir mayor iniciativa en esa legislación en materia de prevención, especialmente en lo que se refiere al aprovechamiento de la tierra y a otros aspectos de la planificación física y de la construcción relacionados con la ubicación. Uno de los problemas primordiales de la prevención de desastres es el que se refiere a la planificación, construcción y administración de asentamientos humanos.

Basado en estas consideraciones presento las directrices siguientes para la elaboración de un Plan de Atención de Desastres sísmicos.

#### 2.5. Contenido básico del plan de mitigación y prevención sísmica: (14)

- (14). Extraído: Gándara y Marroquín. "La vivienda popular en Guatemala antes y después del terremoto de 1976" Ed. Universitaria. Guatemala 1982, Tomo II.

- .. Evaluación de recursos existentes
- .. Lineamientos de operaciones y ejecución del programa de protección civil
- .. Seguimiento y evaluación del trabajo desarrollado

2.5.1. Evaluación de recursos existentes en el país:

- a. Creación de un centro de documentación e información.
- b. Inventario de recursos humanos necesarios para colaborar en su especialidad.
- c. Inventario de instituciones nacionales e internacionales que puedan colaborar en caso de emergencia.
- d. Inventario de maquinaria y equipo existente en el país de posible utilización en un desastre.
- e. Inventario de edificios públicos y privados existentes en el país de posible utilización en un desastre.
- f. Inventario de los medios de comunicación, radio, prensa y televisión, así como también de las organizaciones de radioaficionados.

2.5.2. Lineamientos de Operaciones y Ejecución del Programa de Protección Civil:

a. Organización de los recursos existentes en el país:

Esta actividad se realizará después de haber efectuado el inventario de los recursos disponibles con el objeto de emplearlos en los planes de protección civil.

b. Planes de coordinación institucional:

Actividad que comprende la legalización interinstitucional para planes de contingencia. La actividad de atención de desastres debe estar comprendida dentro de un marco legal que le permita fluidez en su accionar.

c. Planificación de planes de contingencia:

Comprende las siguientes actividades:

- c-1 Evaluación de riesgos
- c-2 Elaboración de manuales técnicos
- c-3 Capacitación humana y educación comunitaria
- c-4 Reglamentación de normas para prevención de desastres
- c-5 Financiación de la vivienda

c-1 Evaluación de riesgos:

Se propone un estudio y reconocimiento de todos los posibles riesgos y peligros latentes determinando así los grados de vulnerabilidad. En primer lugar se trabajará en los riesgos ya existentes y luego mediante un análisis se determinarán las zonas de amenaza con el fin de no crear mas riesgos.

c-2 Elaboración de manuales técnicos:

Comprende el diseño de manuales para prevenir desastres naturales o creados por el hombre (terremotos, inundaciones, guerras, etc.).

c-3 Capacitación y educación comunitaria:

Abarcará la formación de los recursos humanos a diferentes niveles, así:

c-3-1 Cuerpos de protección civil: Comité Nacional de Emergencia, Comité de Reconstrucción Nacional, Bomberos, Policías, Ejército.

c-3-2 Cuerpos especializados de la protección civil como: Radioaficionados, Aeronáutica Civil, Instituciones del Estado, etc.

c-3-3 Agrupaciones voluntarias de carácter humanitario. Instituciones no gubernamentales nacionales e internacionales.

c-3-4 Profesionales y técnicos

c-3-5 La población en general

c-4- Elaboración de normas para prevención de desastres:

Esta actividad comprende:

c-4-1 Normas de construcción para edificaciones en seguridad contra incendios, sismos y otros. Estas deben basarse en análisis de peligros, riesgos y vulnerabilidad y aplicarse extensivamente en todo el territorio nacional.

c-4-2 Planificación de asentamientos humanos. Entre los factores que se podrían considerar tenemos:

Disponibilidad de tierra segura a un costo que la comunidad pueda soportar.

La proximidad a los empleos y los servicios sociales.

La facilitación de servicios a nivel de la comunidad.

Servicios para la construcción.

Alguna forma de asistencia en materia de vivienda local, por ejemplo: suministro de materiales, facilitación de subvenciones y préstamos, etc.

c-4-3 Normas para prevenir daños en la salud.

c-4-4 Estudio de factibilidad económica para el empleo de recursos.

c-4-5 Normas para proteger el patrimonio cultural.

c-4-6 Normas para la legalización de tierras utilizables en contingencias.

c-4-7 Normas para ejecución de simulacros en centros como: centros de estudio, fabricas, edificios públicos y privados, etc.

c-5 Financiación de la vivienda:

En los programas de alojamiento después de un desastre uno de los renglones más importantes en su sistema de financiamiento. Las donaciones directas en efectivo son sólo eficaces a corto plazo y pueden crear una relación de dependencia sobre el superviviente y los grupos de asistencia. Resulta mucho más ventajoso tanto para las personas como para la comunidad participar en sus propios programas de alojamiento, principalmente en la reconstrucción de carácter permanente.

2.5.3. Seguimiento y evaluación del trabajo:

Comprenderá el análisis del trabajo desarrollado a corto, mediano y largo plazo con el fin de darle un seguimiento al plan.

Finalmente se recomienda que un plan se considere como un proceso y requerirá de una actualización constante. Por otro lado se recomienda que el plan sea elaborado por un equipo multidisciplinario integrado por elementos de las diferentes organizaciones relacionadas con la atención de desastres.

## 2.6. Criterios a seguir para la aplicación de Proyectos:

Tanto el trabajo efectuado por las instituciones como la participación de las comunidades en el proceso de reconstrucción ha permitido establecer una serie de recomendaciones para ser aplicadas en futuros proyectos en Guatemala. Los criterios que se enumeran a continuación son válidos tanto para programas de reconstrucción como para programas regulares, especialmente aplicados en países subdesarrollados y con énfases a los sectores de menos recursos económicos.

La eficiencia de cada proyecto depende de los criterios económicos y tecnológicos aplicados así como de la participación comunitaria e institucional, para ello se indican los más importantes por cada uno de ellos.

### 2.6.1. Aspectos Económicos:

Cuando se trate de reconstrucción post-desastres, especialmente, debe contemplarse la adquisición o compra de los materiales de construcción en la misma comunidad o áreas aledañas donde se efectúan los proyectos para incrementar el circulante con el fin de reactivar las economías locales.

Incluir en los programas de reconstrucción fondos disponibles para fomentar la pequeña industria local. Estos pueden provenir de aportes estatales (bonos de reconstrucción), préstamos de bancos privados o donaciones.

En algunas ocasiones será necesario subsidiar los programas de vivienda. Esta alternativa será válida si no se aplica al costo directo de la vivienda, siendo a otros rubros, como asesoría técnica, capacitación, administración, etc.

Incluir en los programas de reconstrucción fondos disponibles para pequeños préstamos, y que no necesariamente se empleen en vivienda, sino para reactivar la economía familiar, ya que en la mayoría de las ocasiones se destruyen pequeños talleres, productos agrícolas, enseres de la casa, etc. y no se tienen los recursos económicos para reponerlos.

### 2.6.2. Aplicación tecnológica:

Es indispensable el empleo de tecnologías que cuenten con recursos locales en su mayoría, para que la población atendida pueda usarla después de que las instituciones terminen sus programas. Esta alternativa además, reduce los costos de los proyectos en comparación con materiales foráneos.

Debe reducirse el uso de equipo cuyo mantenimiento sea complicado o elevado en su costo, ya que será posible de operar durante el tiempo en que la institución colabore con la comunidad, corriendo el riesgo de abandonarse su uso por falta de recursos económicos o respuestas. (bombas eléctricas para extraer agua, máquinas eléctricas o de gasolina para fabricar bloques de cemento, maquinaria agrícola que funcione con motores de combustión interna, etc.).

En los casos de desastre, cuando no haya materiales locales para techo, es conveniente que en la etapa de emergencia se empleen alternativas que pueden ser utilizados para la reconstrucción definitiva, como la lámina galvanizada, pero, debe de incluirse la colocación de cielos falsos con materiales locales (palma, caña, paja, etc.) para reducir los cambios bruscos de temperatura en el interior de las viviendas y que afectan a la salud de sus habitantes.

2.7. "Modelo de evaluación de centros urbanos con riesgo sísmico"

Los países en desarrollo, se caracterizan por grandes concentraciones de población en áreas marginales y que por lo regular estas áreas las más pobres resultan ser las más afectadas por los desastres. El buen éxito de una medida preventiva comprende necesariamente un conjunto de medidas, que obviamente no pueden impedir los desastres, pero que si pueden reducir los daños y efectos a través de acciones, que comprenden desde el análisis del potencial del desastre, la vulnerabilidad de los centros urbanos, su infraestructura y las edificaciones expuestas.

Es de primera necesidad que los proyectos de desarrollo sean localizados en áreas de condiciones favorables y tengan un análisis de vulnerabilidad, para los propósitos de micro-zonificación y así poder mitigar y prevenir los efectos de los desastres sísmicos.

Las medidas de evaluación de centros urbanos deben dirigirse hacia la formulación de medidas permanentes a largo plazo, que eviten el uso de áreas de alto riesgo sísmico o que en dado caso ya estén utilizadas, sean capaces de soportar, tanto como sea posible el impacto, de la violencia del fenómeno sísmico y mitigar sus dañinas consecuencias.

"Se ha señalado que la zonificación, loteamiento y otras medidas regulatorias de uso del suelo son utilizados como control y crecimiento urbanos; que estas mismas técnicas pueden extenderse a propósito de prevención de desastres y mitigación de riesgos". (1)

En este modelo de evaluación de centros urbanos, utilizaremos estas estrategias, pues nos daran un parámetro integral de una micro-zonificación en este caso sísmico, (que en la actualidad está en proceso de desarrollo) de como poder hacer las primeras consideraciones de la población a evaluar.

2.7.1. Directrices del modelo de evaluación:

La evaluación de un centro urbano debe de ser lo más apegado a la realidad de su contexto, para que los análisis sean a la vez ajustables y confiables, obteniendo con esto una respuesta adecuada a las necesidades de la población.

La evaluación va directamente centrada al análisis y diagnóstico de la vulnerabi-

---

(1) Guardia Butrón. HABITAT. "Informe final sobre desastres naturales y la planificación de los asentamientos humanos" Quito Ecuador 1988



lidad, es decir el grado de destrucción, pérdidas en relación con la magnitud del desastre sísmico, en una población expuesta y mitigar sus efectos en última instancia.

Se realizará una evaluación de los factores más incidentes en la vulnerabilidad de la población, esto nos acercará a una visión de cómo se encuentra la población, su grado de preparación, prevención ante la posibilidad de un terremoto, y su grado de asimilación de los efectos del desastre y tener elementos de juicio ajustados a la realidad.

La evaluación de riesgos propone un estudio y reconocimientos de los posibles peligros latentes, existentes en la zona, para luego mediante un análisis determinar las zonas de amenaza, zonas propensas y vulnerables, con el fin de no crear más riesgos, con la acción del hombre mal orientada, en ciudades con amenaza sísmica.

#### Aspectos de evaluación:

##### A) Análisis general del centro urbano.

- aa) Referencia histórico de la ciudad. Contexto.
- ab) Reseña histórica sobre desastres que la han afectado.
- ac) Análisis físico geográfico y geológico.

##### B) Análisis urbano de la población.

- ba) Infraestructura social.
- bb) Infraestructura servicios.
- bc) Económico social de la ciudad.
- bd) Estructuras peligrosas.
- be) Monumentos culturales.

Con todos estos aspectos, espaciales, históricos, sociales, económicos, culturales, etc., nos da parámetros de la situación actual de la población el grado de riesgo y vulnerabilidad ante un desastre potencial.

Se realizará un análisis, y síntesis de todos los datos obtenidos, para determinar los índices más representativos de sus elementos y sus relaciones internas, que nos permitirán una visión integral de la población.

De acuerdo con la interpretación tectónica y el tipo de fallamiento local, y en el mejor de los casos con un mapa de zonificación y micro-zonificación, se obtienen datos de las velocidades aceleraciones del suelo, proporcionan una descripción multifacética de la geológica de una región, todo esto se hace con modelos

de atenuación sísmica, expresiones matemáticas que ajustan curvas a los eventos ocurridos en el pasado, en diferentes regiones, utilizando el modelo de Poisson, se establecen los niveles de distribuciones máximas de aceleración del suelo, asignando magnitud máxima Richter a la falla que pertenece y sus períodos de retorno en años.

Ya establecida la magnitud e intensidad del supuesto sismo, se hace una estimación del comportamiento estructural de las edificaciones ante la presencia de un terremoto, y aplicar a las edificaciones clasificadas por su tipo de estructura, las descripciones de daños sufridas, según la intensidad del sismo, todo esto en la escala de Mercalli Modificada MMI.

Se evalúa la nueva situación de las construcciones afectadas la magnitud de vulnerabilidad y el grado de ponderación del riesgo a nivel general y particular, de la población expuesta, para paso final dar recomendaciones de mitigación y prevención ante la posibilidad de un desastre de tal naturaleza.

El modelo de evaluación de centros poblados con riesgo sísmico: pretende como objetivos generales los siguientes:

1. Reiterar a nivel institucional gubernamental, la necesidad de creación del Consejo Nacional de Protección Civil, ya que por el momento no existe un organismo que coordine y sea el responsable de los planes nacionales, regionales, locales para la prevención y mitigación de desastres naturales y sísmico.
2. Despertar el interés y estimular a la población civil para cooperar en los programas de prevención y mitigación de futuros sismos, resaltando que se convierten en desastre cuando no se toman las medidas preventivas.
3. Cooperar en las gestiones para lograr la aprobación de leyes y reglamentos, de sistemas constructivos, códigos de diseño anti-sísmico, prevención y mitigación de desastres sísmicos.

#### 2.7.2. Estrategias: Del modelo:

##### Zonificación del uso de suelo

Estas medidas se pueden dividir en dos casos que son: 1° Las que tienden a orientar el desarrollo fuera de las áreas de peligro, hacia localizaciones más seguras, lo que implica una zonificación sísmica del territorio nacional, o regional. 2° Son medidas que emprenden medidas estructurales dirigidas a resistir o desviar el impacto destructivo del sismo, pero estas tienen el condicionante de construcciones hechas con anterioridad a la aplicación de dichas normas.

Es un instrumento valioso para determinar las áreas de una población y sus divisiones de uso del suelo, pueden ser residenciales, industriales, administrativas, comerciales, agrícolas, etc. y de estas subdivisiones emergen las reglamentaciones pertinentes para cada área en particular, entre ellas podemos mencionar alturas y volúmenes de los edificios, superficies y porcentajes de ocupación, densidad de población, liniamientos urbanos, etc. La utilización de este tipo de reglamentación como estrategia para la prevención de los desastres es obvia, puesto que es preciso incidir en aspectos espaciales de los fenómenos naturales y éstas están íntimamente relacionadas a la seguridad pública.

La zonificación, debe alcanzar necesariamente una base de información científica, de allí la importancia de evaluar previamente el riesgo.

#### Reglamentación constructiva:

En zonas propensas a sismos, las edificaciones están sujetas a esfuerzos laterales muy grandes y es por ésto que la implementación de un código antisísmico en la construcción es imperativo y éste será otro elemento mitigador de los efectos de los desastres naturales.

#### 2.7.3 Aspectos Técnicos del Modelo y su aplicación:

La aplicación de un modelo de evaluación de centros urbanos con riesgo sísmico, descansa en los principios del planeamiento de mitigación y prevención sísmica, con cierto grado de exactitud de las condiciones de una región en particular, como puede ser el caso de una comunidad y así reducir el daño colectivo y el sufrimiento personal.

Al presentar este modelo, es primordial que las evaluaciones sean a través de

Ingenieros Civiles y Arquitectos calificados que informen a las autoridades correspondientes sobre las estimaciones de los probables daños que un sismo producirá en una población y ésta información estará dada a base de estudios de vulnerabilidad.

#### Condiciones Básicas de Evaluación para el modelo

1. Análisis de las condiciones geológicas de la zona.
2. Topografía.
3. Zonificación sísmica (áreas de peligro y seguridad)
4. Evaluaciones de Centros Urbanos (Poblaciones)

##### 4.1. Redes vitales: (Infraestructura urbana)

- Instalación de agua potable
- Instalación de drenajes sanitarios
- Instalación eléctrica
- Red de comunicaciones
- Red de transporte
- Red de salud y asistencia social

##### 4.2 Estructuras Peligrosas:

Son aquellas edificaciones cuya falla de carácter estructural o sistema constructivo, materiales, mano de obra, etc. son deficientes y pueden provocar graves pérdidas de vidas o de propiedades.

- Edificios públicos y privados. (Todas aquellas construcciones que permiten la aglomeración de personas como lo son escuelas, centros comunales, estadios, cines, iglesias, etc.)
- Viviendas caso específico.

##### 4.3 Construcciones de actividades económicas:

- Comercios públicos y privados.
- Industrias que no llenan requisitos de seguridad.

##### 4.4. Monumentos Culturales:

Edificaciones o estructuras de valor histórico/arquitectónico cultural de las poblaciones que deben de protegerse por su simbolismo y herencia cultural nacional.

#### 2.7.4. Advertencias y Limitaciones:

El contenido del presente modelo de evaluación de centros poblados con riesgo sísmico, debe considerarse como un modelo estratégico mínimo, sujeto a revisión, mejoramiento y/o ampliación, siempre destinado a prevención y mitigación de desastres sísmicos. Es recomendable que sea efectuado por especialistas.

Por su carácter de modelo pionero, puesto que es la segunda vez que se aplica en Guatemala, ya que la primera es la evaluación realizada en Antigua, Guatemala por el Arq. Marcelino González Cano. Se estima que enfrentará ciertas limitaciones que es necesario salvar, como el apoyo legislativo, debido que hasta el momento no existe adiestramiento profesional para desarrollar investigaciones hechas por especialistas en este campo.

#### 2.7.5 Selección del Centro Urbano:

La evaluación de un centro urbano de acuerdo a las directrices y estrategias espaciales, sociales, económicas, culturales, etc. como el grado de riesgo y vulnerabilidad a que está expuesta, con las principales causas para determinar una población para ser evaluada.

La ciudad de Chiquimula, es fundada en 1535, con Real Cédula del Reino de Guatemala, lo cual le dá las características de una traza urbana con los conceptos de Tales de Mileto del Siglo XVI y ordenanzas de la Conquista y Colonización de las Indias Orientales, como lo son el Emplazamiento Central, la orientación norte-sur, este-oeste, conformación de manzanas de 10,000 varas, etc. En la segunda mitad del Siglo XVII, aparece como corregimiento, adquiere mayor prominencia a nivel regional y en 1825 se declara como Departamento de Guatemala, incluyendo a los ahora Departamentos de Jalapa, Jutiapa, Izabal y Zacapa.

la geología de Chiquimula de acuerdo con la tectónica de placas, se encuentra en medio de la zona de transcurrencia, donde convergen las Placas de Norte-América y la Placa del Caribe y la delimitación de las Fallas de Chixoy-Polochic, la de San Agustín Acasaguastlán, Motagua, Jocotán-Chamalecón y las fuentes secundarias como los Grábenes de Ipala y Chiquimula.

La ciudad de Chiquimula fue destruída por el Terremoto de 1765, el acontecimiento sísmico más relevante de su historia que originó el traslado de la Ciudad, el sismo fue de origen tectónico por la Falla de Jocotán-Chamalecón con una intensidad de 7° MMI, pero la región fue afectada en 1733, 1-09, 1856, 1982 recientemente según estudios.

La ciudad de Chiquimula, es el núcleo más importante de desarrollo económico, social y educativo del nororiente del país, ya que geográficamente está casi equidistante de las poblaciones regionales. La ciudad cuenta con una buena infraestructura y equipamiento, es la mejor dotada con instituciones gubernamentales, municipales, educativas de larga tradición en el oriente. También, cuenta con un alto potencial de monumentos culturales arquitectónicos, que le dan un carácter relevante en la región.

Otro aspecto importante de resaltar, es la realización de la práctica profesional supervisada de la Facultad de Arquitectura por el autor de este trabajo, lo que le permitió conocer más a fondo la problemática y tener contacto directo con su población para enriquecer la investigación.

CAPITULO III - "MODELO DE EVALUACION DEL CENTRO URBANO CON RIESGO SISMICO CIUDAD DE CHIQUIMULA"

ANALISIS GENERAL DE LA CIUDAD DE CHIQUIMULA

3.1. Referencia Histórica de Chiquimula:

Existen en el Valle de Chiquimula vestigios de ocupación prehispánica, conforme a estudios etimológicos, la palabra CHIQUIMULA, viene de la palabra NAHUATL "CHIQUIMOLIN", que significa "JILGUERO", también viene de la palabra CHORTI, lengua natural de los antiguos pobladores, TCKIMUL-HA, que significa "PAJARO DEL BORDE DEL RIO". (16)

Según algunos historiadores, primero existió el imperio indígena llamado Tlapallan, cuya raza había emigrado de las regiones del Río Usumacinta, del período clásico Maya, cuyas capitales eran Tula y Palenque; que al asentarse en esta región forman el Imperio Payaqué, cuya capital fue la legendaria Copán.

La conquista del Reino Payaqué fue sangrienta y difícil para los conquistadores españoles, ya que los indios Chortí, aprovechándose de las discordias entre los españoles, se sublevaron, haciendo necesario el envío de muchas tropas para reconquistar el territorio varias veces.

La fecha de fundación de la primera ciudad no es precisa y se cree que fue en los años 1530 a 1535 y sus primeros habitantes fueron traídos a la fuerza de Copán después de ser vencidos. Sin embargo, toda la formación del pueblo se verifica entre los años de 1540 a 1546, cuando una Real Cédula de fecha 8 de mayo de 1539 ordena que todos los poblados pequeños, pero numerosos existentes, fueran unidos en pocos pero más numerosos, sucediendo ello en Chiquimula.

La traza original de la ciudad presenta las mismas características del urbanismo del Siglo XVI y que se mantuvieron a lo largo de la dominación española, con la orientación de calles y avenidas, a los puntos cardinales en forma ajedrezada. Lo más importante a nivel espacial eran su plaza, su iglesia parroquial y sus casas reales, lo cual le hacía unos de los pueblos mejor formados del Reino de Guatemala.

---

(16) Diccionario Geográfico Nacional. Instituto Geográfico Nacional. Tomo I. Editorial Tipografía Nacional 1978.

En la segunda mitad del Siglo XVII aparece como Corregimiento, teniendo como límites: Al norte, La Verapaz y el Océano Atlántico; al sur, Escuintla y Sonsonate; al este, Comayagua y al oeste, Guatemala. El nombre del poblado varió mucho a través del tiempo, pero se mantuvo el de "Chiquimula de la Sierra", se conoce más como "La Santísima Trinidad Chiquimula de la Sierra", aunque antes de 1765 se le conoce como San Nicolás de Chiquimula y en cierta época se le llamó "Santa María de la Asunción Trinidad de Chiquimula de la Sierra" (17)

Debe señalarse que durante la Colonia, el Corregimiento adquiere preminencia en la minería y agricultura, también a la mayor renta diferencial lograda por la región al realizarse un camino de enlace, entre la capital y la Bahía de Amatique, le dá importancia jurídico-político-comercial a toda la región.

Uno de los acontecimientos más relevantes de esta época es la destrucción de la ciudad por los terremotos del 3 de junio de 1765, que fue sentido en Capital del Reino (hoy Antigua Guatemala) y afectando todos los poblados intermedios y del Valle de Chiquimula. La cabecera departamental es trasladada de sitio al norte y oeste del antiguo lugar, 2 kms. En la nueva capital se erigen nuevas iglesias, pues la gran iglesia de la Santísima Trinidad de la Sierra, es destruída totalmente y se edifican los edificios públicos nuevamente. Posteriormente, varios corregidores van introduciendo los adelantos como el agua potable, para llegar al final de Colonia, que se le confiere el título de Muy Notable Ciudad de Chiquimula, el 2 de junio de 1821 por parte de la Corona Española.

En la época post-colonial, las luchas por el poder se acrecientan así como el 17 de enero de 1822, la provincia de Chiquimula se resiste a la anexión a México. Los pronunciamientos de Comayagua y los Llanos, así como Chiquimula que han sido lugar de importantes batallas que intentaron la unificación de los países Centroamericanos, las batallas de Ara da, la de los Lucios, la de los Micheros. En 1825 se declara a Chiquimula como Departamento, incluyendo a Zacapa e Izabal. Izabal fue desmembrado de la provincia en 1839 y el Departamento de Jutiapa es creado en 1847. En 1871 con la Revolución liberal, nace el Departamento de Zacapa y en 1873 el Depto. de Jalapa.

Es así como para los chiquimultecos, las especiales circunstancias de haber ostentado la categoría de cabecera desde la creación del Corregimiento, fue siempre motivo de orgullo y distinción y por su situación geográfica equidistante de los demás poblados y su larga historia en el ámbito nacional.



### 3.1.1. Reseña Histórica del Terremoto de 1765:

Este acontecimiento sísmico es el más relevante de su historia, pues destruyó la ciudad por completo. Este tuvo fecha el 2 de junio de 1765 aproximadamente entre las diez y once de la noche y es por éso que en algunos escritos aparece la fecha 3 de junio, en ese año se celebraba la festividad eclesiástica movable de la Santísima Trinidad, nombre que se dió al terremoto. (18)

Documentos de la época describen que derrumbó toda la población de Chiquimula de la Sierra, que afectó también a la ciudad de Zacapa, produciendo grandes daños a todos los pueblos del Valle de Chiquimula. Su fuerza alcanzó a la capital del Reino, hoy Antigua, Guatemala, distante en línea recta unos 131 kms. y que hizo tocar las campanas de la Catedral. Se menciona que los sismos se prolongaron durante un mes. El señor Corregidor de Chiquimula de la Sierra, Antonio José de Ugarte, prestó todos los auxilios necesarios a la población, como también señaló los solares para los nuevos edificios públicos, la ciudad se trasladó 2 kms. al norte de la misma, donde se desarrolla la nueva ciudad con sus respectivas iglesias. (16)

Continuando la narración de Cortes y Llarras, en Chiquimula quedaron las gentes más pobres, porque no se miraban otros edificios más que jacales y la Iglesia de la Santísima Trinidad de Chiquimula de la Sierra, que era la mayor de todo el Arzobispado.

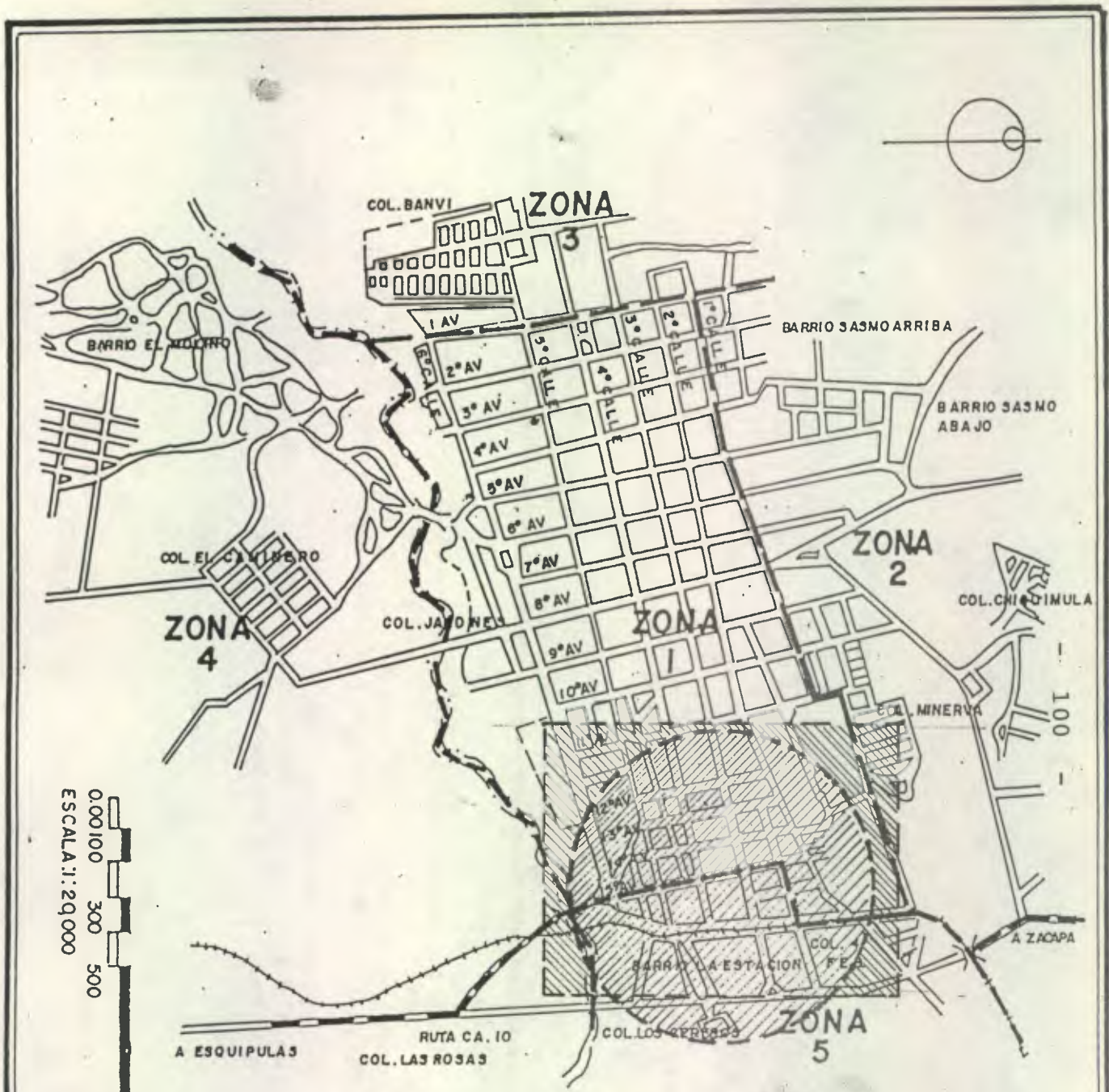
Se menciona también un suceso irregular, en algunos pueblos sucedió una inundación casi al mismo tiempo y en el mismo año, sin haberlo causado la abundancia de lluvia, sino romperse algunos cerros y salir de sus rupturas mucha agua que inundó los pueblos, produciéndose muchas pérdidas en la región. (18)

El terremoto fue de origen tectónico, posiblemente por la Falla de Jocotán-Chamalecón que pasa a 8 kms. de la población. Analizando el grado de destrucción y siendo reservados, se estima que sobrepasó los 7° de la Escala de Mercalli modificada, considerándose un terremoto destructor.

---



(18) Libro primero de Difuntos 1699-1769. El Calvario, Chiquimula

(16) Diccionario Geográfico Nacional. Instituto Geográfico Nacional Tomo I. Edit. Tipografía Nac. 1978.



## CIUDAD DE CHIQUIMULA

### AREA AFECTADA POR EL TERREMOTO DE 1,765

-  LIMITE APROXIMADO DEL AREA URBANA EN 1765.
-  AREA DESTRUIDA POR EL TERREMOTO

FUENTE: EPSDA.8811 J.P.MDAURRE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

JUAN PABLO VIDAURRE AVILA

3.1.2. Sismos históricos de gran magnitud provocados por el Sistema de Fallas del Jocotán

| AÑO                    | DEPARTAMENTO   | POBLACION   | INTENSIDAD MMI |
|------------------------|--|---|----------------|
| 1733                   | Chiquimula<br><br>Jalapa<br>Jutiapa                                      | Quetzaltepeque<br>Ipala<br>Jocotán<br>San Luis Jilotepeque<br>Santa Catarina Mita   | 6.7 - 7.2      |
| 1765 (2 de junio)      | Chiquimula<br><br><br><br>Zacapa<br>Jalapa<br>Sacatepéquez<br>Santa Rosa | Esquipulas<br>Camotán<br>Jocotán<br>San Juan Ermita<br>Quetzaltepeque<br>San Jacinto<br>Chiquimula<br>Santa Elena<br>Concepción Las Minas<br>Zacapa<br>Jalapa<br>Antigua<br>Valle de Santa Rosa | 6.7 - 7.2      |
| 1809 (20 de octubre)   | Honduras   | Todo el país  | 3 - 4 **       |
| 1856 (4 de agosto)     | Ocatepeque (Honduras)<br><br>Chiquimula                                  | Chamelecón<br>Ulua<br>Castillo<br>Omoa<br>Jocotán   | 6.7 - 7.2 **   |
| 1934 (12 de diciembre) | Zacapa<br>El Progreso<br>Ocatepeque (Honduras)<br>Santa Cruz             | Zacapa<br>El Progreso<br>Ocatepeque<br>Copan  | 6.25           |
| 1982                   | Esquipulas   | Chanmagua   | 5.5            |

\*\* Intensidad estimada.

FUENTE: Recopilación del Geólogo Rodolfo Alvarado V. INDE 1989.

# LOCALIZACION DE SISMOS DE GRAN MAGNITUD PROVOCADOS POR EL SISTEMA DE FALLAS DE JOCOTAN-CHAMALECON

1733-1982



FUENTE: RECOPIACION DEL DR. RODOLFO ALVARADO INDE 1989.

3.2. Aspectos referidos al contexto de Chiquimula. (16)

3.2.1 Análisis físico:

A. Localización:

El Departamento de Chiquimula, colinda al norte con el de Zacapa, al este con la República de Honduras, al sur con la República de El Salvador y el Departamento de Jutiapa, al oeste con los de Jalapa y Zacapa. Tiene un área aproximada de -- 2,376 kilómetros cuadrados.

El Departamento está formado por 11 municipios:

|                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| Camotán              | Esquipulas        |
| Olopa                | San Juan Ermita   |
| Concepción las Minas | Ipala             |
| Quezaltepeque        | San José la Arada |
| Chiquimula           | Jocotán           |
| San Jacinto          |                   |

Las principales carreteras que atraviezan su territorio son:

C-A 10, que viene de Zacapa y va a Esquipulas, así mismo con la frontera de Honduras y El Salvador.

La cabecera departamental está unida con el resto de los municipios por medio de carreteras nacionales, municipales y caminos vecinales.

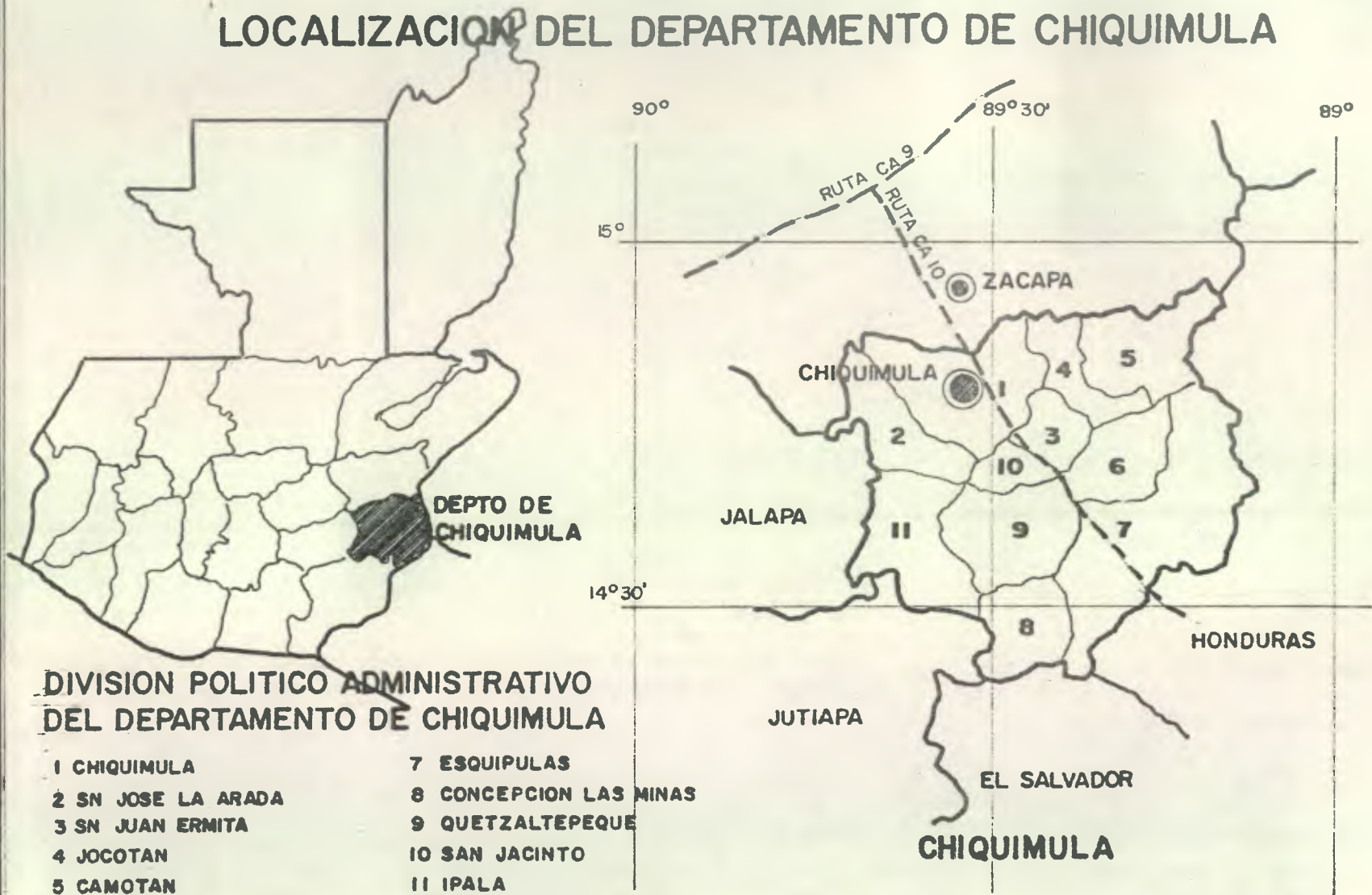
La localización de Chiquimula, cabecera, está ubicada en el departamento del mismo nombre a 170 kms de la ciudad capital. El municipio tiene las coordenadas geográficas siguientes:

|             |      |      |      |
|-------------|------|------|------|
| En latitud: | 14 ° | 47 * | 54 " |
| En longitud | 89 ° | 32 * | 48 " |

con una extensión aproximada de 372 kms cuadrados, colinda al norte con el departamento de Zacapa, al sur con San José la Arada y San Jacinto; municipios del departamento, al este con Huité y Cabañas del departamento de Zacapa, al oeste con el municipio de Jocotán.

El departamento de Chiquimula cuenta con una ciudad que es la cabecera departamental y municipal, 11 municipios, 39 aldeas y 50 caseríos, es la ciudad más grande

# LOCALIZACION DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA



## DIVISION POLITICO ADMINISTRATIVO DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA

- |                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| 1 CHIQUIMULA       | 7 ESQUIPULAS           |
| 2 SN JOSE LA ARADA | 8 CONCEPCION LAS MINAS |
| 3 SN JUAN ERMITA   | 9 QUETZALTEPEQUE       |
| 4 JOCOTAN          | 10 SAN JACINTO         |
| 5 CAMOTAN          | 11 IPALA               |
| 6 OLOPA            |                        |

SUPERFICIE: 2,376 KMS<sup>2</sup>

FUENTE: DICCIONARIO GEOGRAFICO NACIONAL  
TOMO I 1984.

de todo nororiente y se le conoce como " Ciudad Prócer" o "La Perla de Oriente".

#### B. Topografía:

La población se encuentra asentada en un punto casi central del valle de Chiquimula, la pendiente del suelo es de este a oeste de 3% a 6% con declive hacia el río San José.

#### C. Hidrografía:

El valle es irrigado por varios ríos, el más importante es el San José que pasa al este del poblado, al cual le tributan los ríos Shutaque, El Tacó, Shusho y muchas quebradas

#### D. Climatología:

Su clima es caluroso y seco benigno, esto se debe a que el valle se encuentra a 423 mts sobre el nivel del mar. La isoterma anual es de 25 grados; pero varía por la altitud y otros factores regionales, los meses más calurosos son Febrero a Junio y la temperatura varía de 28 a 35 grados a la sombra.

#### E. Humedad Relativa y Precipitación Pluvial:

La humedad en el municipio es de 68% pero los meses de febrero a mayo se reduce. La isoteya anual pluvial es de 1000mm, la precipitación media anual es de 500mm con 39 días de lluvia, siendo una de las regiones más secas del país.

#### F. Vientos y Asolamiento:

Su dirección predominante es noroeste la mayor parte del tiempo, la velocidad promedio es de 12.5 km/hora en el mes de marzo, en septiembre se reduce a 7 kms/hora y en enero y febrero 11 kms/hora.

Lo que respecta al soleamiento, el más soleado es abril con 218.9 horas sol, los menos soleados son octubre y noviembre con 151.1 horas sol.

La evaporación, los índices oscilan entre 123.5 mm. en el mes de marzo y abril, y de 47.8 mm. en el mes de octubre.

#### G. Flora y Fauna:

En el valle existe una vegetación tipo bosque montano bajo, entre las especies

más comunes están: mangales, conacaste, morrales, guayacanes, palmeras, cedros, pero ha sido afectada por la tala desmedida de árboles y por los cultivos de frijol, maíz y tabaco.

Entre la fauna que aún persiste dado los cambios tan violentos contamos con gran cantidad de insectos, arácnidos (escorpiones, arañas, ácaros etc), aves (guardabarrancos, lechuzas, golondrinas etc), mamíferos (roedores, tacuasines y ganado vacuno y porcino), reptiles (serpientes, garrobos, lagartijas etc).

#### H. Geología de Chiquimula

En términos generales el departamento está constituido por dos unidades geológicas, dividido por la falla de Jocotán, Chamalecón; en la parte norte de la falla afloran rocas metamórficas de edad paleozoica, las cuales están cortadas por cuerpos ígneos, y en la parte sur de la falla, las principales unidades son constituidas por rocas de origen volcánico de edad terciaria y cuaternaria.

Si tomamos orientación noreste sobre la falla de Jocotán constituye un ejemplo de las estructuras geológicas más antiguas de la región, la cual ha sido rejuvenecida por movimientos posteriores que han afectado las rocas volcánicas terciarias.

En cambio las fallas localizadas suroeste son estructuras geológicas más jóvenes, a lo largo de las cuales se han localizado centros de actividad volcánica reciente.

Los suelos del municipio de Chiquimula han sido divididos en suelos sobre material volcánico, suelos sobre sedimentos metamórficos y suelos misceláneos. (16)

#### I. Fallamiento Geológico de Chiquimula:

De acuerdo con la interpretación de la tectónica de placas, Chiquimula se encuentra en medio de la zona de fallamiento de transcurrencia, donde convergen las placas de Norteamérica y la del Caribe y sus fallas paralelas es así como a 63 kms al norte de la Ciudad Prócer, se localiza la falla de Chixoy, Polochic; más cercana está la de San Agustín Acasaguastlán, a 25 kms. Siempre en la misma dirección norte a unos 23 kms, se encuentra la falla del Motagua; si vemos hacia el sur a 8 kms de la población pasa la falla de Jocotán-Chamalecón, que localmente se conoce como Falla de San José, por el río que en la parte más cercana a la ciudad pasa a 2 kms de ella.

(16) Diccionario Geográfico Nacional. Instituto Geográfico Nacional. Tomo I Pag. 735 Editorial Yipografía Nacional 1978.

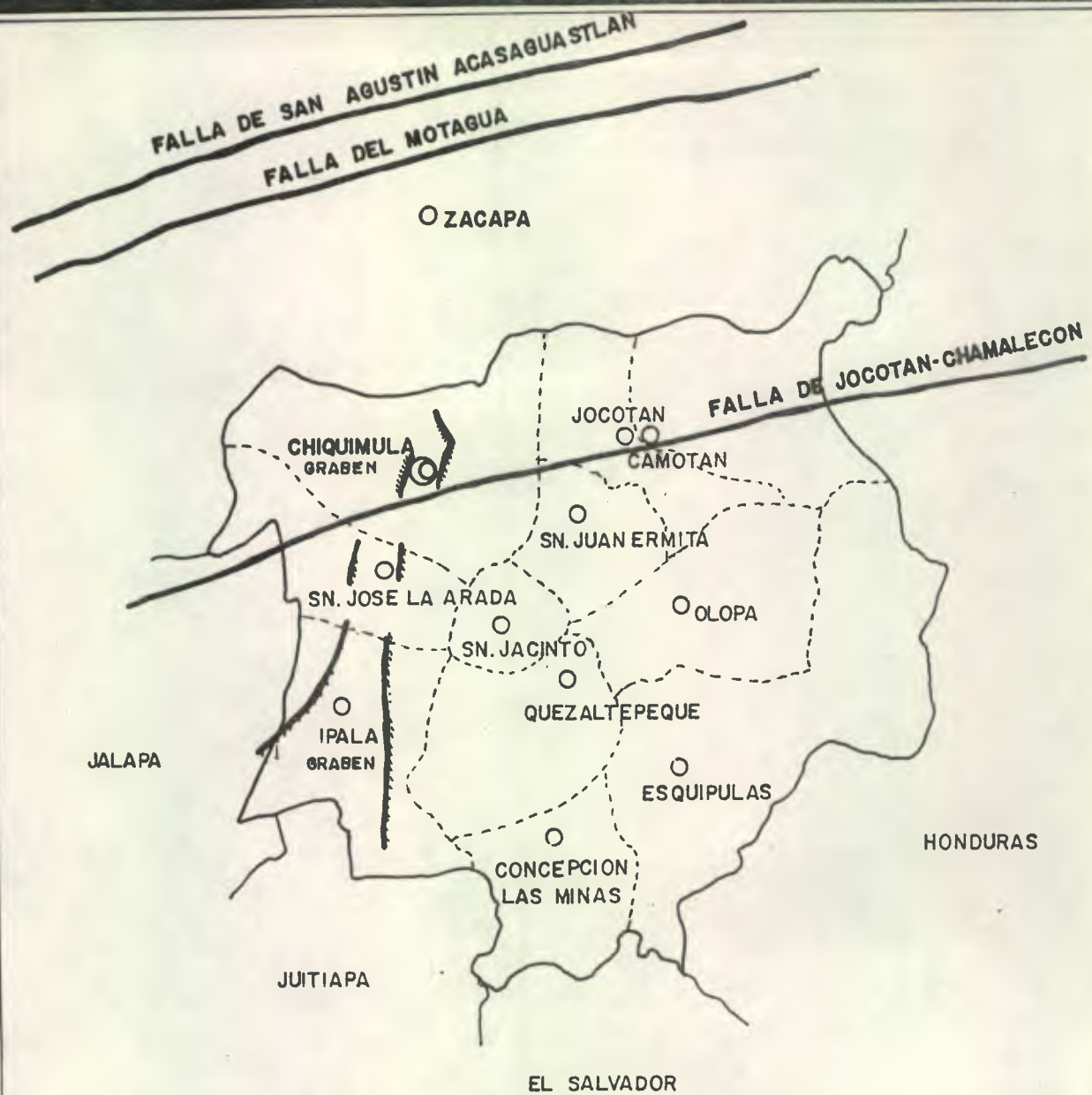


De las fuentes secundarias de sismicidad, como lo son las fallas locales, perpendiculares a las fallas principales de transurrencia, tenemos los grábenes de Ipala y el de San José Chiquimula, en el cual está asentada la ciudad.

"El riesgo sísmico de esta región es alto y ello no sólo para los habitantes, sino en general para todos aquellos valores susceptibles de perderse totalmente entre ellos el patrimonio cultural existente". (19)

---

(19) Ubico Calderón Mario Alfredo. 1980. Complejo Cultural. Proyecto de restauración y habilitación especial de la Iglesia La Santísima Trinidad, Chiquimula. Tesis de grado USAC.



# ESQUEMA GEOLOGICO DE CHIQUIMULA

FUENTE: MAPA GEOLOGICO 1: 250000 DE GUATEMALA  
INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL 1970.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

JUAN PABLO VIDAURRE AVILA

## J. Situación actual:

A nivel departamental y municipal, la forma general de producción es agrícola y las siembras tradicionales como el maíz, maicillo, frijol, arroz. Principales cultivos adicionales son el ajonjolí, tomate, café, tabaco y el tradicional mani de la región.

En el interior montañoso de la mayoría de los municipios las producciones son de autoconsumo y el pequeño excedente es para los mercados locales y en especial a la cabecera departamental.

En el rubro pecuario, Chiquimula es de los primeros departamentos de producción a nivel nacional. En la cabecera existe más concentración de actividades comerciales servicios públicos y privados, en las vías de mayor influencia que generan una inmigración hacia la misma, la industria es pobre y sólo hay pequeños talleres artesanales.

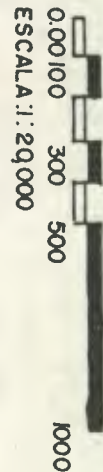
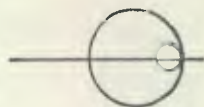
La ciudad de Chiquimula cuenta con una buena infraestructura en casi toda su población, en lo que respecta a agua potable, drenajes, electricidad, teléfonos y vías de acceso de buena calidad, respecto al equipamiento urbano es una de las cabeceras departamentales mejor dotadas y en relación a instituciones gubernamentales, municipales, comerciales, transporte, aspecto recreativo, deportivo, servicios de salud y educativos que son de larga tradición en oriente.

El crecimiento de la ciudad es sin ningún plan regulador y esto viene a afectar en el deterioro del aspecto histórico-cultural-espacial de la ciudad. El centro de la población en un principio residencial, se ha transformado en comercial, creando un caos a niveles volumétricos y de contaminación visual, perdiendo su apariencia de tipo colonial o neoclásico, que le hace una ciudad cultural de siglos anteriores que sustentan ese valor único en la región nororiental.

La población defiende una historia, cuyo nivel educativo siempre se mantuvo alto y de limpia trayectoria de sus instituciones educativas.

El crecimiento de la población urbana es notable, con el apareamiento de colonias en áreas poco aptas para viviendas como quebradas, orillas de ríos, barrancos, y también es de hacer mención de la tipología de la vivienda cuando uno se aleja del centro del poblado, son construcciones de adobe, bajareque y mixto de mampostería sin un buen sistema constructivo y la falta de servicios públicos como los drenajes y el agua potable, son problemas de la necesidad en éstas áreas.

La población del departamento es joven, casi un 60% de 0 a 19 años, que se constituye en mano de obra a temprana edad a nivel rural, a nivel de cabecera departamental.



# CIUDAD DE CHIQUIMULA

FUENTE: EPSDA.8811 J.P.MDAURRE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

JUAN PABLO VIDAURRE AVILA

### 3.3. Análisis de la infraestructura de la ciudad.

En los estudios de urbanismo, se clasifica a la infraestructura en dos ramas:

Infraestructura social e  
Infraestructura de servicios.

#### Infraestructura:

"Es la base material que permite la instalación de una sociedad en un medio determinado y que provee todas las facilidades para la reproducción y desarrollo así como perpetuación de la misma". (20)

#### Organización actual del núcleo humano

La ciudad de Chiquimula es fundada en el año de 1535, siguiendo las ordenanzas de la conquista y colonización. Estas ordenanzas son dictadas por el Emperador Carlos I y entre ellas tenemos:

Localizar la ciudad en sentido norte, sur, este y oeste.  
Emplazamiento de forma reticular, siguiendo el concepto de tales de Mi-  
leto.  
Conformar manzanas de 10,000 varas cuadradas.  
Existencia de una plaza central, alrededor de la cual se construirán  
las edificaciones importantes: cabildo, palacio, iglesia, capitanía,  
cárcel.

Estas características fueron variando dependiendo de la magnitud de la población y las particularidades físicas del lugar. Pese a ello fueron surgiendo nuevos caseríos dispersos en el valle, que al carecer de un desarrollo controlado, provocaron un crecimiento desordenado de las áreas periféricas al sector central, que es el único que guarda en la actualidad su trazo regular.

La ciudad está dividida en 5 zonas urbanas, la zona uno es la más grande y antigua y corresponde al sector central, las demás zonas se desarrollaron alrededor de este sector. (21)

#### Tendencias de crecimiento urbano

Diversas circunstancias han condicionado que el crecimiento de la ciudad se desarro-

(20) Bucaro Herman. Mercado municipal Rio Hondo Zacapa. Tesis Fac. Arq. USAC 1986.

(21) Ovalle Mondory Mario. Cementerio para la ciudad de Chiquimula. Tesis Fac, Arq. USAC 1989

lle sobre un eje norte sur, es decir, sobre las zonas 2 y 4. Dicho crecimiento se ha dado a lo largo de una vía principal de circulación y algunas de sus derivaciones provocando un desarrollo longitudinal del núcleo urbano.

### Uso del suelo Urbano

No existe en la ciudad de Chiquimula, un control por parte de la Municipalidad del uso del suelo, sin embargo la tendencia creciente es localizar en el sector central zona uno, la mayor parte de los comercios y los servicios públicos, desplazando las áreas de vivienda en forma progresiva a los sectores periféricos.

#### 3.3.1 Infraestructura social

La ciudad de Chiquimula, es sede del gobierno Municipal y Departamental, siendo uno de los centros más importantes de nor-oriente del país, contando con numerosas dependencias gubernamentales e instituciones de servicio público. También es el más importante punto de intercambio comercial a nivel regional.

La infraestructura social es el conjunto de elementos físicos que satisfacen las necesidades más urgentes de la población.

#### Síntesis de la infraestructura social (21)

##### 1. Parques y espacios abiertos:

Existen en la ciudad 3 parques y un campo abierto, localizados en la zona uno. Las áreas periféricas no cuentan con este espacio para recreación.

La deficiencia en áreas de recreo para la población incide en el uso intensivo de las existentes y el deterioro de las mismas por falta de mantenimiento municipal.

Parque Central  
Parque Calvario  
Parque de la Madre  
Campo de la feria

##### 2. Hospitales y centros de salud

El sistema esta conformado por : Hospital Nacional, Centro de salud, Hospital pri-

---

(21) Ovalle Monroy Mario. Cementerio para la ciudad de Chiquimula, Tesis Fac.Arq. USAC 1989.

vado, Clínicas particulares, Clínicas del Seguro Social. El servicio estatal es deficiente, la calidad de atención es mala dado al presupuesto tan reducido que cuenta. El estado y calidad de servicios de las unidades de asistencia médica, puede influir positiva o negativamente en el nivel de vida de la población, especialmente sobre el grupo infantil. Estas dependencias gubernamentales prestan el servicio a todo el municipio y a veces Departamental, como es el caso del Hospital Nacional.

El Hospital privado, por lógica atiende a un reducido sector de la población.

### 3. Centros de asistencia social

Está conformado por una Guardería, el servicio es deficiente. Su cobertura es muy limitada y los servicios prestados a los infantes son mínimos en virtud de un estrecho presupuesto. No presenta condiciones de higiene adecuadas y tan sólo cubre a 2% a 5% de la población infantil de escasos recursos económicos.

### 4. Iglesias y lugares de culto

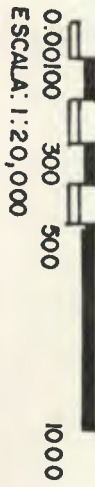
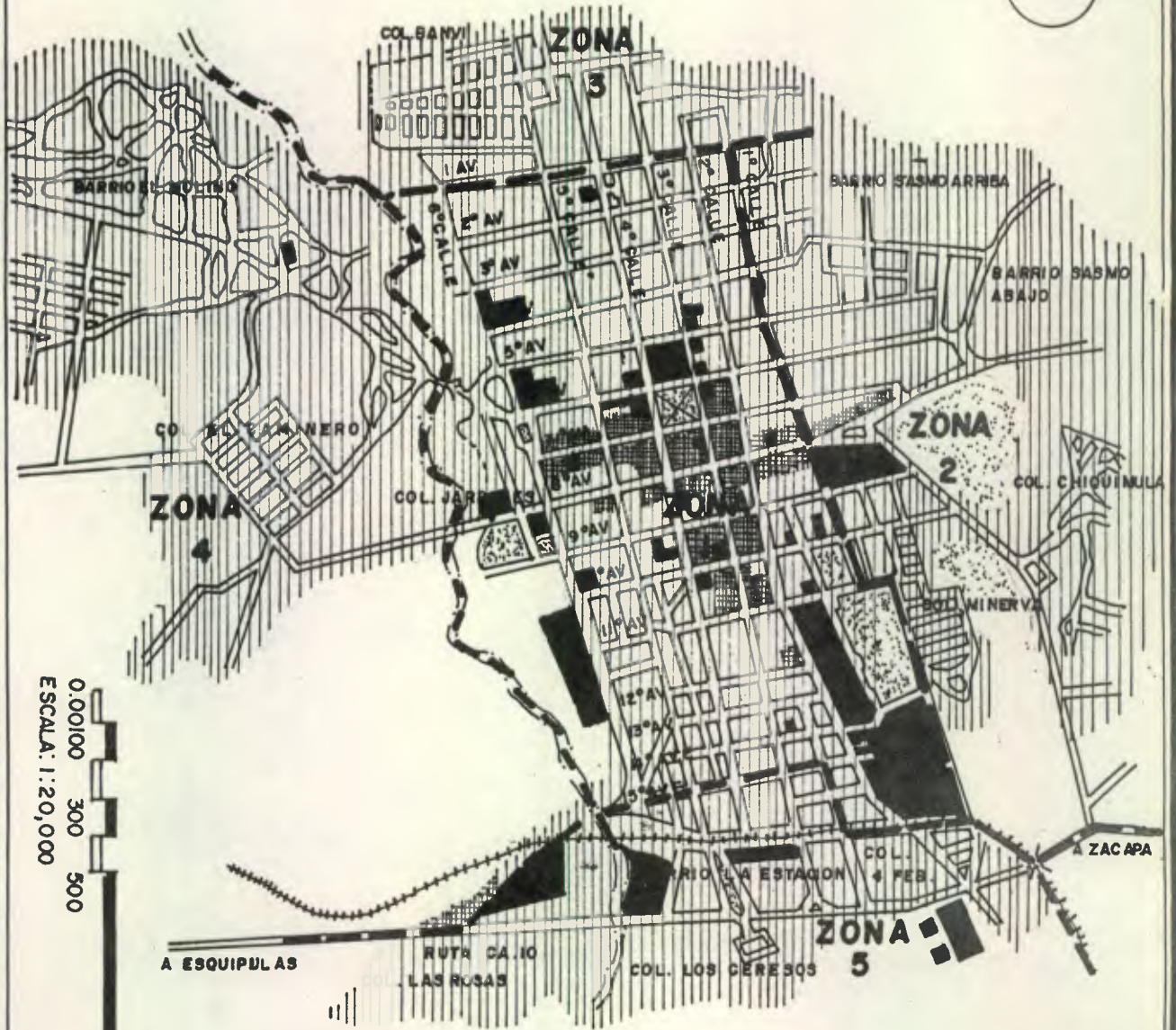
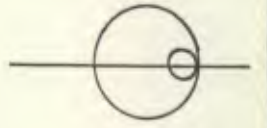
El servicio es eficiente, la mayor parte de la población profesa el cristianismo en sus diversas formas. El 50% de la población asiste regularmente a estos centros.

4 iglesias católicas  
9 iglesias evangélicas  
1 iglesia mormona

### 5. Centros de enseñanza






El servicio es satisfactorio, el 70% de la población cuenta con un grado de escolaridad. Asisten a clases 8511 alumnos que equivale al 51% de la población en edad escolar. El sistema educativo está conformado por:

13 escuelas primarias y de pre-primaria  
7 institutos básicos y diversificado  
1 centro universitario



# CIUDAD DE CHIQUIMULA

## USO DEL SUELO

-  VIVIENDA
-  COMERCIO
-  SECTOR PUBLICO
-  AREAS VERDES
-  AREA SIN DESARROLLO



FUENTE: EPSDA. 88 II J.P. VIDAURRE  
OVALLE MONROY M. CEMENTERIO CIUDAD CHIQUIMULA TESIS FAC ARQ. USAC. 1989.





# CIUDAD DE CHIQUIMULA

## TENDENCIA DE CRECIMIENTO

-  DESARROLLO HASTA 1950
-  DESARROLLO ACTUAL

A. 1o ASENTAMIENTO DE LA CIUDAD 1,530  
 B. TRASLADO DE LA CIUDAD EN 1765

FUENTE: EPSDA. 88 II J.P.VIDAURRE

### 3.3.2. Síntesis de la infraestructura de servicios. (21)

#### 1. Sistema vial

El sistema vial está conformado por avenidas y calles de primero, segundo y tercer orden, de 12, 9, 6, metros de ancho. La ciudad cuenta con un 75% de sus calles con algún tipo de pavimento. Sólo los sectores periféricos tienen este servicio.

|         |     |
|---------|-----|
| adoquín | 45% |
| asfalto | 6%  |
| piedra  | 24% |
| tierra  | 25% |

#### 2. Agua potable

El sistema fue establecido en el año de 1950 y ampliado en 1972. Cuenta con dos fuentes de abastecimiento de 43 y 51 lts/seg. Este sistema cubre el 80% de la ciudad con 3537 conexiones domiciliarias, 15 llena cántaros, 10 conexiones en edificios públicos y 2 tanques de lavado.

El sistema es deficiente en su mayor parte por ser discontinuo y en la época seca se agrava aún más.

#### 3. Alcantarillado sanitario

El sistema de drenaje fue construido en 1972, del tipo sanitario combinado, tiene 8 puntos de descarga y un caudal estimado de 32.9 lts/seg. 2846 lts/día. El 70% de la viviendas existentes están conectadas a la red. En las áreas periféricas se carece de este servicio, creando focos de contaminación.

#### 4. Energía eléctrica

El servicio es satisfactorio para toda la ciudad pues cubre en un 100% el área urbana, sin embargo no todas las viviendas están conectadas a la red. El alumbrado público cubre el 65% de las calles y sitios públicos.

#### 5. Telecomunicaciones

El servicio es eficiente, permite la comunicación nacional e internacional. Cubre

---

(21) Ovalle Monroy, Mario. Cementerio para la ciudad de Chiquimula, Tesis Fac. Arq. USAC 1989

el 45% de los hogares con 2000 líneas instaladas. Los sectores periféricos carecen del servicio. Fue inaugurado en 1974 por Guatel y cuenta con una central automática.

#### 6. Correos y telégrafos

Hay una oficina postal y telegráfica de primer orden. Cubre el 100% del área urbana y rural del municipio en forma eficiente.

#### 7. Tren de aseo

No se cuenta con un sistema debidamente establecido. Este sólo atiende al sector central y adyacentes, pero los sectores periféricos carecen del servicio y éste es deficiente. Existen numerosos basureros clandestinos. No se le da tratamiento a la basura ni al relleno sanitario, lo que conlleva a un alto riesgo de contaminación a las áreas vecinas.

#### 8. Transporte urbano

No se cuenta con un sistema conformado. Atiende un solo sector de la ciudad circulando sobre una vía principal. Es irregular y no garantiza el traslado de la población en forma rápida.

### 3.3.3 Visión económico-social de la ciudad.

#### Aspectos demográficos generales (21)

En la ciudad de Chiquimula se concentra el 48% de la población del municipio y el 25% de la población departamental, experimentando un rápido crecimiento demográfico intercensal. Su población es eminentemente joven. El 46% de la misma tiene menos de 18 años.

El grupo étnico de la población al igual que el de la región es ladino, correspondiendo tan sólo el 7% al grupo indígena.

En el aspecto educativo de la población en edad escolar el 79% sabe leer y escribir o cuenta con un grado de escolaridad, teniendo uno de los más altos índices de alfabetismo de la república.

---

(21) Ovalle Monroy, Mario. Cementerio para la ciudad de Chiquimula. Tesis Fac. Arq. USAC 1989

Ingreso Familiar y grupos de ocupación (21)

Los principales grupos de ocupación corresponde a la prestación de servicios, la agricultura, la construcción y en menor escala la pequeña industria manufacturera. Esto es reflejo del rápido crecimiento urbano del municipio, pues la prestación de servicios personales y comunales ha desplazado a la agricultura como principal fuente de riqueza.

Solamente el 35% de la población en edad de trabajar, realiza actividades productivas. Así el ingreso familiar promedio a nivel urbano es bajo. Más del 80% de los habitantes económicamente activos tienen un ingreso menos de Q 400.00 mensuales.

Esto provoca que las condiciones socio-económicas, sean no adecuadas y por consiguiente, las viviendas no pueden ser de sistemas constructivos y de materiales de primera calidad, lo que incide que se conviertan en construcciones peligrosas para su habitación.

---

(21) Ovalle Monroy, Mario. Cementerio para la ciudad de Chiquimula. Tesis Fac. Arq. USAC 1989.

## CARACTERISTICAS DE LA POBLACION DEL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA

| I. | CARACTERISTICAS BASICAS    | No     | ESCALA GRAFICA<br>1 x 10,000 hab. |   |   |   | %      |
|----|----------------------------|--------|-----------------------------------|---|---|---|--------|
|    |                            |        | 1                                 | 2 | 3 | 4 |        |
|    | No DE HABITANTES           |        |                                   |   |   |   |        |
|    | POBLACION TOTAL            | 42,571 |                                   |   |   |   | 100.00 |
|    | POBLACION URBANA           | 18,965 |                                   |   |   |   | 44.55  |
|    | POBLACION RURAL            | 23,606 |                                   |   |   |   | 55.45  |
| 2. | POBLACION POR SEXO         |        |                                   |   |   |   |        |
|    | MASCULINA                  | 20,519 |                                   |   |   |   | 48.20  |
|    | FEMENINA                   | 22,052 |                                   |   |   |   | 51.80  |
| 3  | GRUPO ETNICO               |        |                                   |   |   |   |        |
|    | INDIGENA                   | 6,283  |                                   |   |   |   | 14.76  |
|    | NO INDIGENA                | 36,264 |                                   |   |   |   | 85.18  |
|    | IGNORADO                   | 24     |                                   |   |   |   | 0.06   |
| 4  | ALFABETISMO                |        |                                   |   |   |   |        |
|    | ALFABETO                   | 19,835 |                                   |   |   |   | 59.27  |
|    | ANALFABETO                 | 13,306 |                                   |   |   |   | 39.76  |
|    | ALFABETISMO IGNORADO       | 325    |                                   |   |   |   | 0.97   |
| 5  | ACTIVIDAD ECONOMICA        |        |                                   |   |   |   |        |
|    | ACTIVA                     | 11,354 |                                   |   |   |   | 37.77  |
|    | NO ACTIVA                  | 18,276 |                                   |   |   |   | 60.80  |
|    | IGNORADA                   | 431    |                                   |   |   |   | 1.43   |
| 6  | GRUPOS DE EDAD             |        |                                   |   |   |   |        |
|    | 0-4 AÑOS                   | 6,550  |                                   |   |   |   | 15.39  |
|    | 5-9                        | 5,960  |                                   |   |   |   | 14.00  |
|    | 10-14                      | 5,172  |                                   |   |   |   | 12.15  |
|    | 15-19                      | 5,102  |                                   |   |   |   | 11.95  |
|    | 20 y mas                   | 19,787 |                                   |   |   |   | 46.44  |
|    | POBLACION DE 7 y mas años  | 33,466 |                                   |   |   |   |        |
|    | POBLACION DE 10 y mas años | 30,061 |                                   |   |   |   |        |

FUENTE: INE. IV. CENSO DE HABITACION Y IX DE POBLACION  
GUATEMALA 1,981  
OVALLE MONROY MARIO. CEMENTERIO CIUDAD CHIQUIMULA TESIS FAC. ARQ. USAC.

# CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS DE LA CIUDAD DE CHIQUIMULA

| L        | CARACTERISTICAS BASICAS      | No     | ESCALA GRAFICA<br>1 x 10,000 hab. |   | %      |
|----------|------------------------------|--------|-----------------------------------|---|--------|
|          |                              |        | 1                                 | 2 |        |
|          | <b>No DE HABITANTES</b>      |        |                                   |   |        |
|          | POBLACION TOTAL              | 18,965 |                                   |   | 100.00 |
| <b>2</b> | <b>POBLACION POR SEXO</b>    |        |                                   |   |        |
|          | MASCULINA                    | 8,732  |                                   |   | 46.04  |
|          | FEMENINA                     | 10,233 |                                   |   | 53.96  |
| <b>3</b> | <b>GRUPO ETNICO</b>          |        |                                   |   |        |
|          | INDIGENA                     | 1,367  |                                   |   | 7.21   |
|          | LADINO                       | 17,598 |                                   |   | 92.79  |
| <b>4</b> | <b>ALFABETISMO</b> ○         |        |                                   |   |        |
|          | ALFABETA                     | 12,364 |                                   |   | 79.96  |
|          | ANALFABETA                   | 3,098  |                                   |   | 20.04  |
| <b>5</b> | <b>ACTIVIDAD ECONOMICA</b> ● |        |                                   |   |        |
|          | ACTIVA                       | 4,940  |                                   |   | 35.07  |
|          | NO ACTIVA                    | 9,146  |                                   |   | 64.93  |
| <b>6</b> | <b>GRUPOS DE EDAD</b>        |        |                                   |   |        |
|          | 0 - 6 años                   | 3,503  |                                   |   | 18.47  |
|          | 7 - 9                        | 1,376  |                                   |   | 7.26   |
|          | 10 - 12                      | 1,311  |                                   |   | 6.91   |
|          | 13 - 17                      | 2,465  |                                   |   | 13.00  |
|          | 18 - mas                     | 10,310 |                                   |   | 54.36  |
| ○        | POBLACION DE 7 Y MAS         | 15,462 |                                   |   |        |
| ●        | POBLACION DE 10 Y MAS        | 14,086 |                                   |   |        |

## PROYECCION DEL CRECIMIENTO DEMOGRAFICO DE LA CIUDAD DE CHIQUIMULA

| ANO  | No hab. | ESCALA GRAFICA 1 x 1 000 hab |    |    |    |    |
|------|---------|------------------------------|----|----|----|----|
|      |         | 10                           | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 1973 | 16,126  |                              |    |    |    |    |
| 1981 | 18,965  |                              |    |    |    |    |
| 1987 | 21,418  |                              |    |    |    |    |
| 1990 | 22,761  |                              |    |    |    |    |
| 2000 | 27,875  |                              |    |    |    |    |

TASA DE CRECIMIENTO GEOMETRICO  
INTERCENSAL 2.0477124 %

FUENTE: INE. IV CENSO DE HABITACION Y IX DE POBLACION GUATE. 73,81.

OVALLE MONROY MARIO. CEMENTERIO CIUDAD DE CHIQUIMULA TESIS FAC. ARQ USAC 1989

### 3.4 Delimitación cartográfica del área de trabajo.

Por medio de la investigación se comprobó que: - el centro de la ciudad de Chiquimula es el de mayor legado cultural histórico arquitectónico, Como urbanístico dándose la necesidad de resaltar las características y elementos que conforman las edificaciones, sus espacios libres, monumentos eclesiásticos y educativos y una buena trama colonial urbana, otro aspecto relevante de la ciudad, es el conjunto de comercios, servicios públicos, comunales, la calidad de sus viviendas, con sus construcciones típicas de adobe, teja que le dan su riqueza; ofreciendo al lugareño como al visitante, la identificación como medio cultural que forma parte de la historia oriental del país.

En el presente estudio, se hace uso de un muestreo estadístico representativo por su composición espacial y funcional, agrupando los diferentes elementos en un área definida, que dará una visión integral del núcleo de trabajo, sobre los aspectos económicos, sociales y culturales de la ciudad.

El área de trabajo está constituida por ocho manzanas circunvecinas al parque central de la localidad. De la 5a. Avenida a la 8a. y de la 2a. calle a la 5a. de la zona 1, con 101 lotes censados y analizados, ubicándonos en la situación actual del estado de las construcciones y su vulnerabilidad a los sismos. Se observaron otros tópicos, como el uso del suelo, sistemas, construcciones, identificación de daños en las estructuras, también se podrá evaluar en alguna medida el grado de deterioro urbano y los niveles de contaminación por la falta de una planificación urbana, problemas que necesitan ser tratados por separado, como lo son también el rescate y conservación de los valores chiquimultecos.

#### 3.4.1 Selección Area de Trabajo Urbana.

Para la selección del área de trabajo, se realizó un muestreo no probabilístico, Muestra Simple, con el propósito de sacar una inferencia estadística, para obtener de ella una conclusión o un tamaño de muestra representativo.

La metodología empleada, fue muestreo de Juicio con un punto de vista subjetivo-personal, dadas las características arquitectónicas y urbanísticas del sector por analizar. Entre las ventajas de este método es la selección del tamaño de la muestra que es conocida y la confiabilidad de las estimaciones, es comprobable con otro método para verificar el margen de error con base científica.



# PLANO DE CHIQUIMULA

LOCALIZACION AREA DE TRABAJO

RIESGO SISMICO

FUENTE: EPSDA. 88 II. J.P.VIDAURRE A.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

JUAN PABLO VIDAURRE AVILA





CONTEXTO

Monumentos Históricos Culturales de la ciudad de Chiquimula.

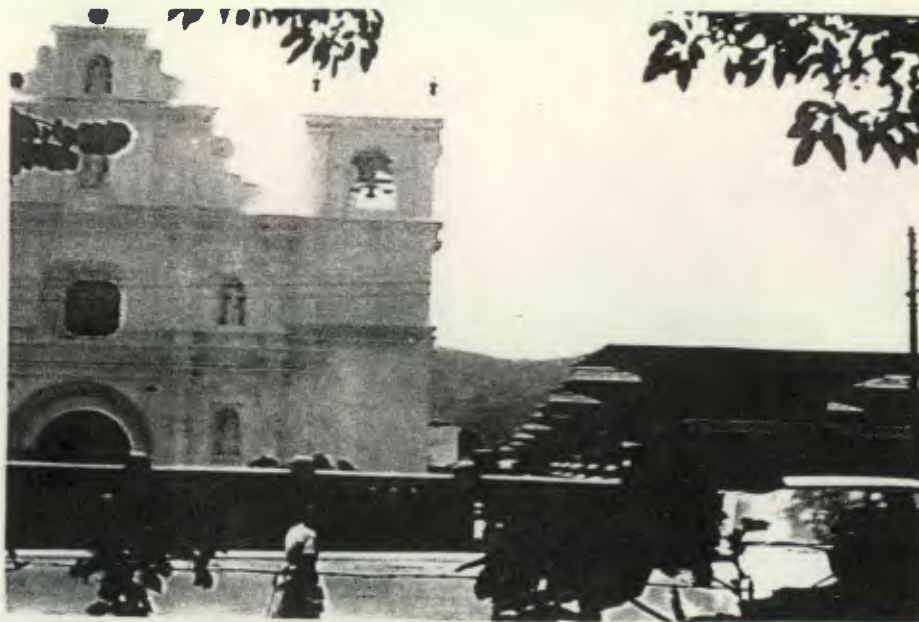
Izq. INSO Instituto Nac. de Señoritas de Oriente.

Der. INVO Instituto Nac. de Varones de Oriente

Construcciones de más de 100 años

CONTEXTO

1. Iglesia Colonial.  
Construcción 1770.
2. Mercado Municipal.  
Construcción 1970.





### CONTEXTO

Construcción típica de adobe de buena calidad de la ciudad.

### CONTEXTO

Vista parcial sobre la 8a.  
Avenida y 4a. Calle Zona 1.  
Chiquimula

La mayoría de edificaciones son con muro de adobe y techos de teja.



### 3.5. Diseño de la boleta Censal :

La recopilación de la información de la investigación debe ir encaminada a obtener resultados concretos del aspecto de estudio, en nuestro caso la situación actual de las viviendas, uso del suelo urbano, materiales y sistemas constructivos, utilizados por la población tradicionalmente, identificación de daños en la estructura, nos darán criterios de evaluación y recomendaciones técnicas para cada uno de los casos.

Se utilizó un cuestionario que es una técnica de investigación por observación y para la conformación del mismo, las técnicas científicas. (22)

1. Calidad de preguntas:
  - A. Necesaria, no preguntar lo que ya se sabe.
  - B. Tabulares, como se organizarán las preguntas.
  - C. Precisas, evitar respuestas vagas.

Según el tipo de respuesta requerida, el tipo de pregunta que se utilizó fue cerrada o sea respuesta objetiva estructurada.

Se adoptaron todas las precauciones posibles para establecer las condiciones de observación, enmarcar las interrogantes, programar las observaciones y verificar la confiabilidad de las fuentes de información, para no tomar datos viciados por los errores de percepción.

El tamaño de muestra y la manera en que está seleccionada, garantiza su representatividad con respecto a la población y sus condiciones esenciales como tal.

A continuación presento el diseño de la boleta censal que se utilizó para el censo, en el área de trabajo y cuya información fue analizada y se elaboraron cuadros, resúmenes, para su fácil comprensión, que veremos más adelante.

---

(22) Achaerandio Luis. Iniciación a la práctica de la Investigación. Universidad Rafael Landívar, 1989. Anexo 1.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
Proyecto: "RIESGO SISMICO DE CHIQUIMULA"  
JUAN PABLO VIDAURRE AVILA  
Carnet No. 78-00895

Modelo de Evaluación de Centros  
Urbanos con Riesgo Sísmico.  
Ciuda de Chiquimula.

"BOLETA CENSAL "

1.- LOCALIZACION URBANA:

Dirección Actual \_\_\_\_\_  
Lote No. \_\_\_\_\_ Manzana No. \_\_\_\_\_ Lote sin construcción \_\_\_\_\_  
No. Niveles \_\_\_\_\_ No. Habitantes \_\_\_\_\_ No. Familias \_\_\_\_\_

2.- USO DEL SUELO:

Vivienda \_\_\_\_\_ Comercio \_\_\_\_\_ Servicios Públicos \_\_\_\_\_ Escuela \_\_\_\_\_ Hotel \_\_\_\_\_  
Cafetería \_\_\_\_\_ Cine \_\_\_\_\_ Iglesia \_\_\_\_\_ Especifique \_\_\_\_\_

3.- TIPO DE PROPIEDAD Y TENENCIA DE LA TIERRA:

Propietario particular \_\_\_\_\_ Alquiler \_\_\_\_\_ Estatal \_\_\_\_\_ Condominio \_\_\_\_\_  
Otro \_\_\_\_\_

4.- MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS:

Estimación de Epoca de Construcción  
Epoca Colonial \_\_\_\_\_  
Siglo XIX \_\_\_\_\_  
1900 a 1976 \_\_\_\_\_  
1976 a 1989 \_\_\_\_\_

Muros:  
Mamposteria Colonial \_\_\_\_\_  
Mampostería reforzada, Block \_\_\_\_\_  
Mampostería reforzada, Ladrillo \_\_\_\_\_  
Adobe \_\_\_\_\_  
Tapial \_\_\_\_\_  
Bajareque \_\_\_\_\_

Cubiertas:

Losa fundida \_\_\_\_\_

5.- CLASIFICACION DE CONST. SEGUN MMI

A. Mampos. reforz. diseñadas fuerza

Artezonado Metal \_\_\_\_\_  
Artezonado Madera \_\_\_\_\_  
Teja de Barro \_\_\_\_\_  
Lámina de asbesto cemento \_\_\_\_\_  
Lámina de Zinc \_\_\_\_\_

horizontal material primera calidad  
B. Mampo. refor. no diseñadas F.H.  
buena construc. y materiales \_\_\_\_\_  
C. Mampos. reforz. no resisten F. H.  
construc. y materiales corrientes \_\_\_\_\_  
D. Adobe, bajareque, tapial pobres \_\_\_\_\_

6.- IDENTIFICACION DE DAÑOS POR SISMO EN EDIFICACIONES:

Cimientos

Visible \_\_\_\_\_  
De piedra \_\_\_\_\_  
De concreto \_\_\_\_\_  
Humedad ascendente \_\_\_\_\_  
Poca profundidad \_\_\_\_\_  
Falta del mismo \_\_\_\_\_

Cubiertas

Zafadura de anclaja, parcial o total  
del artesanado de madera \_\_\_\_\_  
Deslizamiento de vigas, tendales o  
costaneras \_\_\_\_\_  
Deslizamiento de tejas y láminas \_\_\_\_\_  
Deflexiones losas \_\_\_\_\_  
Grietas en losas \_\_\_\_\_  
Filtraciones en losas \_\_\_\_\_  
Diferencias de altura, en continuidad  
de techos \_\_\_\_\_

Muros

Desplomes \_\_\_\_\_  
Grietas verticales por volteo \_\_\_\_\_  
Esquinas abiertas \_\_\_\_\_  
Grietas diagonales, por corte ventanas  
en puertas \_\_\_\_\_  
Derrumbes de muros parciales \_\_\_\_\_  
Dislocamientos o caídas de esquinas \_\_\_\_\_  
Falta de solera de coronamiento \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES DE RIESGO:

Rótulos pesados \_\_\_\_\_  
Cenefas \_\_\_\_\_  
Voladizos \_\_\_\_\_  
Ménsulas \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

OBSERVACION GENERAL:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3.6. CLASIFICACION DE LA INFORMACION OBTENIDA EN CENSO CHIQUIMULA

Cuadros Resumen:

1. Uso del suelo:

|                        | M1  | M2    | M3  | M4  | M5  | M6  | M7    | M8   |                       |
|------------------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|------|-----------------------|
| No. lotes/manzana      | 19  | 02    | 16  | 13  | 13  | 22  | 05    | 11   |                       |
| Vivienda               | 15  | --    | 10  | 08  | 06  | 13  | --    | 03   |                       |
| Comercio               | 02  | --    | 03  | 08  | 05  | 17  | 03    | 10   |                       |
| Sector público/estatal | 01  | 02    | 03  | 01  | 01  | 02  | 02    | --   |                       |
| Construc. o s/inf.     | --  | --    | --  | 01  | --  | 01  | --    | --   |                       |
| Lote valdío/s const.   | 01  | --    | 01  | --  | 01  | --  | --    | --   |                       |
| No. de habitantes      | 910 | 80    | 123 | 97  | 135 | 418 | 137   | 225  | Total 6032 habitantes |
| % de hab. X manzana    | 15% | 1.32% | 2%  | 16% | 32% | 7%  | 22.7% | 3.7% | 100%                  |

2. Estimación época de construcción:

|                | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Epoca Colonial | 03 | 01 | 02 | -- | -- | -- | 01 | 01 |
| Siglo XIX      | 97 | 01 | 01 | 04 | 03 | 03 | -- | 05 |
| 1900 - 1976    | 05 | -- | 10 | 04 | 05 | 15 | 01 | 02 |
| 1976 - 1989    | 02 | 01 | 02 | 04 | 04 | 04 | 03 | 03 |

3. Clasificación construcciones según MMI. (Mercalli Modificada):

|                | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Estruc. Tipo A | 01 | 01 | 02 | 05 | 02 | 04 | 02 | -- |
| Estruc. Tipo B | 03 | -- | 02 | 02 | 05 | 07 | -- | 02 |
| Estruc. Tipo C | 02 | -- | 03 | 02 | -- | 01 | -- | 02 |
| Estruc. Tipo D | 13 | 02 | 09 | 07 | 06 | 10 | 03 | 07 |

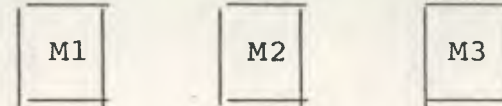
4. Identificación de daños por sismo, en construcciones:

|                  | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Cimientos        | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Muros            | 04 | 01 | 08 | 08 | 03 | 07 | 03 | 06 |
| Cubierta&artezón | 06 | 01 | 05 | 03 | -- | 03 | -- | 02 |

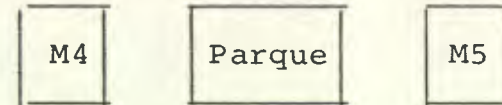
5. Estimación estado actual:

|                                  | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 |
|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Buen estado                      | 09 | 01 | 11 | 07 | 07 | 12 | 02 | 06 |
| Susceptible/daños<br>pre-colapso | 05 | 01 | 04 | 06 | 05 | 08 | 03 | 05 |
| Colapso total                    | 04 | 01 | 02 | -- | 02 | 02 | -- | -- |
|                                  | 01 | -- | 01 | -- | -- | -- | -- | -- |

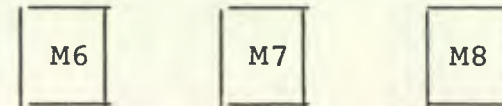
Muestra censal: 8 manzanas  
con 101 lotes.



Centro Cívico y comercial de  
la Ciudad de Chiquimula.



Marzo-abril 1989



RESUMEN TOTAL POR MANZANAS CENSO

Clasificación de estructuras según MMI

|        |    |
|--------|----|
| Tipo A | 17 |
| Tipo B | 21 |
| Tipo C | 10 |
| Tipo D | 57 |

105

Identificación de daños por sismo

|           |    |
|-----------|----|
| Cimientos | 05 |
| Muros     | 40 |
| Cubierta  | 20 |

Estado actual de las construcciones

|                    |    |
|--------------------|----|
| Buen estado        | 55 |
| Suceptible a daños | 37 |
| Precolapso         | 11 |
| Colapso total      | 02 |



## CUADRO RESUMEN

|                                  |             | M1 | M2  | M3 | M4  | M5  | M6 | M7  | M8  | T   | %      |
|----------------------------------|-------------|----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|--------|
| Nº de LOTES                      |             | 19 | 2   | 16 | 13  | 13  | 22 | 5   | 11  | 101 | 100 %  |
| TIPO DE ESTRUCTURA               | TIPO A      | 1  | 1   | 2  | 5   | 2   | 4  | 2   |     | 17  | 16.8 % |
|                                  | TIPO B      | 3  |     | 2  | 2   | 5   | 7  |     | 2   | 21  | 20.7 % |
|                                  | TIPO C      | 2  |     | 3  | 2   |     | 1  |     | 2   | 10  | 9.9 %  |
|                                  | TIPO D      | 13 | 2   | 9  | 7   | 6   | 10 | 3   | 7   | 57  | 56.4 % |
| USO DEL SUELO                    | VIVIENDA    | 15 |     | 10 | 8   | 6   | 13 |     | 3   | 55  | 54.4 % |
|                                  | COMERCIO    | 2  |     | 3  | 8   | 5   | 17 | 3   | 10  | 48  | 47.5 % |
|                                  | S. PUBLICO  | 1  | 2   | 3  | 1   | 1   | 2  | 2   |     | 12  | 11.8 % |
|                                  | VALDIO S/C. | 1  |     | 1  | 1   | 1   | 1  |     |     | 5   | 4.9 %  |
| IDENTIFICACION DAÑOS             | CIMENTOS    | 2  |     | 1  |     | 1   | 1  |     |     | 5   | 4.9 %  |
|                                  | MUROS       | 4  | 1   | 8  | 8   | 3   | 7  | 3   | 6   | 40  | 39.6 % |
|                                  | CUBIERTAS   | 6  | 1   | 5  | 3   |     | 3  |     | 2   | 20  | 19.8 % |
| SITUACION ACTUAL DE LA CONSTRUC. | RESISTENTE  | 9  | 1   | 11 | 7   | 7   | 12 | 2   | 6   | 55  | 54.4 % |
|                                  | DAÑOS       | 5  | 1   | 4  | 6   | 5   | 8  | 3   | 5   | 37  | 36.6 % |
|                                  | PRE COLAPSO | 4  | 1   | 2  |     | 2   | 2  |     |     | 11  | 10.8 % |
|                                  | COLAPSO     | 1  |     | 1  |     |     |    |     |     | 2   | 1.9 %  |
| DENSIDAD DE POBLACION            | MAYOR       |    |     |    |     | 32% |    | 22% |     |     |        |
|                                  | MEDIO       | 5% |     |    | 16% |     |    |     |     |     |        |
|                                  | MENOR       |    | 13% | 2% |     |     | 7% |     | 37% |     |        |
| MONUMENTO                        | ARQUITECT.  | 1  | 1   |    | 1   |     |    | 1   |     |     |        |

## CLASIFICACION DE LA INFORMACION DEL CENSO

# PLANO DE LOCALIZACION MANZANAS CENSADAS CIUDAD CHIQUIMULA.



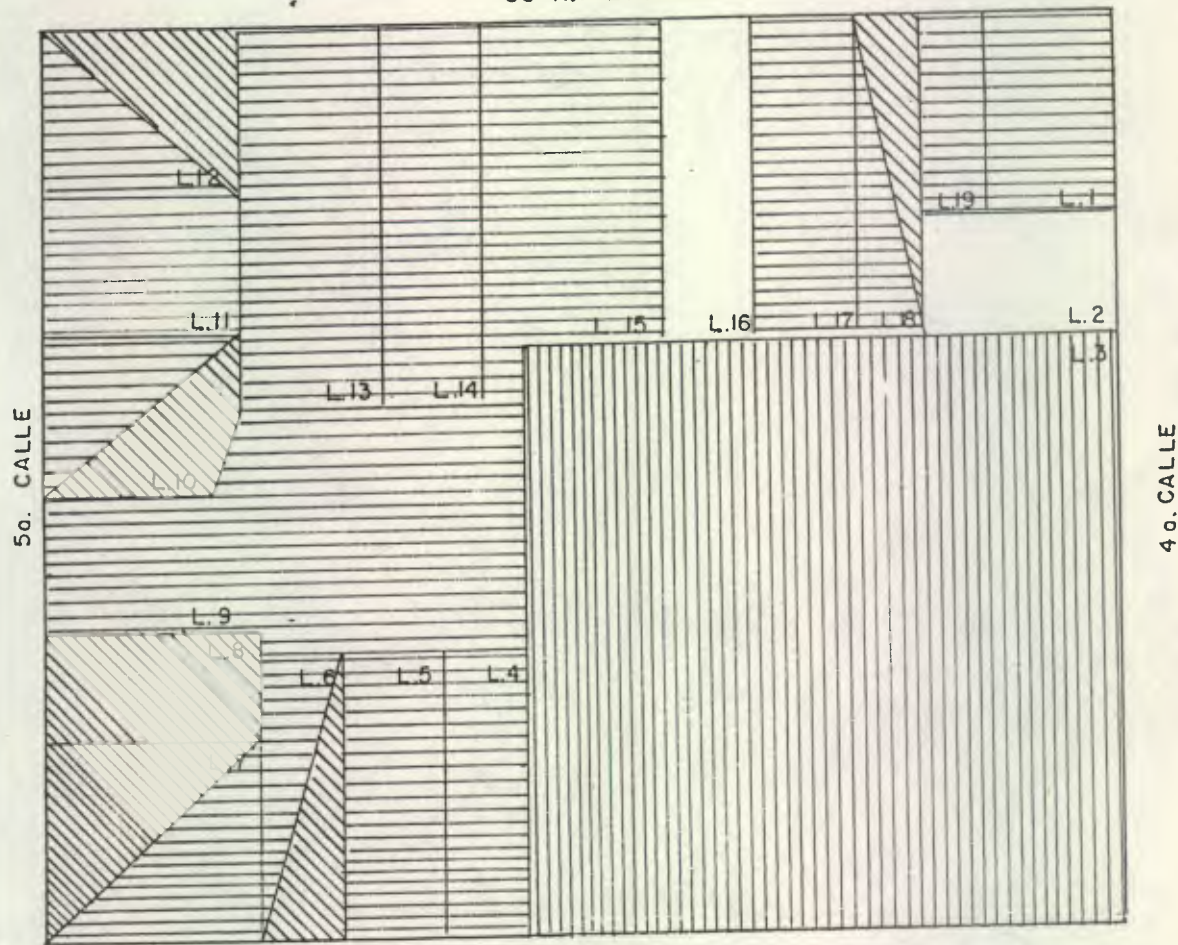
## SINTESIS DE INFORMACION DEL CENSO

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 1

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988

5a A.V ZONA I



6a. AV. ZONA I

### USO DEL SUELO.

ESC. 1:1000



VIVIENDA. 78%



SECTOR PUBLICO ESTATAL. 5.2%



COMERCIO. 10%

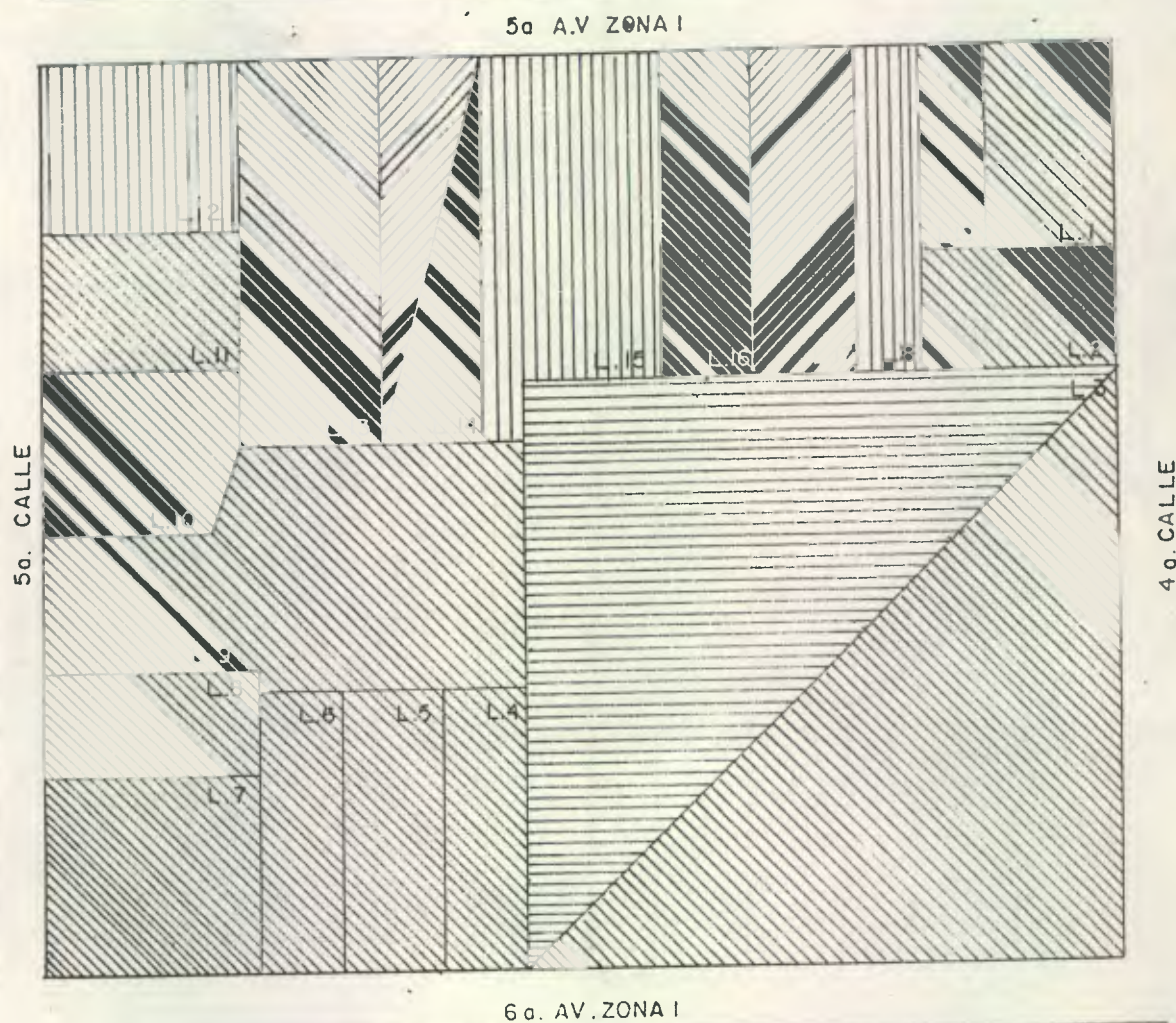


LOTE BALDIO SIN CONSTRUIR. 5.2%  
CONSTRUCCION ABANDONADA

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 1

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988



### CLASIFICACION DE LAS ESTRUCTURAS SEGUN MMI. ESC. 1:1000

● TIPO A. 5.2%

● TIPO B. 15%

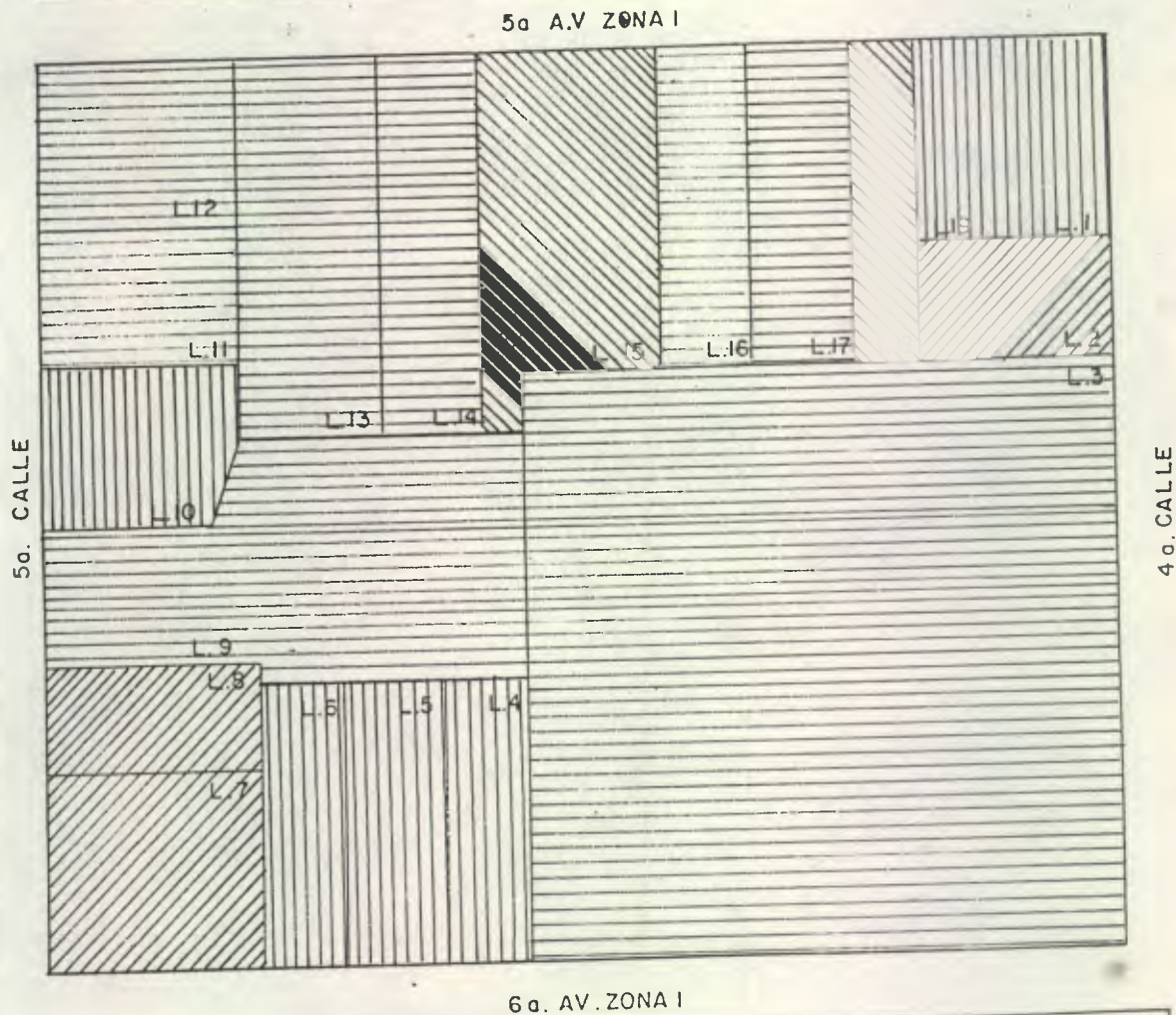
● TIPO C. 10%

● TIPO D. 68%

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA





## MANZANA No 1

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988



### EPOCA DE CONTRUCCION .

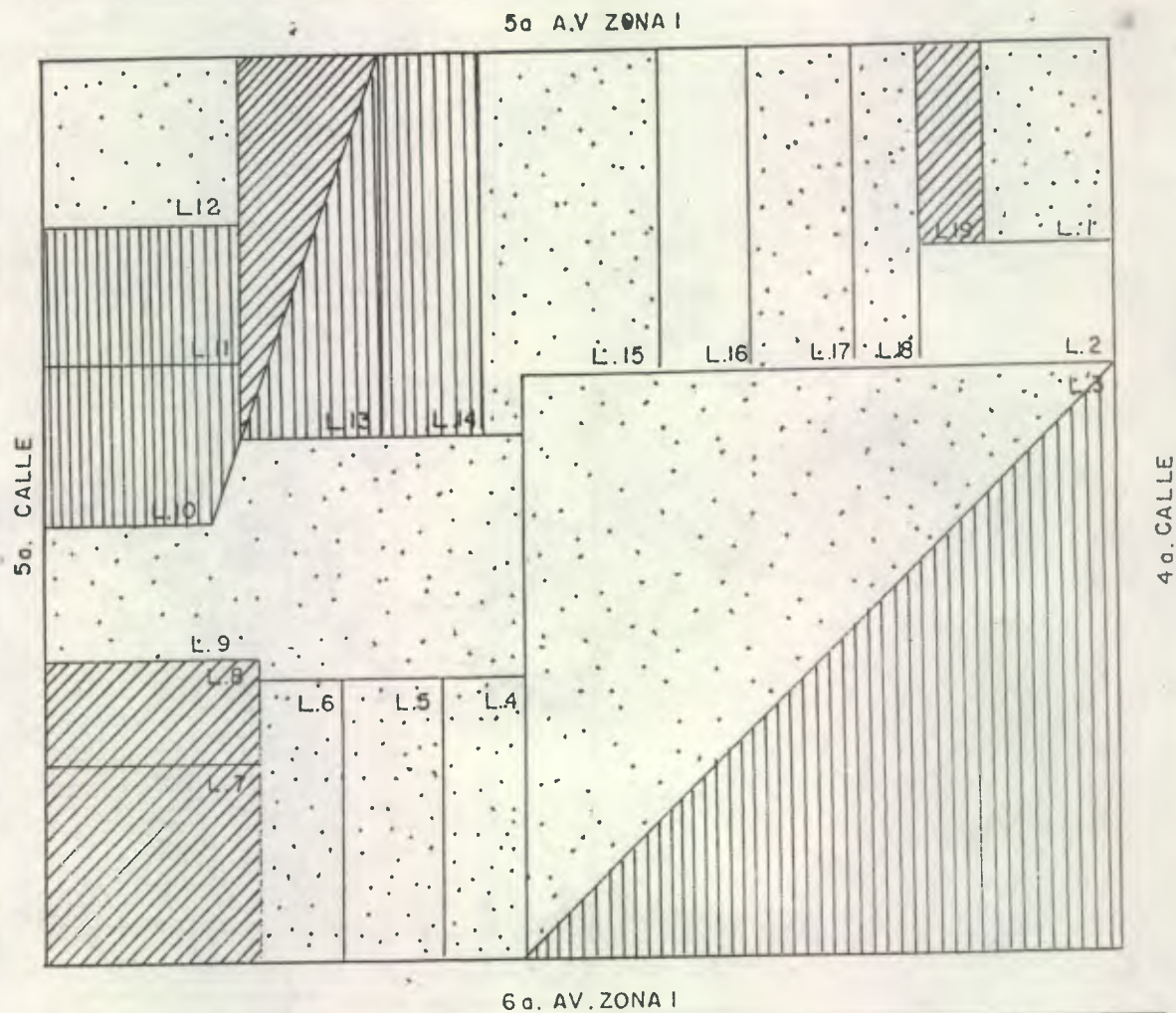
ESC. 1:1000

- |   |   |
|---|---|
|  EPOCA COLONIAL . 15 % |  SIGLO XIX . 31.5 %  |
|  1900 - 1976 . 26.3 %  |  1976 - 1989 . 5.2 % |

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 1

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988



### ESTIMACION ESTADO ACTUAL DE LA CONSTRUCCION.

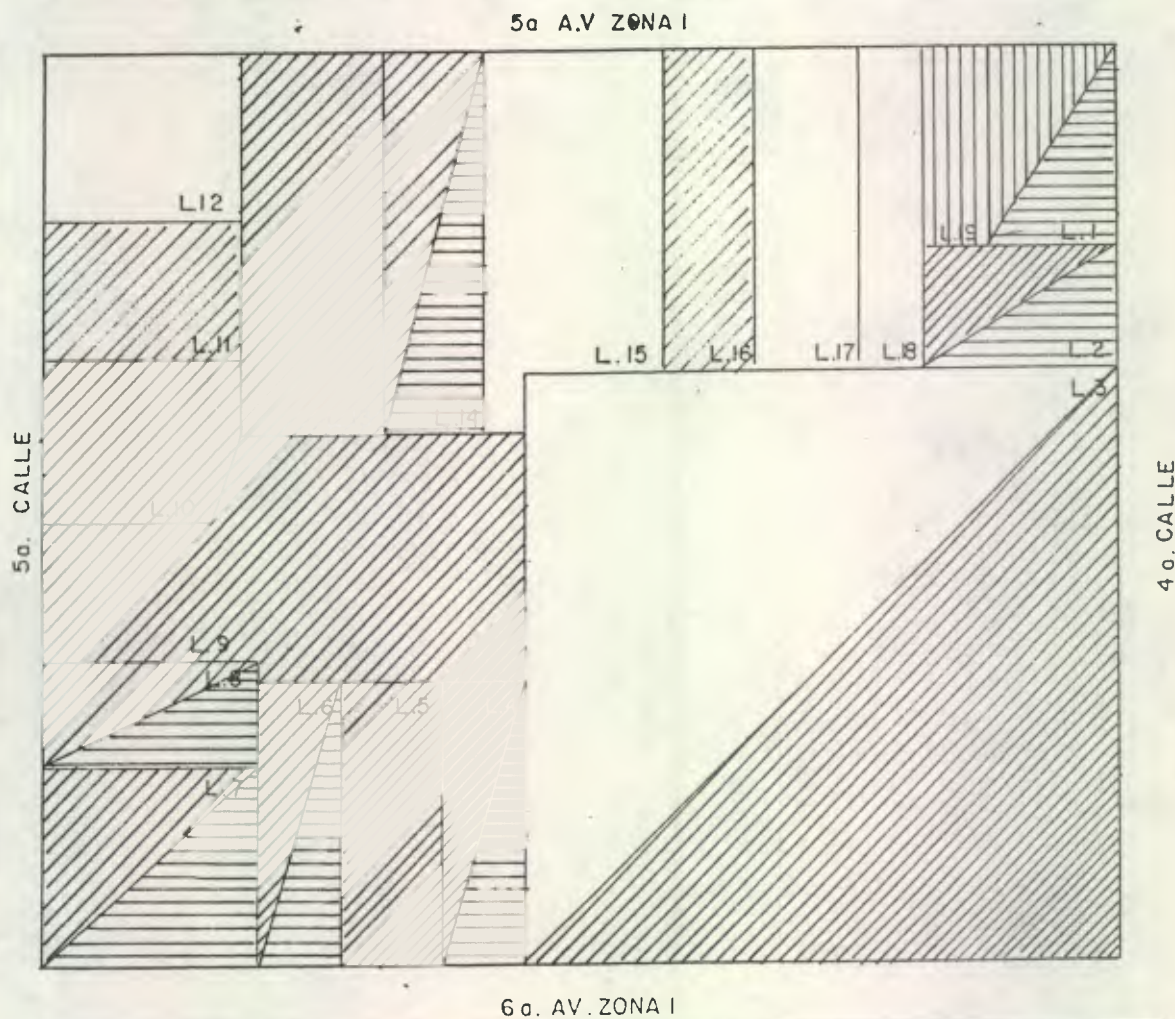
ESC. 1:1000

- |                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| BUEN ESTADO. 47.3% | SUSCEPTIBLE A DAÑOS. 26.3% |
| PRECOLAPSO. 21%    | COLAPSO. 5.26%             |

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 1

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988



### IDENTIFICACION DE DAÑOS EN ESTRUCTURAS PRODUCIDOS POR SISMOS. ESC. 1:1000

● CIMIENTOS . 10.5%

▨ MUROS . 21%

▤ CUBIERTA . 31.5%

○ SIN DANOS . 21.05%

### 3.7. Aproximación metodológica a un sismo:

Esta primera metodología de aplicación de simulación de un sismo fue aplicada por el Arq. Marcelino González Cano, en el "Proyecto Piloto de Prevención y Mitigación del Riesgo Sísmico e Hidrometeorológico Antigua Guatemala". En el presente trabajo se entra a considerar las relaciones que existen entre las actividades sociales, económicas culturales, espaciales, en el contexto de un centro urbano, y los desastres naturales en este caso sísmico.

Es de vital importancia comprender estas relaciones, que sirvan de marco fundamental para identificar y evaluar los peligros, y se estimen los grados de riesgos y la vulnerabilidad a que están sometidas las poblaciones, y tener criterios de ponderación, hasta que punto pueden ser afectadas y dañadas, por un sismo destructivo, que contenga todas las características de la zona a la cual pertenece, y formar elementos de juicio, para cuantificar y calificar pérdidas de vidas y materiales.

#### a) Metodología

La aplicación de la metodología es una secuencia de pasos que conducen a la síntesis de una investigación científica, en la que tocaron los aspectos que inciden directamente en un centro poblado, como elementos geofísicos, tectónica y fallamiento regional, y un análisis detallado de la ciudad en estudio, como lo son la infraestructura social y de servicios, para concluir en un análisis e inventario de campo, de la unidad espacial, la cual nos dará los parámetros para poder evaluar la situación actual y su grado de riesgo y vulnerabilidad.

1. Se realiza una clasificación y una síntesis de la información obtenida por el censo; para poder determinar los porcentajes más representativos de los elementos y sus relaciones internas, de cada una de las unidades espaciales analizadas.
2. Se representa gráficamente los datos obtenidos del análisis del censo en cada una de las unidades espaciales, para obtener una visión general e integral de la situación actual, con los elementos más significativos de la información, que serán nuestros elementos de juicio y ponderación de las características de las unidades espaciales, entre estos elementos tenemos:
  - a) Tipo de estructura (MMI).
  - b) Uso del suelo.
  - c) Identificación de daños estructurales.
  - d) Situación actual de la edificación.
  - e) Densidad de población.
  - f) Valor cultural de la edificación.



3. Se procede a hacer una antología estructural, o sea una relación entre el tipo de estructura, la identificación de daños estructurales, y la situación actual de la construcción.
4. De la relación de estos elementos se puede hacer una graficación y así visualizar ya con grado de evaluación el riesgo y la vulnerabilidad de la unidad espacial, y poder hacer una estimación de su comportamiento ante la presencia de un sismo con las condiciones geotectónicas y de intensidad probable de retorno, de acuerdo con mapas de iso-aceleraciones y riesgo sísmico.
5. Con base al gráfico de riesgo y vulnerabilidad espacial anterior, se realiza una aproximación de un sismo en un nuevo gráfico, ya incorporados los parámetros sismotectónicos, y los períodos de retorno esperados en el área con lo cual se define la magnitud e intensidad del supuesto sismo, para poder aplicar las descripciones de daños que sufren las edificaciones según su tipo de estructura y según grado de intensidad sísmica, utilizado en la escala de Mercalli Modificada, dando como resultado el comportamiento estructural, de acuerdo con el tipo de estructura y el estado y mantenimiento en que se encuentre para soportar los efectos de las cargas laterales de las ondas sísmicas.
6. Se procede a realizar un gráfico de los resultados obtenidos de la relación sismo-daños; y se tendrá una visión integral de la nueva situación de cada una de las unidades espaciales analizadas; después de un supuesto sismo destructivo, como el que se podría esperar en dicha zona. Esta nueva visión nos dará elementos de juicio de ponderación de riesgo y de magnitud de la vulnerabilidad de los expuestos analizados por este modelo de aproximación a un sismo.
7. Como paso final se procede a evaluación general y particular a la vez, de cada elemento para poder dar las conclusiones y recomendaciones del caso.

3.7.1 Aplicación metodológica de un sismo. (Ejemplo Manzana Uno)

Caso específico: Ciudad de Chiquimula.

A) Manzana No. 1    19 lotes.    Densidad de población media 15% del total  
aproximadamente 910 habitantes.

1. Clasificación y Síntesis:

Tipo de estructura:

- a) Tipo A = 1 = 5.2%
- b) Tipo B = 3 = 15.7%
- c) Tipo C = 2 = 10.5%
- d) Tipo D = 13 = 68.4%

Uso del suelo:

- a) Vivienda = 15 = 78.9%
- b) Comercio = 2 = 10.5%
- c) Sector Público = 1 = 5.2%
- d) Baldío o sin construcción = 1 = 5.2%

Identificación de daños en estructuras:

- a) Cimientos 2 = 10.5%
- b) Muros 4 = 21.0%
- c) Cubierta 6 = 31.5%

Situación actual de la construcción:

- a) Resistente = 9 = 47.3%
- b) Con daños = 5 = 26.3%
- c) Pre-colapso = 4 = 21.0%
- d) Colapso = 1 = 5.2%

Valor cultural de la edificación:

- a) Monumento arquitectónico = 1 = 5.2%

De acuerdo con la interpretación de la tectónica de placas, Chiquimula se encuentra en medio de la zona de fallamiento de trascurrencia donde convergen las pla-

cas de Norteamérica, la del Caribe y sus fallas paralelas como la del Motagua, Chixoy Polochick y la falla de Jocotán Chamalecón y con la interpretación de mapas de iso-aceleraciones del suelo, la intensidad esperada para una región como la de Chiquimula es de 5° a 7° en la escala de Mercalli Modificada.

# PLANO DE LOCALIZACION MANZANAS CENSADAS CIUDAD CHIQUIMULA.



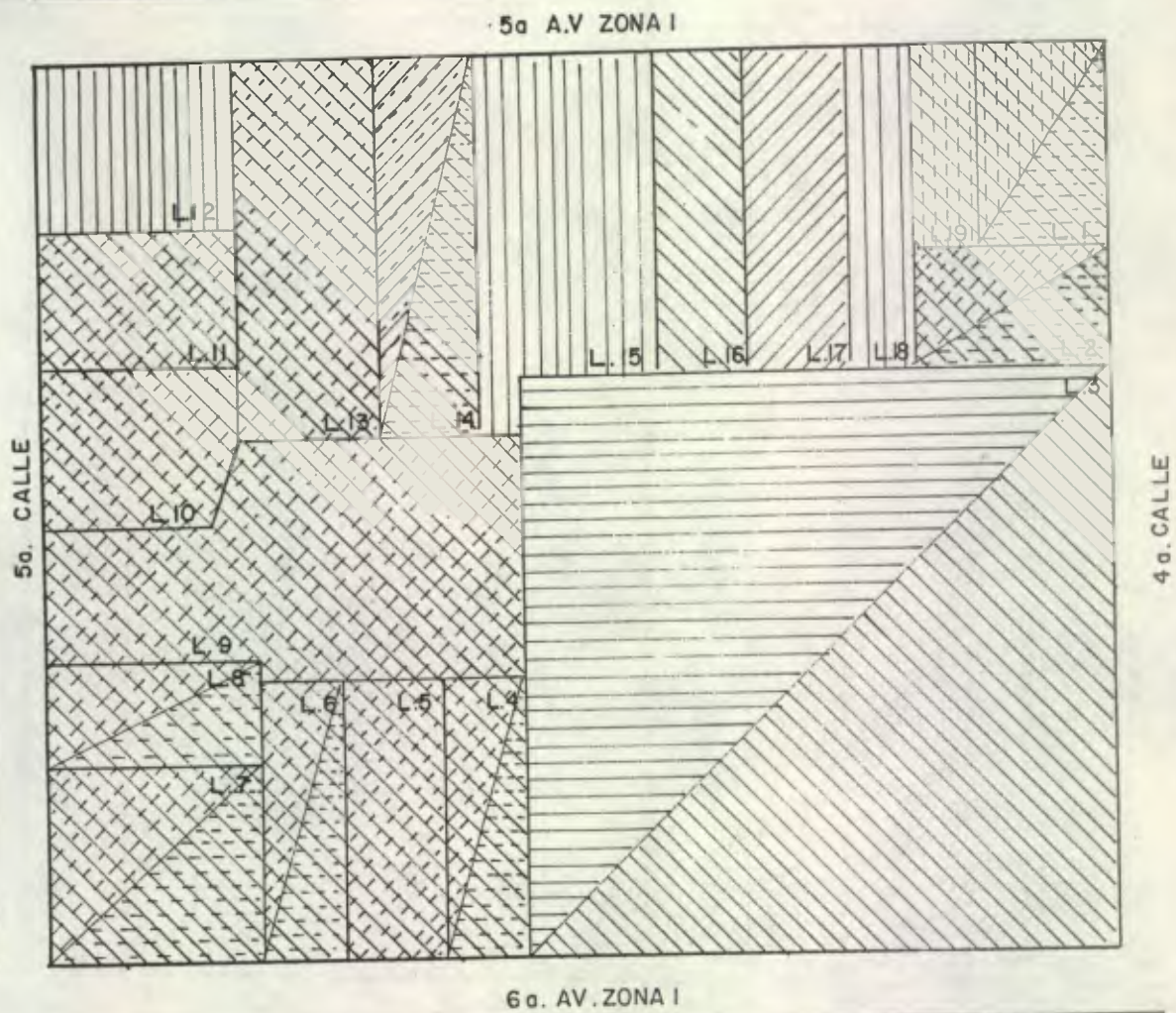
- 142 -

## ESTIMACION DE DANOS EN EDIFICACIONES

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 1

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988



### ESTIMACION DE DAÑOS

ESC. 1:1000

- EST. TIPO A
- EST. TIPO B
- EST. TIPO C
- EST. TIPO D

- DAÑOS CUBIERTA
- DAÑOS CIMIENTOS
- DAÑOS MUROS
- SIN/DAÑOS

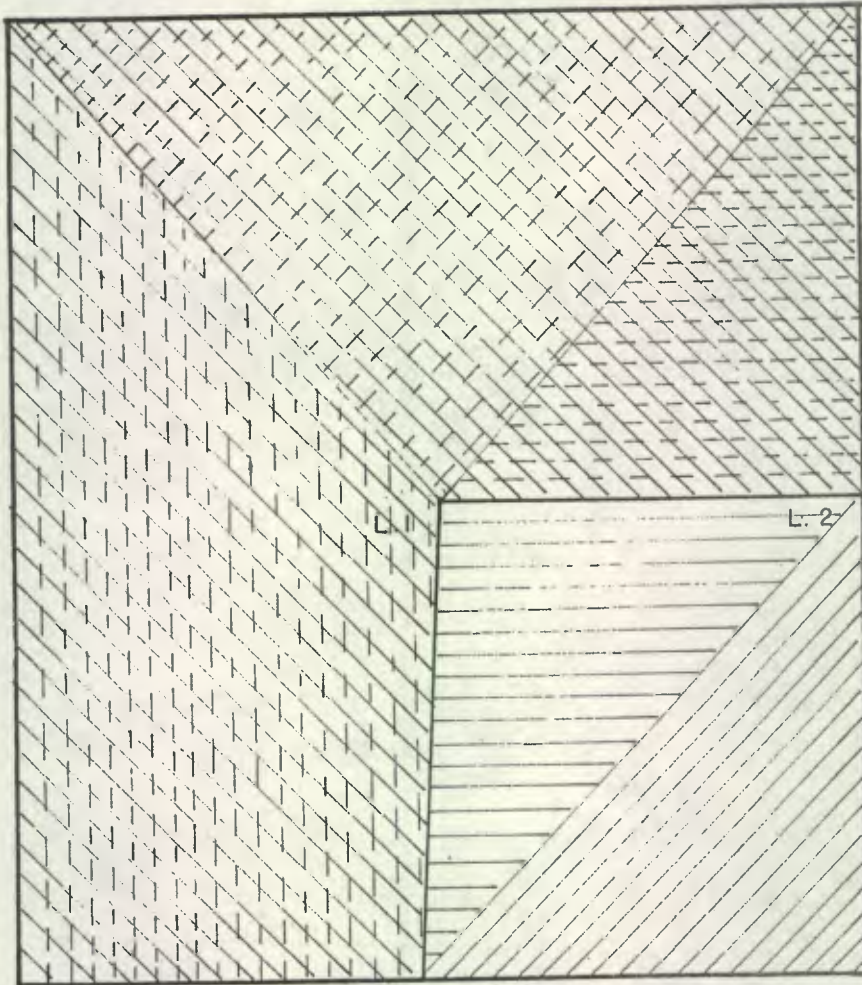
# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 2

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988

5a. AV. Z.I.

4a CALLE



3a CALLE

6a. AV. Z.I.

### ESTIMACION DE DAÑOS

ESC. 1:1000

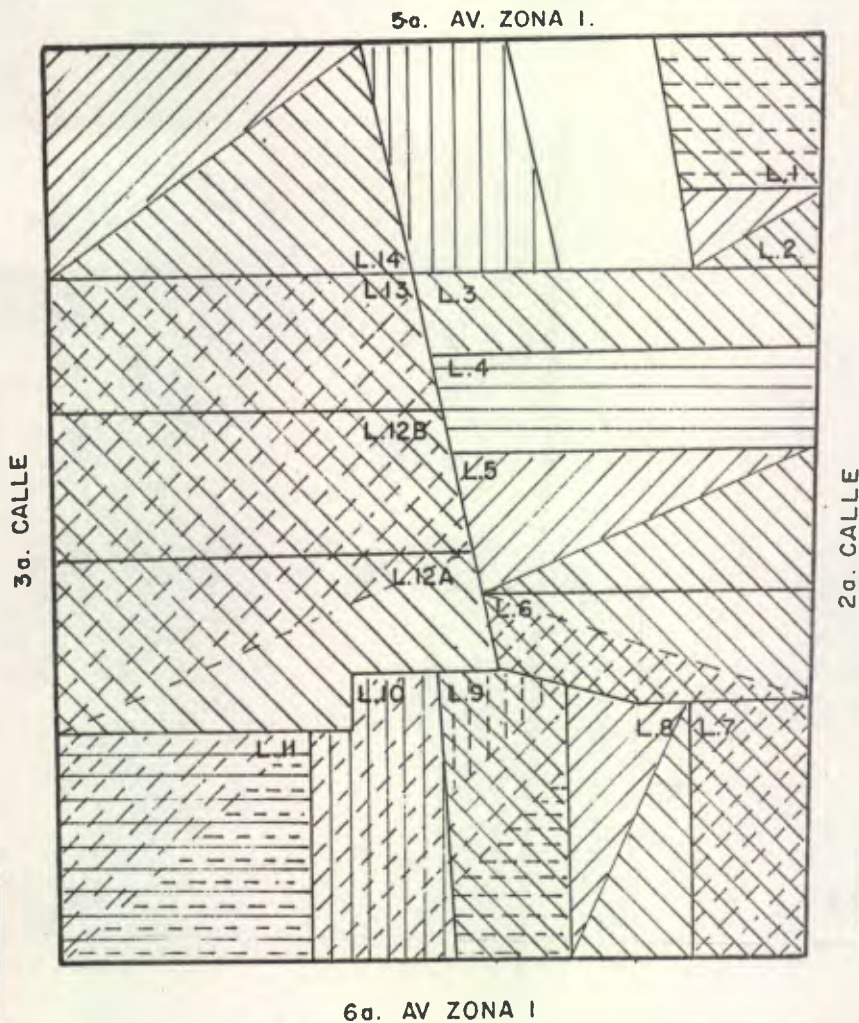
- EST. TIPO A
- EST. TIPO B
- EST. TIPO C
- EST. TIPO D

- DAÑOS CUBIERTA
- DAÑOS CIMIENTOS
- DAÑOS MUROS
- SIN/DAÑOS

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 3

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988



### ESTIMACION DE DAÑOS

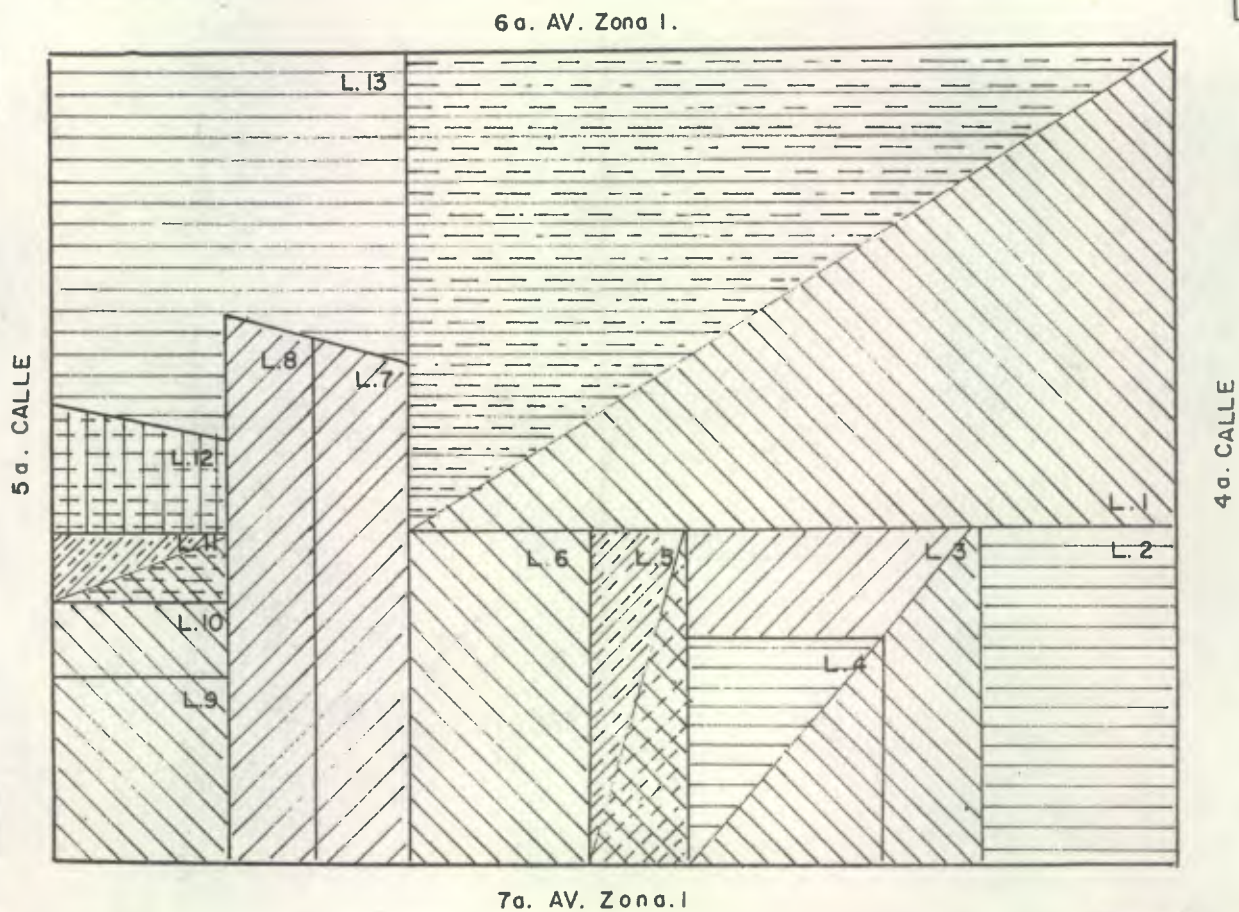
ESC. 1:1000

- |  |            |  |                 |
|--|------------|--|-----------------|
|  | EST. TIPOA |  | DAÑOS CUBIERTA  |
|  | EST. TIPOB |  | DAÑOS CIMIENTOS |
|  | EST. TIPOC |  | DAÑOS MUROS     |
|  | EST. TIPOD |  | SIN / DAÑOS     |

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 4

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988



### ESTIMACION DE DAÑOS

ESC. 1:1000

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● EST. TIPO A</li> <li>● EST. TIPO B</li> <li>● EST. TIPO C</li> <li>● EST. TIPO D</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● DAÑOS CUBIERTA</li> <li>● DAÑOS CIMIENTOS</li> <li>● DAÑOS MUROS</li> <li>○ SIN/DAÑOS</li> </ul> |
|--|---|

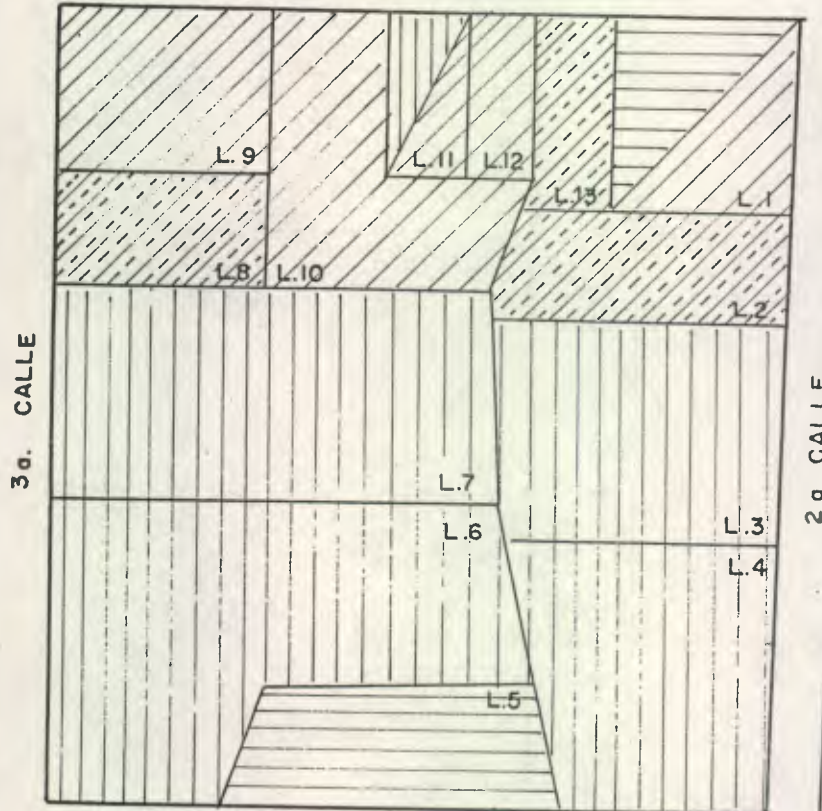


# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 5

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988

6a. AV. ZONA I



7a. AV. ZONA I

ESC. 1:1000

## ESTIMACION DE DAÑOS

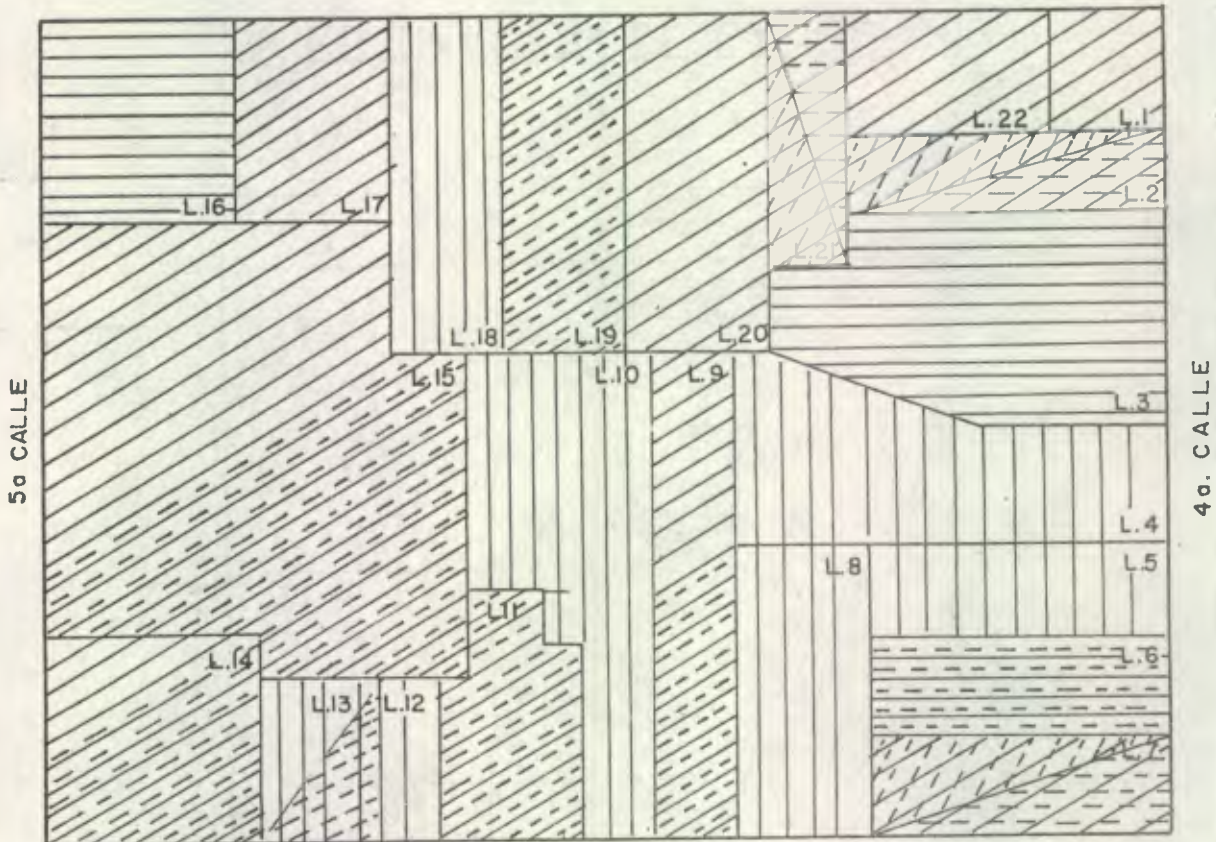
- |   |   |
|---|---|
|  EST. TIPO A |  DANOS CUBIERTA  |
|  EST. TIPO B |  DANOS CIMIENTOS |
|  EST. TIPO C |  DANOS MUROS     |
|  EST. TIPO D |  SIN/DANOS       |

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 6

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988

7a. AV. ZONA I



8a. AV. ZONA I

### ESTIMACION DE DAÑOS

ESC. 1:1000

- EST. TIPO A
- EST. TIPO B
- EST. TIPO C
- EST. TIPO D

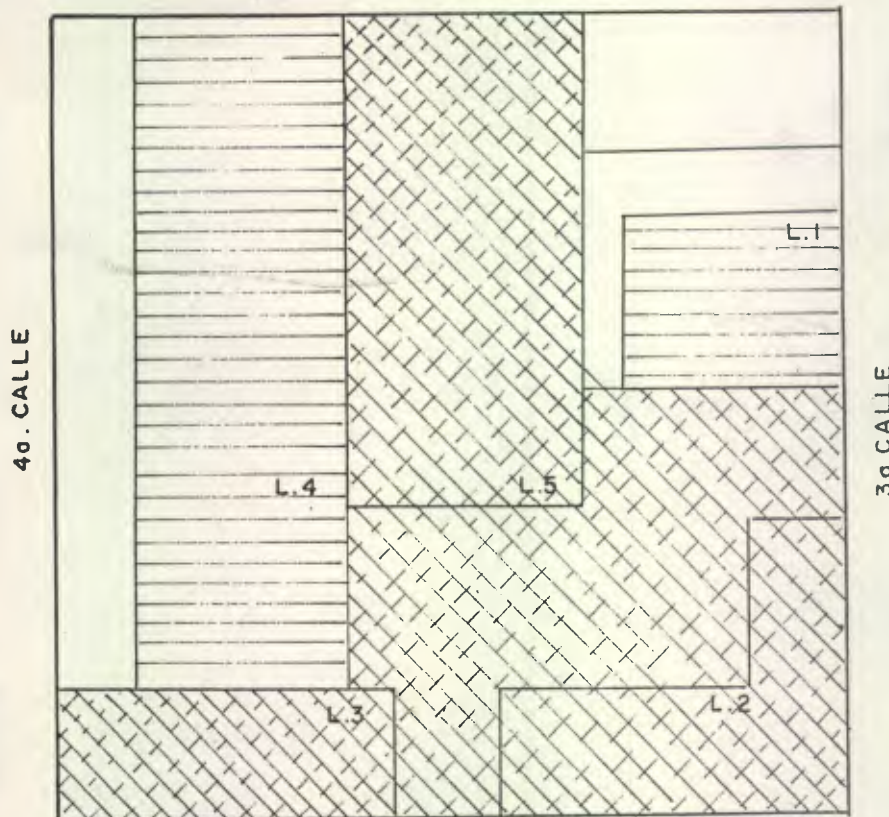
- DAÑOS CUBIERTA
- DAÑOS CIMIENTOS
- DAÑOS MUROS
- SIN / DAÑOS

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 7

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA. 1988

7a. AV ZONA I



### ESTIMACION DE DAÑOS

ESC. 1:1000

- EST. TIPO A
- EST. TIPO B
- EST. TIPO C
- EST. TIPO D

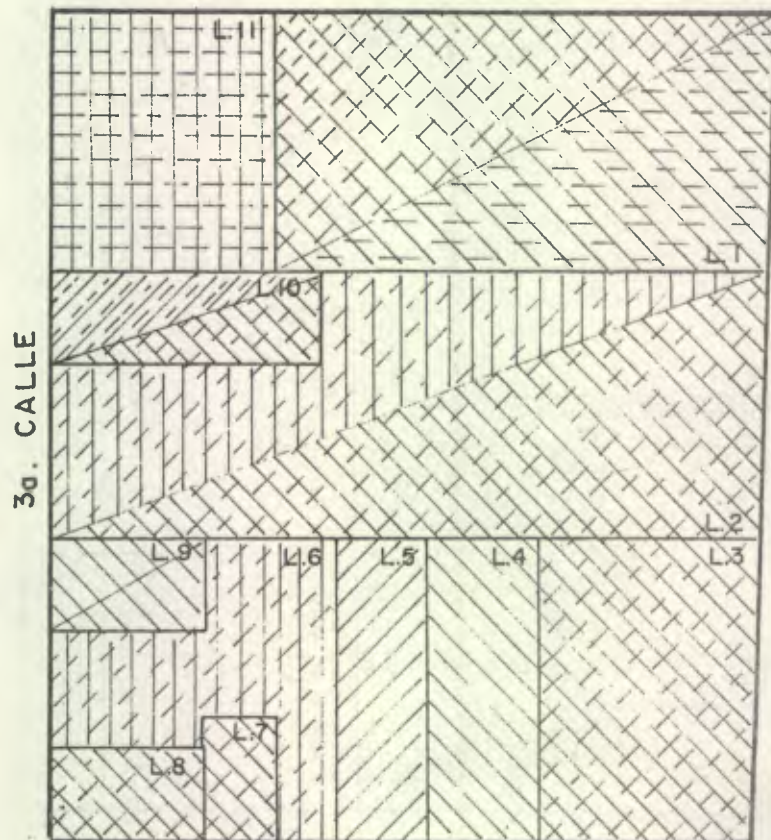
- DANOS CUBIERTA
- DANOS CIMIENTOS
- DANOS MUROS
- SIN/DANOS

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 8

FUENTE: FOTOGRAFIA AEREA 1988

7a. AV. Z.I.



30a. CALLE

2a. CALLE

8a. AV.

### ESTIMACION DE DAÑOS

ESC. 1:1000

- EST. TIPO A
- EST. TIPO B
- EST. TIPO C
- EST. TIPO D

- DAÑOS CUBIERTA
- DAÑOS CIMIENTOS
- DAÑOS MUROS
- SIN/DAÑOS

3.7.2. Cuadros resúmenes de "Estimacion de Daños en Estructuras"

MANZANA No. 1

| Daños:    | <u>Estructura</u> |         |        |           |
|-----------|-------------------|---------|--------|-----------|
|           | Tipo A            | Tipo B  | Tipo C | Tipo D    |
| Cubierta  |                   |         |        | 5.5=28.9% |
| Cimientos |                   |         |        | 1.5= 7.8% |
| Muros     |                   |         |        | 6.0=31.5% |
| Sin/daños | 1.15=7.8%         | 2=10.5% | 1=7%   | 1.5= 7.8% |

MANZANA No. 2

| Daños:    | <u>Estructura</u> |        |        |            |
|-----------|-------------------|--------|--------|------------|
|           | Tipo A            | Tipo B | Tipo C | Tipo D     |
| Cubierta  |                   |        |        | 0.33=16.6% |
| Cimientos |                   |        |        | 0.33=16.6% |
| Muros     |                   |        |        | 0.33=16.6% |
| Sin/daños | 0.25=25%          |        |        | 0.25=25.0% |

MANZANA No. 3

| Daños:    | <u>Estructura</u> |         |         |           |
|-----------|-------------------|---------|---------|-----------|
|           | Tipo A            | Tipo B  | Tipo C  | Tipo D    |
| Cubierta  |                   |         |         | 1.5= 9.3% |
| Cimientos |                   |         |         |           |
| Muros     |                   | 1=6.25% |         | 4.5=28.1% |
| Sin/daños | 2=12.5%           | 1=6.25% | 2=12.5% | 4.0=25.0% |

MANZANA No. 4

| Daños:    | <u>Estructura</u> |        |          |            |
|-----------|-------------------|--------|----------|------------|
|           | Tipo A            | Tipo B | Tipo C   | Tipo D     |
| Cubierta  |                   | 1=7.6% | 0.5=3.8% | 1.0= 6.0%  |
| Cimientos |                   |        |          |            |
| Muros     |                   |        | 0.5=3.8% | 0.5= 3.8%  |
| Sin/daños | 2.5=19.2%         |        | 3.0=23%  | 4.0=30.76% |

MANZANA No. 5

Estructura

| Daños:    | Tipo A    | Tipo B    | Tipo C  | Tipo D |
|-----------|-----------|-----------|---------|--------|
| Cubierta  |           |           |         |        |
| Cimientos |           |           |         |        |
| Muros     |           |           | 3=23%   |        |
| Sin/daños | 1.5=11.5% | 4.5=34.6% | 4=30.7% |        |

MANZANA No. 6

Estructura

| Daños:    | Tipo A | Tipo B  | Tipo C | Tipo D    |
|-----------|--------|---------|--------|-----------|
| Cubierta  |        |         |        | 2.5=11.3% |
| Cimientos |        |         |        |           |
| Muros     |        | 2=9%    |        | 6.5=29.5% |
| Sin/daños | 2=9%   | 6=27.2% |        | 3=13.6%   |

MANZANA No. 7

Estructura

| Daños:    | Tipo A | Tipo B | Tipo C | Tipo D |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| Cubierta  |        |        |        |        |
| Cimientos |        |        |        |        |
| Muros     |        |        |        | 3=60%  |
| Sin/daños | 2=40%  |        |        |        |

MANZANA No. 8

Estructura

| Daños:    | Tipo A | Tipo B    | Tipo C   | Tipo D   |
|-----------|--------|-----------|----------|----------|
| Cubierta  |        | 1=9%      |          | 0.5=4.5% |
| Cimientos |        |           |          |          |
| Muros     |        | 1.5=13.6% | 0.5=4.5% | 5.5=50%  |
| Sin/daños |        |           | 1.0=9%   | 1.0=9%   |

C O N C L U S I O N E S

3.7.3. Estimación de daños:

Del análisis de la relación entre el tipo de estructura, la identificación de daños estructurales y la evaluación de la situación actual de la unidad espacial, se forman los elementos de juicio crítico de su comportamiento ante la presencia de un sismo (con las condiciones geotectónicas regionales y de la intensidad probable) y poder evaluar el riesgo y la vulnerabilidad de las edificaciones en estudio.

- A) Se determinó que los mayores daños estructurales se presentaron en los muros, con grietas por voltéo o momento, falta de amarre adecuado en las esquinas; grietas por corte, puertas y ventanas y simplemente desplomes.

Este dato es representativo, ya que en el momento que se produzca un sismo con sus cargas laterales, aumentarían los daños en los portantes verticales, debilitando aún más la estructura hasta llegar al colapso.

- B) Con respecto a los daños en la cubierta, es el segundo renglón en importancia y presenta deficiencias en el artesonado, techumbre, falta de un anclaje seguro a los muros, por falta de solera superior, provocando deslizamientos y safadura de los tendales y vigas.

Manzana No. 1

La estructura de tipo D, es la que presenta los mayores daños en muros con un 31.5% y un 28.9% de daños en la cubierta.

Manzana No. 2

La mitad de las construcciones tipo D, sufre daños en cimientos, muros y cubiertas y su estado es crítico pues se encuentra pre-colapso.

Manzana No. 3

El 28.1% de las estructuras tipo D se le identificaron daños en muros y un 9.3% daños en cubierta. Estimándose que un 25% de estas estructuras están en buen estado.

Manzana No. 4

En esta unidad espacial, es la de mayor construcciones tipo D en buen estado, con

un 30.7% y tan solo un 7.6% de daños en muros, y un 7.6% de daños en cubierta en estructuras tipo B.

Manzana No. 5

Sólo cuenta con un 23% de daños en muros y en construcciones tipo C y tiene un margen de 34.6% de estructuras sin daños del mismo tipo C.

Manzana No. 6

La estructura tipo D con daños en muros, presenta el mayor porcentaje con 29.2%, los daños en cubierta es de 11.3%; las estructuras tipo B en buen estado da un porcentaje de 27.2%.

Manzana No. 7

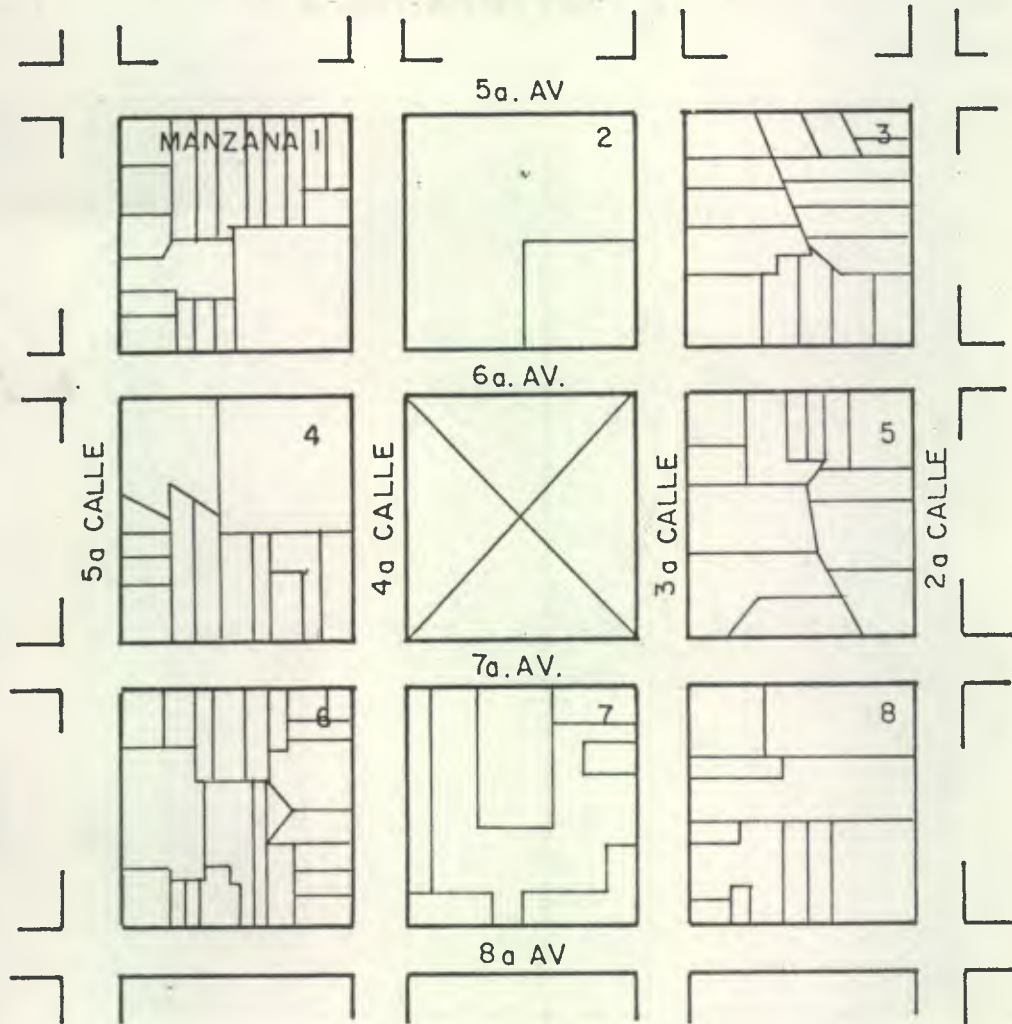
El 60% de las estructuras tipo D, presentan daños en muros. El restante 40% son construcciones tipo A en buen estado.

Manzana No. 8

Los principales daños se localizan en los muros con un 50% y un 4.5% de daños en cubierta, en estructuras tipo D; las estructuras tipo B presentan un 13% de daños en muros.



# PLANO DE LOCALIZACION MANZANAS CENSADAS CIUDAD CHIQUIMULA.



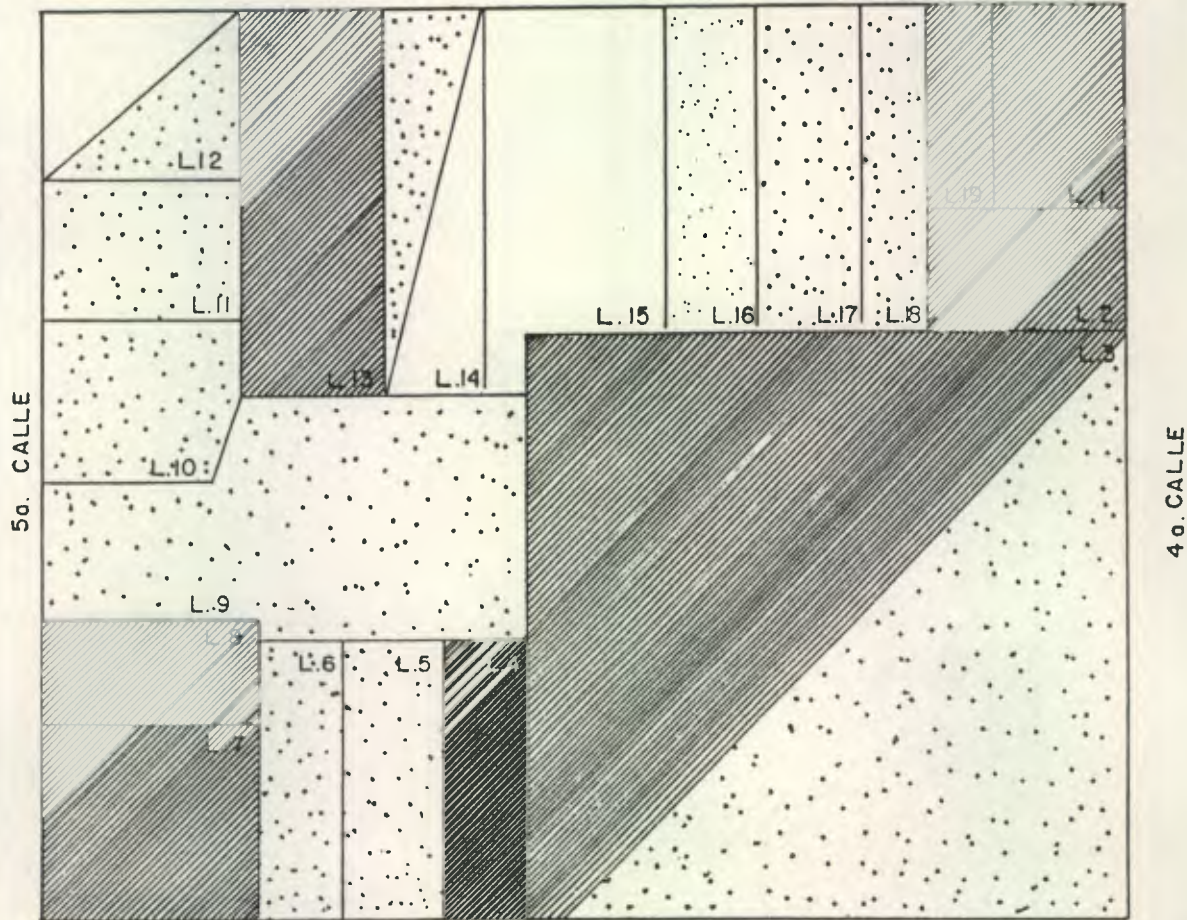
SIMULACION SISMO GRADO 7° MMI  
VULNERABILIDAD

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 1

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988




5a A.V ZONA I



6a AV ZONA I

ESC.: 1:1000

### SIMULACION SISMO GRADO 7° ESTIMACION DE VULNERABILIDAD.

-  PRE. Y COLAPSO.
-  PELIGROSA SUSCEPTIBLES A DANOS.
-  SISMO RESISTENTE.

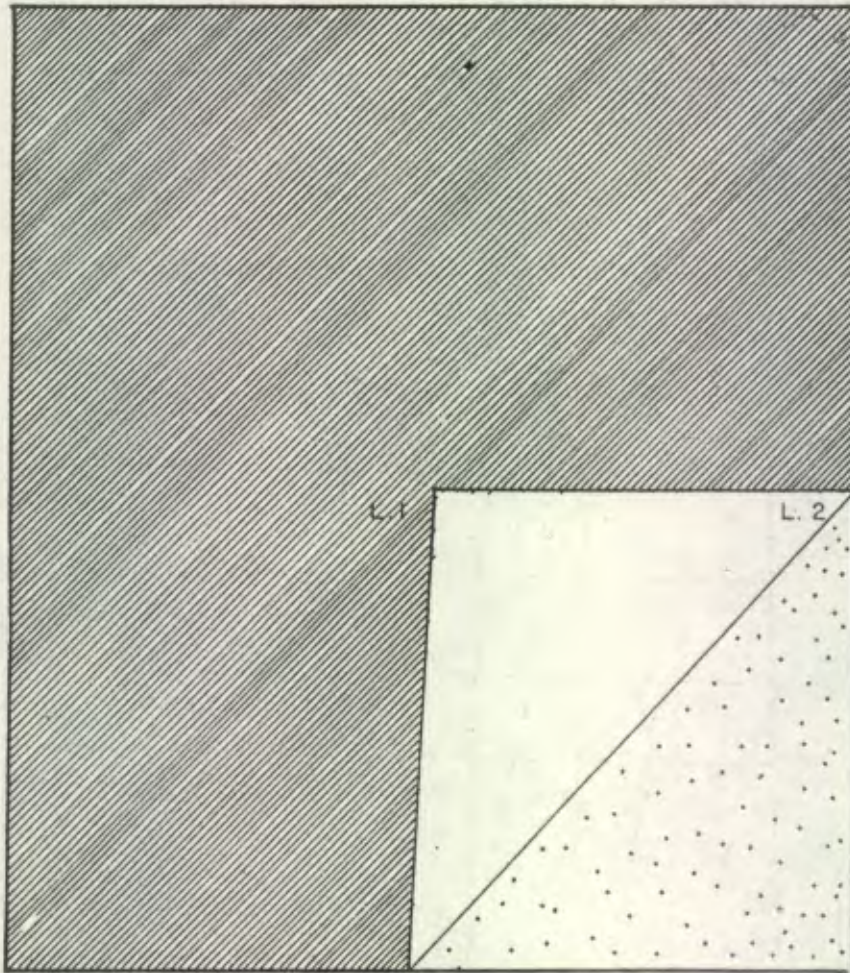
# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 2

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988

5a. AV. Z-1.

4a CALLE



3a CALLE

6a. AV. Z-1

**SIMULACION SISMO GRADO 7°  
ESTIMACION DE VULNERABILIDAD.**

ESC. 1:1000



PRE. Y COLAPSO.



PELIGROSA SUSCEPTIBLE A DAÑOS.

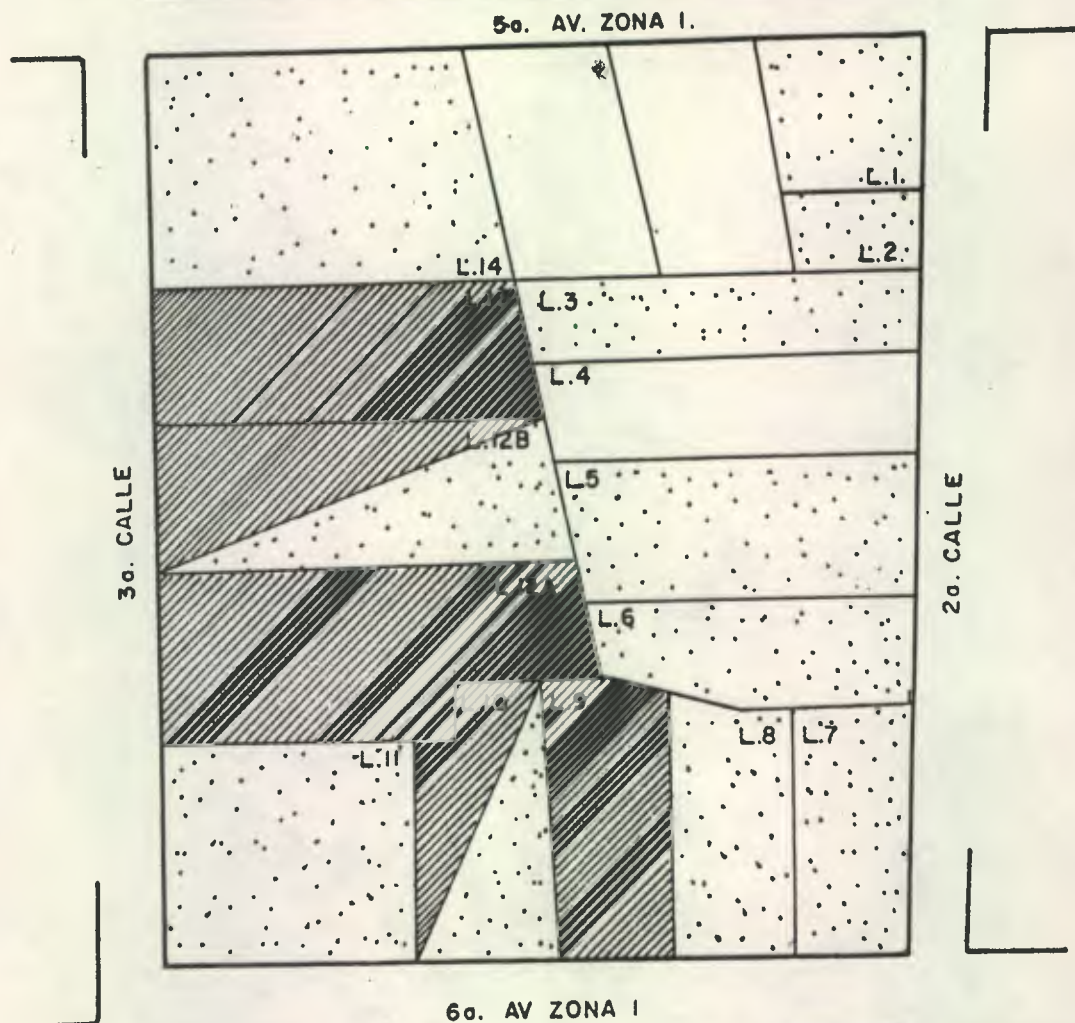


SISMO RESISTENTE.

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 3

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988



**SIMULACION SISMO GRADO 7°**  
**ESTIMACION DE VULNERABILIDAD.**

ESC. 1:1000



PRE. Y COLAPSO.



PELIGROSA SUSCEPTIBLE A DAÑOS.

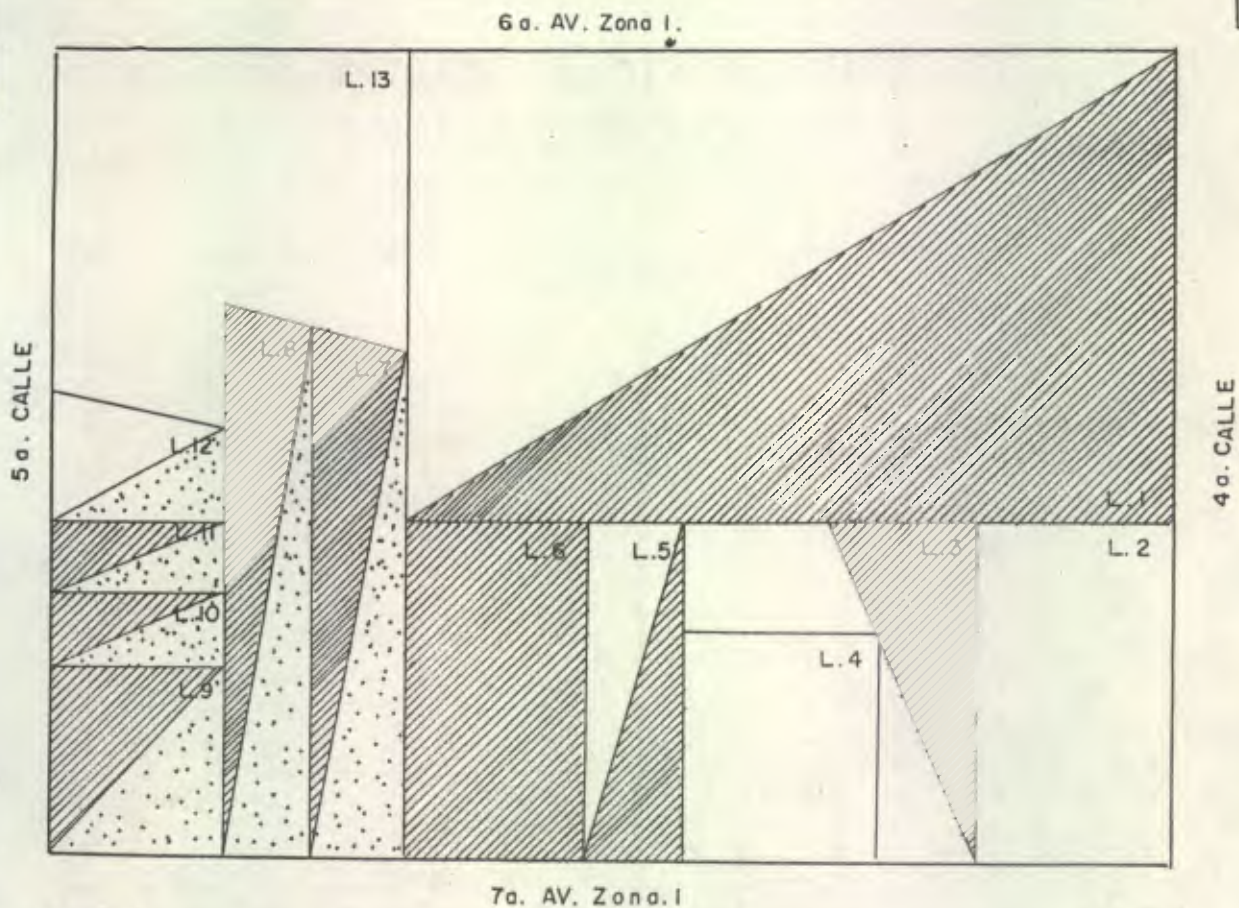


SISMO RESISTENTE.

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA




## MANZANA No 4

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988



**SIMULACION SISMO GRADO 7°**  
**ESTIMACION DE VULNERABILIDAD.**

ESC. 1:1000

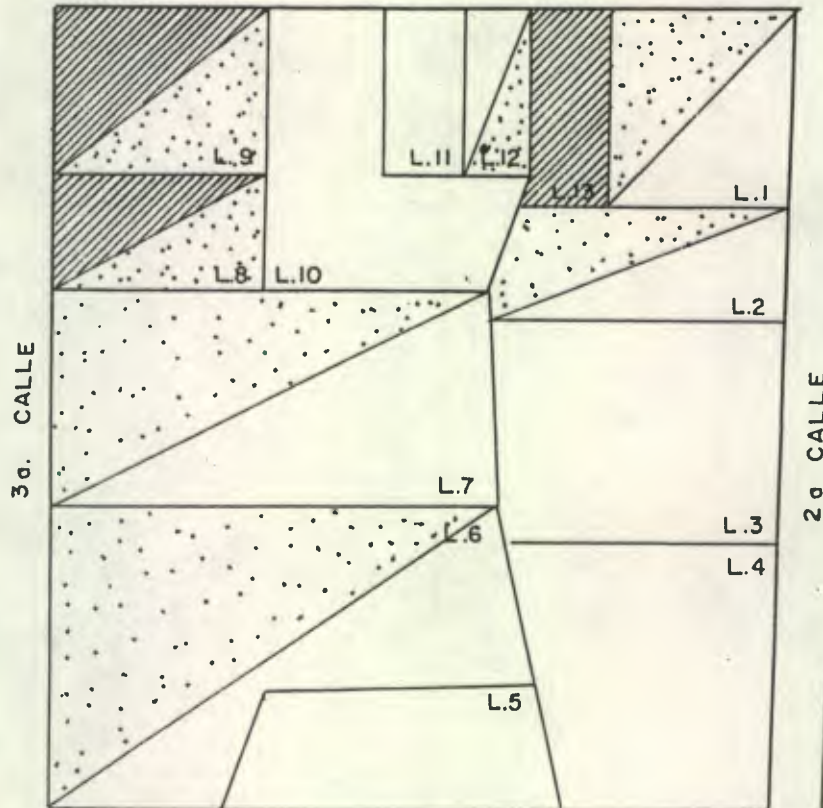
- 
 PRE. Y COLAPSO.
- 
 PELIGROSA SUSCEPTIBLE A DAÑOS.
- 
 SISMO RESISTENTE.

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

## MANZANA No 5




FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988

6a. AV. ZONA I



**SIMULACION SISMO GRADO 7°**  
**ESTIMACION DE VULNERABILIDAD.**

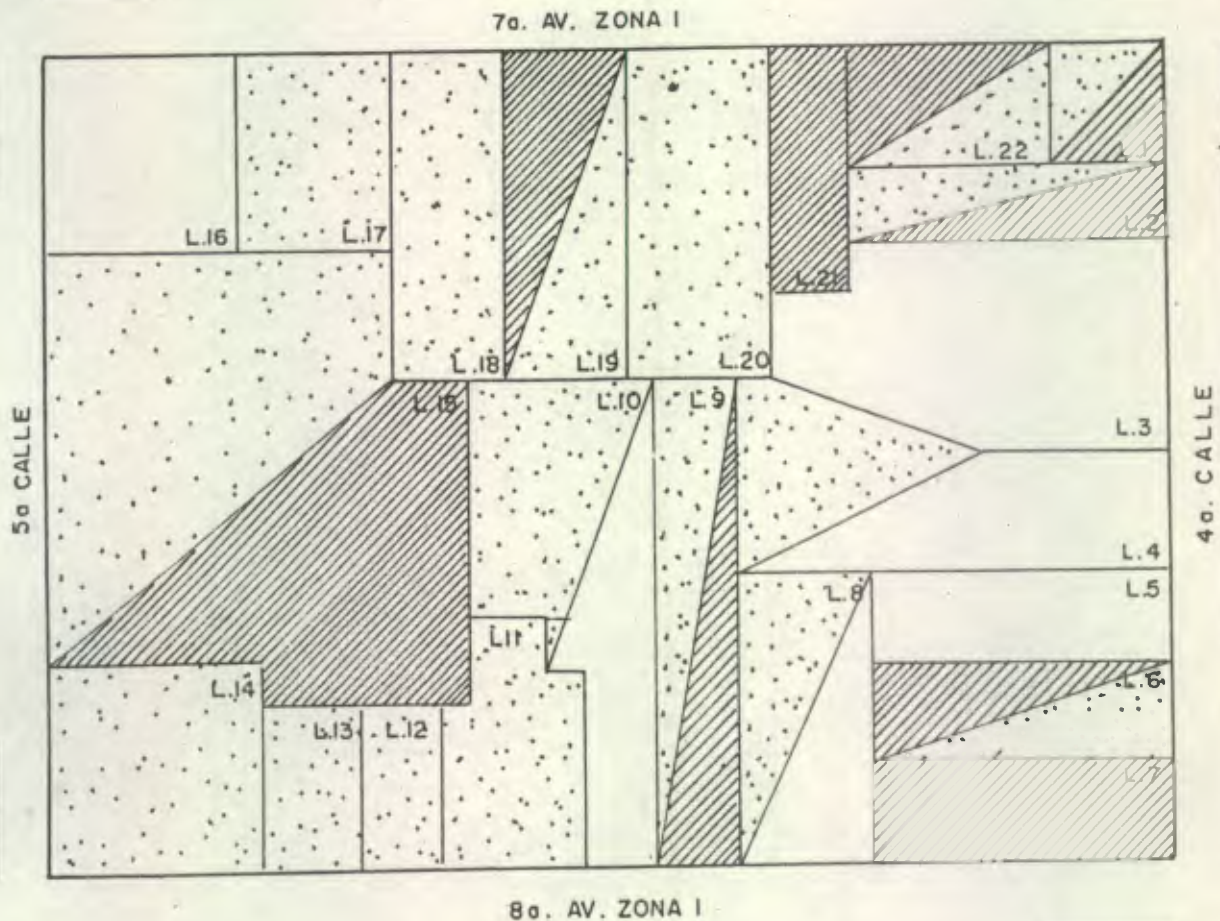
ESC. 1:1000

-  PRE. Y COLAPSO.
-  PELIGROSA SUSCEPTIBLE A DAÑOS.
-  SISMO RESISTENTE.

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA




## MANZANA No 6

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA 1988



**SIMULACION SISMO GRADO 7°**  
**ESTIMACION DE VULNERABILIDAD.**

ESC. 1:1000

-  PRE. Y COLAPSO.
-  PELIGROSA SUSCEPTIBLE A DAÑOS.
-  SISMO RESISTENTE.

# RIESGO SISMICO CIUDAD CHIQUIMULA

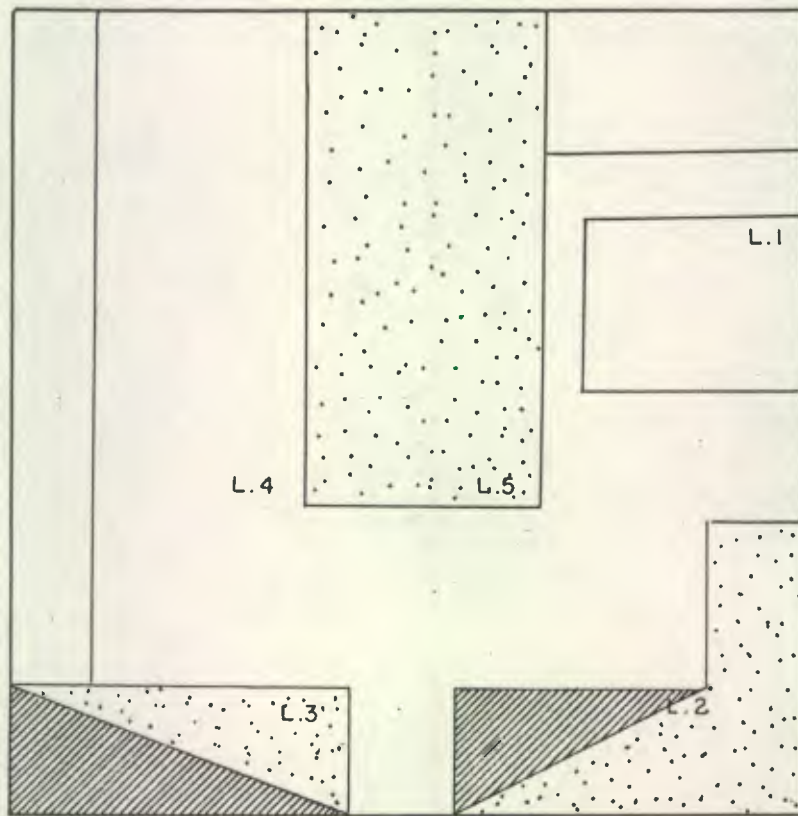
## MANZANA No 7

FUENTE: I.G.M. FOTOGRAFIA AEREA. 1988

7a. AV ZONA I

4a. CALLE

3a CALLE



8a. AV. ZONA I

### SIMULACION SISMO GRADO 7° ESTIMACION DE VULNERABILIDAD.

ESC. 1:1000



PRE. Y COLAPSO.



PELIGROSA SUSCEPTIBLE A DAÑOS.



SISMO RESISTENTE.





3.7.4. Cuadros resúmenes de "SIMULACION DE UN SISMO 7' ESTIMACION DE VULNERABILIDAD"

MANZANA No. 1

Pre y colapso 7.5 = 39.4%  
Peligrosa daños 8.5 = 44.7%  
Sismo resistente 3.0 = 15.7%

MANZANA No. 2

Pre y colapso 1.0 = 50%  
Peligrosa daños 0.5 = 25%  
Sismo resistente 0.5 = 25%

MANZANA No. 3

Pre y colapso 4.0 = 25%  
Peligrosa daños 10.0 = 62.5%  
Sismo resistente 2.0 = 12.5%

MANZANA No. 4

Pre y colapso 5.0 = 38.4%  
Peligrosa daños 3.0 = 23.0%  
Sismo resistente 5.0 = 38.4%

MANZANA No. 5

Pre y colapso 2.0 = 15.3%  
Peligrosa daños 3.5 = 26.9%  
Sismo resistente 7.5 = 57.6%

MANZANA No. 6

Pre y colapso 5.5 = 25%  
Peligrosa daños 12.0 = 54.5%  
Sismo resistente 4.5 = 20.4%

MANZANA No. 7

Pre y colapso 1.0 = 20%  
Peligrosa daños 2.0 = 40%  
Sismo resistente 2.0 = 40%

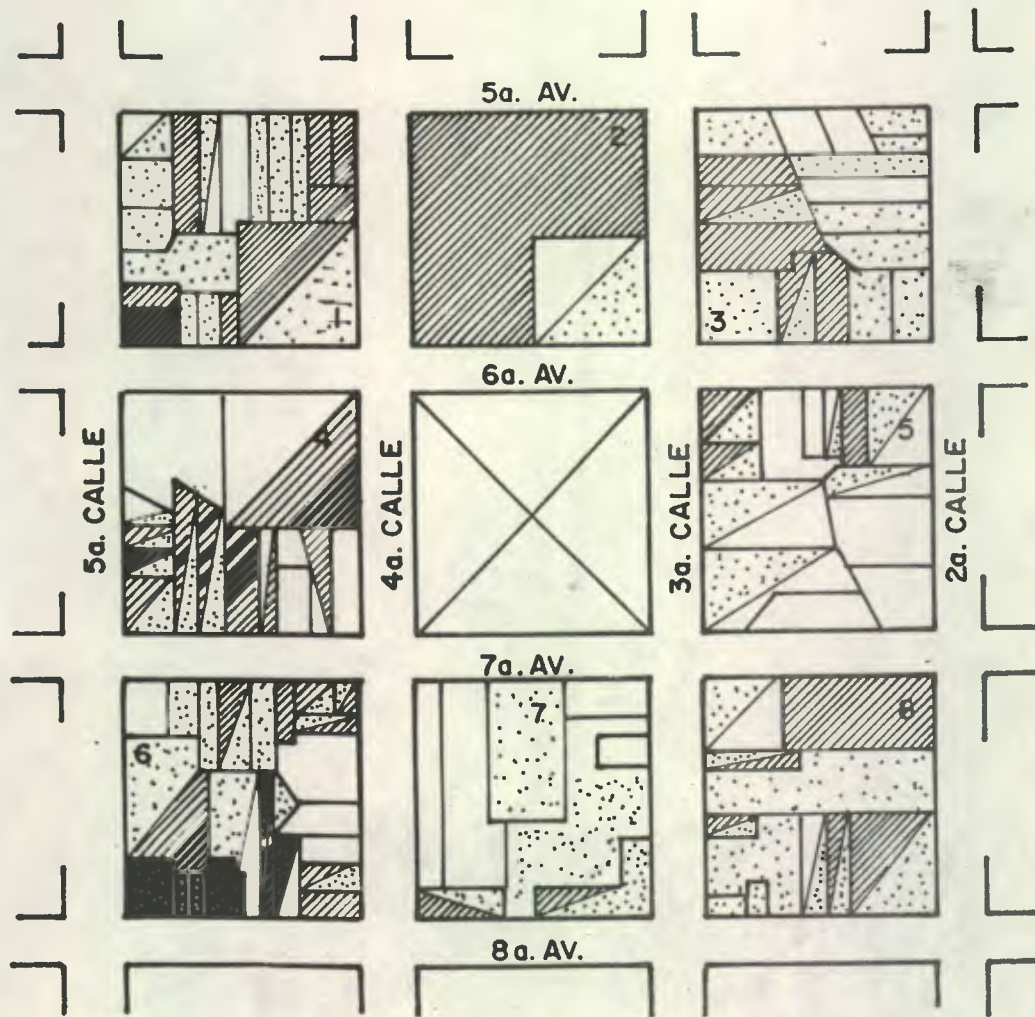
MANZANA No. 8

Pre y colapso 3.0 = 27.2%  
Peligrosa daños 7.0 = 63.6%  
Sismo resistente 1.0 = 9.0%

Resumen general de todas las manzanas analizadas.

Pre y colapso 30.13%  
Peligrosa daños 42.52%  
Sismo resistente 27.32%

# CIUDAD DE CHIQUIMULA. VISUALIZACION INTEGRAL DE VULNERABILIDAD. SISMO GRADO 7° MMI.



PRE. Y COLAPSO. 30.13 %



PELIGROSA SUSCEPTIBLE A DAÑOS. 42.52 %



SISMO RESISTENTE. 27.32 %



#### CONTEXTO

Desplome de columnas sin cimentación profundo. Artezonado de techo de madera y caña con teja. Estado precario.

#### CONTEXTO

Edificación pre-colapso, muros y columnas falladas. Artezonado de techo sin anclaje al muro





CONTEXTO

Construcciones de adobe y teja con latentes daños estructurales.

Grietas en muros, zafaduras de artezonado de techo

CONTEXTO

Construcción de adobe y teja con diferencia de altura en techos, comportamiento estructural desigual.



C O N C L U S I O N E S

3.7.5. Estimación de vulnerabilidad.

La labor desarrollada con el fin de mitigar y prevenir daños y pérdidas a consecuencia de sismos en centros poblados, apegados a la realidad y el estado de las edificaciones, para poder dictaminar el riesgo y la vulnerabilidad de las edificaciones es el resultado obtenido de la aplicación metodológica del modelo de evaluación de centros poblados con riesgo sísmico, en un área de estudio específica.

Los datos recabados, analizados, son congruentes y representativos de un sector importante de la Ciudad de Chiquimula, en el que se desarrollan muchas actividades que involucran concentración de personas diariamente. La relación existente entre los daños identificados en las construcciones y su clasificación de tipo de estructura, nos permitieron tener elementos de juicio para poder predecir un comportamiento lógico, ante la presencia de un sismo, con las características locales geológicas.

Al observar los resultados, porcentajes y graficación del comportamiento estructural, es alarmante por sus altos índices de vulnerabilidad y el peligro que representa para la seguridad de sus habitantes.

Un alto porcentaje esta sujeto a que las construcciones lleguen al colapso o sufran graves daños en su estructura y se conviertan en peligrosas para su habitación, por no llenar ninguna norma de seguridad y hay que agregar que el análisis, descubrió que edificios públicos tienen un alto índice de densidad de población en horas pico, por lo que viene a agravar el riesgo.

Síntesis de Vulnerabilidad Sismo 7 ° MMI

|   | Manzanas |      |       |       |       |       |      |      |
|---|----------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Edificaciones:  | M-1      | M-2  | M-3   | M-4   | M-5   | M-6   | M-7  | M-8  |
| Daños: Significativos en su estructura, convirtiéndose en una construcción altamente peligrosa. | 84.1%    | 75.% | 87.5% | 61.4% | 42.2% | 79.5% | 60.% | 91.% |

| Edificaciones:  | M-1   | M-2 | M-3   | M-4   | M-5   | M-6   | M-7   | M-8 |
|---|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Edificaciones con comportamiento estructural aceptable, no es afectado por la acción del sismo. | 15.9% | 25% | 12.5% | 38.4% | 57.8% | 20.4% | 40.8% | 9%  |

### 3.7.6 Conclusiones del Modelo de Evaluación

La ciudad de Chiquimula, se encuentra en medio de la zona de fallamiento de trans-currencia, donde convergen las placas Norteamericana, del Caribe y sus fallas principales, Chixoy Polochic, Motagua, Jocotán Chamalecón, lo cual hace un área con alto potencial sísmico como se comprueba en la investigación desarrollada.

La ciudad de Chiquimula, entre los años de 1733 a 1982, ha sido seriamente dañada, por lo menos en 4 oportunidades, por terremotos de origen tectónico que han alcanzado intensidades superiores al grado VI MMI. Entre ellos el terremoto de 1976 y el de 1982.

La amenaza sísmica aún no ha sido contemplada en los planes de desarrollo urbano, ni la protección de su conjunto monumental cultural, ni la prevención y mitigación de terremotos.

La aplicación del modelo de evaluación de centros poblados con riesgo sísmico permitió conocer la vulnerabilidad de un sector representativo de la ciudad; y tener elementos de juicio ajustados, a la realidad.

Se prevee que un alto número de edificaciones de la ciudad serán en el momento de un sismo construcciones altamente peligrosas, ya que pueden llegar al colapso dependiendo de la magnitud de éste.

Un alto índice de la población podrá ser afectada respecto a la pérdida de su vivienda a consecuencia de su vulnerabilidad ante los sismos, lo cual viene a gravar la condición misma.

### 3.7.6. Recomendaciones del Modelo de Evaluación

Se recomienda la creación de un "Consejo de Protección de la ciudad de Chiquimula", eminentemente técnico que coordine los planes de preparación de prevención y mitigación sísmica y salvaguardar el patrimonio cultural.

Proponer un normativo de construcción referente a los sistemas constructivos locales, debidamente reglamentados por un código de diseño local anti-sísmico.

Instalación y funcionamiento instrumental básico sobre la sismicidad del valle de Chiquimula, conectado a la red sismológica nacional operada por el INSIVUMEH.

Recopilación y estudio macrosísmico de los terremotos que hayan afectado la región y sus grados de vulnerabilidad hacia las poblaciones.

Con el apoyo técnico nacional o internacional, hacer un mapa de iso-aceleraciones, para poder estimar los períodos de recurrencia para sismos de magnitud mayor de 4.5 MMI.

Iniciar estudios sismotectónicos con datos proporcionados por los acelerógrafos, con el propósito de conocer las velocidades, aceleraciones del suelo, y su respuesta hacia las edificaciones sobre el.- Conocer la actividad sísmica local y sus fallamientos.

Se recomienda, la aplicación del modelo de evaluación propuesto en este trabajo, para los demás sectores de la ciudad, a efecto tener una visión global de la población, y estimar su comportamiento frente a futuros sismos.



# MATRIZ DE RECOMENDACIONES SOBRE EL RIESGO SISMICO DE CHIQUIMULA

| ACTIVIDAD<br>ASPECTOS | RECURSOS<br>QUE DEBE HACERCE  | RESPONSABLE<br>QUIEN LO VA HACER   | ACTIVIDADES<br>COMO LO VA HACER  | TIEMPO-CALENDARIO<br>CUANDO LO VA HACER |
|-----------------------|---|--|--|---|
| FISICO                | Evaluacion.<br><br>Cuantificacion.  | Instituciones responsables de ejecucion. universidades. organismos internacionales.  | Evaluacion centros, poblados, planificacion, zonificacion, supervision, tecnologia, sistemas constructivos, codigos constructivos. | Constantemente pre-post. desastre.      |
| LEGISLATIVO           | Politiclas.<br><br>Leyes.<br><br>Normas.<br><br>Reglamentos.  | Ministerios, gobierno. comision interministerial. comite proteccion civil. municipalidades. consejos de desarrollo urbano rural. | Leyes nacionales, prevencion y mitigacion de desastres. sistemas de mantenimiento y control de atencion de desastres.              | Constantemente pre-post desastre.       |
| SOCIAL                | Normar la conducta publica ante desastre sismico, toma de conciencia, disminuir el impacto del desastre.                              | Brigadas de proteccion civil.<br><br>unidades ejecutoras de los ministerios.<br><br>La poblacion.                                | Informacion, educacion, adiestramiento.<br><br>practicas, simulacros manuales, talleres de prevencion mitigacion.                  | Forma sistematica y periodica.          |
| ECONOMICA             | Incentivos de desarrollo segun areas de riesgo evaluacion de danos  | Instituciones gubernamentales. municipalidades,<br><br>organismos no gubernamentales.  | Fomentar la pequeña industria, comercio, vivienda, servicios basicos.  | Pre-post desastre.                      |
| EJECUTIVO             | Planes de desarrollos bonificacion, ordenamiento del suelo, proteccion del patrimonio cultural. prevencion y mitigacion de desastres. | Comision interministerial. comite de proteccion civil. consejos de desarrollo urbano y rural.                                    | Programas de evaluacion y mitigacion de terremotos. apoyo al crecimiento en areas seguras. analisis de vulnerabilidad              | Pre-post desastre.                      |

### 3.7.7. Propuesta de Atención

Sector Evaluado con respecto a su vulnerabilidad de la Ciudad de Chiquimula.

El concepto de mitigación comprende toda acción, medida que se realiza antes, después y durante un desastre sísmico con el fin de proteger las vidas humanas y los elementos físicos, socio-económicos expuestos.

El análisis y evaluación de los factores causales de la vulnerabilidad de las edificaciones y en general de la población, es la clave para proponer ajustes a estos elementos.

Entre las directrices, está el análisis del grado de riesgo y el nivel de desarrollo de la población, en lo referente a las construcciones, sus sistemas constructivos, tipo de material y mano de obra en el contexto socio-económico de sus habitantes.

Los mecanismos administrativos de las instituciones ejecutoras deben de ser compatibles con las normas culturales de las sociedades afectadas. Estas directrices deben ser instrumentos de orientación para el desarrollo y mejorar las condiciones de vida.

#### PROBLEMATICA:

De la aplicación del Modelo de Evaluación de Centros Urbanos con Riesgo Sísmico, en un área específica de Chiquimula se obtuvieron los resultados siguientes que son representativos y apegados a la realidad, para ponderar el riesgo y vulnerabilidad de sus edificaciones y la amenaza a que están expuestos sus habitantes.

Al observar los resultados, del comportamiento estructural de las edificaciones, ante la presencia de un sismo, éstos son alarmantes, por sus altos índices de vulnerabilidad, convirtiéndose en construcciones peligrosas y que los edificios públicos en horas pico se agrava el riesgo por su índice de densidad de población.

- A. Se determinó que los mayores daños estructurales se localizaron en los muros, este dato es significativo, ya que al momento de que se produzca un sismo con sus cargas laterales, aumentarán los daños en los portantes verticales hasta llegar al colapso.
- B. El segundo renglón de daño está localizado en la cubierta, deficiencias en el artezonado y la falta de anclaje de éste al muro.

La evaluación permitió conocer que un 72% de las edificaciones analizadas se identificaron daños en su estructura, convirtiéndolas en peligrosas para su habitación, ya que pueden llegar al colapso dependiendo de la magnitud del sismo.

Como conclusión del sector analizado, se prevee que un porcentaje del 70% será afectado por la pérdida de su vivienda, o sufrir daños considerables, a consecuencia de la vulnerabilidad ante los sismos.

#### MEDIDAS DE ATENCION

##### A. JURIDICAS

Reiterar a nivel nacional institucional, la necesidad de la creación de un Consejo Nacional de Protección Civil, responsable de los planes de prevención en casos de desastres.

Proponer al Gobierno Central, la creación de un Consejo de Protección de la ciudad de Chiquimula, con carácter técnico que coordine los planes locales de prevención y mitigación en casos de desastres.

Modificar el actual marco jurídico institucional en la atención de desastres, mediante una planificación y coordinación de todos los sectores gubernativos para que las respuestas sean en forma integral, que cada ministerio cuente con una unidad específica para dicha atención en su ramo.

Reglamentación de los sistemas constructivos, con normas y códigos sísmicos para Guatemala.

Buscar mecanismos para agilizar las leyes existentes sobre la conservación de los monumentos históricos locales, para la preservación de los mismos.

Lograr la participación de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural de Nor-oriente, en la planificación y ejecución de los planes de atención de los desastres.

La Municipalidad de la localidad como responsable de los planes de contingencia, debe de velar por la constante aplicación y evaluación, en beneficio de la comunidad por medio de una unidad técnica.

## B. INCENTIVOS/DESINCENTIVOS DE INVERSION PUBLICA

Esta medida consiste en que las políticas de desarrollo del sector público estén integradas a los planes de atención de desastres, para la zonificación de áreas propensas a desastres, desalentar la inversión y el desarrollo y promoverlo en lugares apropiados y seguros, consiste en la creación de infraestructura que faciliten el crecimiento económico social y cultural de la región.

Proponer por medio de la USAC y de la Fac. de Arquitectura, la aplicación del modelo de centros urbanos con riesgo sísmico al Ministerio de Comunicaciones Transporte y Obras Públicas, para su aplicación en otras ciudades y conocer el grado de riesgo a que están expuestas.

## C. EDUCACION COMUNITARIA

En zonas propensas a desastres sísmicos, los grupos marginales de la población que son los más propensos y vulnerables, quedan al margen de los mecanismos formales de aplicación de la atención de la mitigación y prevención. Los programas de educación y capacitación son mecanismos alternativos para concientizar a estos grupos e incorporarlos al proceso.

La mitigación de los terremotos solo tendrá éxito, si los esfuerzos son parte integrante de la vida cotidiana, no algo extraño a las actividades diarias.

### C.1 Información Pública

Referente a los programas de emergencia, fuentes de información y responsabilidad individuales.

Elaboración de material informativo, cartillas mínimas de educación masiva a los distintos tipos de público, sobre su comportamiento, antes, durante y después de un siniestro.

Estimular el interés de la población civil para cooperar en los programas de prevención y mitigación de terremotos, resaltando que se convierten en desastres cuando no se toman las medidas preventivas.

### C.2 Educación Escolar

Incluir dentro de los programas de educación, adiestramiento sobre el comportamiento y acciones a seguir durante un terremoto y mitigar sus consecuencias.

Realizar actividades de simulacros y educación física ante sismos.

Incorporar en los curriculum de la Universidad, medidas preventivas y de mitigación sobre desastres sísmicos.

Formación de especialistas nacionales a nivel de post-grado en atención de desastres naturales.

### C.3 Capacitación Técnica

Esta debe canalizarse hacia las autoridades del sector público y privado responsables directamente de la planificación del desarrollo y construcción a nivel nacional, para que tomen conciencia de la prevención y mitigación de los desastres.

Incluir en los programas de las Instituciones Gubernativas seminarios taller, dirigidos a los obreros de la construcción y población en general, sobre los sistemas constructivos tradicionales, en especial el adobe y sistema de estabilización y refuerzo, conformando así una estructura menos vulnerable y por consiguiente más segura y resistente para el potencial sísmico del país o zona evaluada.

## 1. METODOLOGIA DE INTERVENCION URBANA Y ESPACIAL

El diagnóstico y la evaluación del contexto y el sector analizado, permitió establecer el grado de vulnerabilidad ajustados a la población y detectar sus causales.

Es conveniente plantear la justificación de la intervención de la siguiente manera:

"La conservación de los centros urbanos e históricos, debe ser una operación, destinada a revitalizar no sólo el inmueble, sino primordialmente, la calidad de vida de la sociedad que los habita.... La revitalización de los centros urbanos exige un enfoque de planificación, integral a los planes directores del desarrollo urbano y territorial." (23)

---

(23) Gregorio Gerardo de la Rosa Falcón. "Restauración Templo parroquial de Nuestra Señora de Guadalupe." Tesis de Maestría en Arq. Restauración de Monumentos. Mexico 1988

La ciudad de Chiquimula, carece de una entidad encargada de los planes de atención en casos de desastres naturales, ni de prevención de los monumentos arquitectónicos de carácter histórico, parte del patrimonio cultural de la localidad.

Se ha analizado a nivel conceptual, todos los tipos de intervención posible de implementar en la ciudad de Chiquimula de acuerdo a su entorno urbano y monumental y se ha llegado a la conclusión de que "El reciclaje es la más adecuada dado el conjunto urbano analizado y el tipo de actividades que se realizan son significativas para el desarrollo de la población." (24)

El término de reciclaje conlleva a otros que es necesario definir, para que la intervención sea clara, para los propósitos de este trabajo, es la prevención y la mitigación de acuerdo a la vulnerabilidad de las edificaciones.

#### REESTRUCTURACION (23)

Acción que devuelve las condiciones de estabilidad, pérdidas o deterioradas, garantizando sin límite previsible la vida de una estructura arquitectónica que pueda, requerir de recursos técnicos y materiales modernos, que sólo el aspecto de la resistencia estructural cabe la mejora y la enmienda en las posibles fallas o errores del proyecto original.

#### RENOVACION (23)

Transformación, hacer como de nuevo una cosa, o volver a su primer estado. Sustituir lo viejo por lo nuevo, reemplazar, cambiar. Conjunto de operaciones que tienden a adecuar a los inmuebles o estructuras urbanas de los servicios y necesidades de la población.

#### SINTESIS DE IDENTIFICACION DE DAÑOS:

|                   | M1  | M2  | M3  | M4   | M5  | M6  | M7  | M8  |
|-------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Daños en Muros    | 31% | 50% | 58% | 7.6% | 23% | 39% | 60% | 68% |
| Daños en Cubierta | 29% | 50% | 10% | 17%  | -   | 11% | -   | 13% |

- 
- (23) Gregorio Gerardo de la Rosa Falcón. "Restauración Templo parroquial de Nuestra Señora de Guadalupe." Tesis de Maestría en Arq. Restauración de Monumentos. Mexico 1988.
- (24) Mendoza Morán, Luis. "Casa Porta, Propuesta de restauración y reciclaje en Chiquimula." Tesis de Grado Fac. Arq. USAC 1989.

SINTESIS DE VULNERABILIDAD SISMO DE 7° MMI

|  | M1  | M2  | M3  | M4  | M5  | M6  | M7  | M8  |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Edificaciones con daños significativos en su estructura. |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Construcciones Peligrosas                                | 84% | 75% | 87% | 61% | 42% | 79% | 60% | 91% |

RESUMEN DE VULNERABILIDAD

Construcciones peligrosas, pre-colapso .... 72%

Construcciones resistentes a sismo ..... 28%

RANGO DE VULNERABILIDAD:

| Porcentaje | Manzana    |
|------------|------------|
| 0 % - 40%  | -          |
| 40% - 60%  | M5, M7     |
| 60% - 80%  | M2, M4, M6 |
| 80% - 90%  | M1, M3, M8 |

CONCLUSION

Del análisis anterior se define que las manzanas, con el mayor índice de vulnerabilidad, son M1, M3, M8, con un rango del 80% al 90%, generando un alto índice de riesgo para sus habitantes con construcciones peligrosas.

Por consiguiente, estas son las unidades espaciales, con prioridad 1, de ser intervenidas por personal capacitado técnicamente, para proponer las medidas para cada caso específico según su grado de deterioro estructural, dentro de un plan de atención, prevención y mitigación para la deducción de daños.

## RECOMENDACIONES

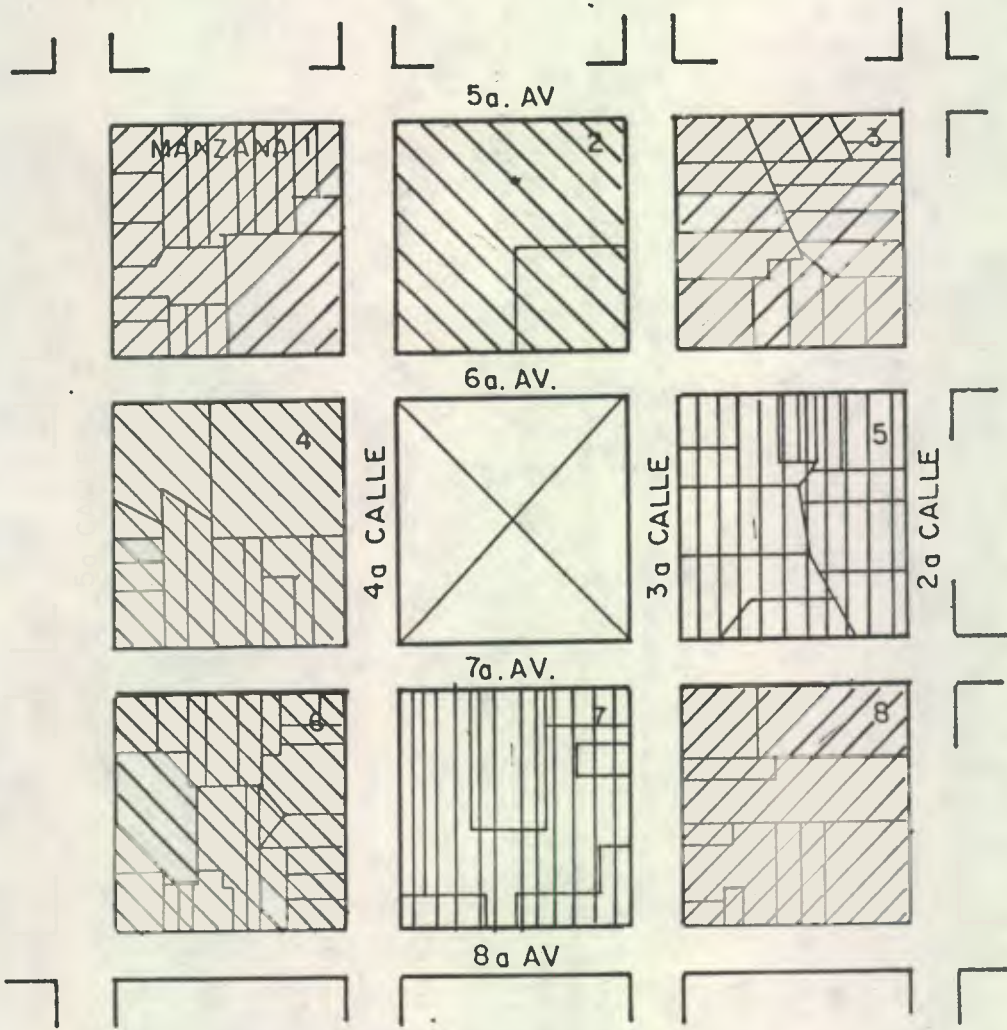
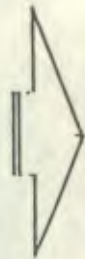
Reiterar a nivel nacional y local, la necesidad de la creación de un Consejo de Protección de la ciudad de Chiquimula, que coordine los planes de desarrollo, atención y prevención con una unidad ejecutora técnicamente capacitada.

Reglamentación de la construcción, normas, métodos constructivos y códigos de diseño sísmico.

Se presenta un plano de priorización de atención del sector evaluado con su rango de vulnerabilidad, para ser intervenido con las medidas técnicas para cada caso específico por manzana.






# PLANO DE LOCALIZACION MANZANAS CENSADAS CIUDAD CHIQUIMULA.



- 179 -

## PLANO DE PRIORIDAD DE INTERVENCION

| PRIORIDAD   | INDICE DE VULNERABILIDAD |
|---|--------------------------|
|  SECTOR No 1 | 80% - 90%                |
|  SECTOR No 2 | 60% - 80%                |
|  SECTOR No 3 | 40% - 60%                |

3.8. Deficiencias constructivas de adobe que aumentan el riesgo sísmico/vulnerabilidad:

1. Lugar de construcción:
  - a. Ubicación próxima a fallas geológicas.
  - b. Terrenos con pendiente máxima.
  - c. Inadecuada resistencia al suelo (malos rellenos).
2. Trazo:
  - a. Falta de puentes para ubicar ejes constructivos
  - b. Trazos fuera de escuadra.
3. Cimientos:
  - a. Ausencia de cimientos en construcciones pesadas (adobe)
  - b. Uso de cimientos solo para columnas, muros sin falta de amarre.
  - c. Interrupción del cimiento (puertas)
  - d. Cimientos de dimensiones impropias, sin diseño
  - e. Cimentación con materiales que trabajan solo a compresión.
4. Zanjeo y Excavación:
  - a. Ancho y profundidad no adecuadas al cimiento previsto
  - b. Irregularidad en el ancho y la profundidad de la excavación.
5. Cimientos de piedra:
  - a. Uso de piedra redonda, tiende a deslizarse y a salirse de su lugar demasiado pequeña o irregular en su tamaño.
  - b. Mortero inadecuado en sus proporciones.
6. Solera de Humedad:

Consiste en una viga que se coloca en la base del muro, para evitar que la humedad suba a éste y que se salitre el muro.

  - a. Ausencia de solera de humedad.
7. Muros:
  - a. Se disponen muros con ventanas y puertas en esquinas o próximos a estas de manera que se debilita la construcción.
  - b. Se realizan muros que se unen con la parte central de otro, sin dejar contrafuertes.
  - c. La disposición de la construcción debe ser simétrica y con contra-fuertes en la unión de muros.

- d. Se construye con adobe de mala calidad, conviene usar adobe mejorado de 0.38 x 0.38 x 0.08
  - e. El mortero de unión no es compatible al adobe (cemento, sabieta) que no pega con la tierra del adobe, lo mejor es usar el mismo material de fabricación.
  - f. Uso de capas gruesas de unión o ciza entre los adobes, 2 cms. es bueno.
  - g. Muros con desplomes, inclinados.
  - h. Falta de amarre entre las hiladas o entre muros (esquinas)
  - i. Los dinteles de puertas y ventanas se han de hacer de vigas de madera y traslapes por lo menos de 50 cms.
  - j. No se reviste la parte exterior de los muros (repello, cernido, encalado) para evitar que estos se laven con la lluvia.
8. Solera superior:  
Viga superior de los muros, para unir superficialmente toda la estructura.
- a. Ausencia de solera.
  - b. Práctica de la solera incompleta.
9. Techo estructura:
- a. No se asegura unión entre los muros y la estructura del techo, solo se superpone.
  - b. La pendiente de la parte superior de la estructura no corresponde a la pendiente del material de cubierta.
10. Estructura de madera:
- a. Uso de madera de mala calidad.
  - b. Uso de falsas tijeras.
  - c. Armado de tijeras deficiente o piezas de tamaño inadecuado.
  - d. Uso de costaneras muy delgadas y su colocación impropia.
  - e. Unión inadecuada de las costaneras con las tijeras o tendales, conviene usar cuñas de madera para sujetarlas a los tendales.
11. Techo cubierta:
- a. Pendientes inadecuadas a los materiales
- Teja:
- a. Falta de unión de hileras maestras o hileras de tejas pegadas con mezcla a cada 8 hileras.

- b. Falta de unión de tejas de la cumbrera.
- c. Traslape longitudinal insuficiente entre las tejas.
- d. Uso de tejas de mala calidad.

FUENTE: Informe Proyecto de Mejoramiento de la vivienda con las Cooperativas de Ahorro y Crédito. Fundación para la Vivienda Cooperativa CHF Fenacoal 1986.

# DAÑOS OCASIONADOS POR SISMO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE



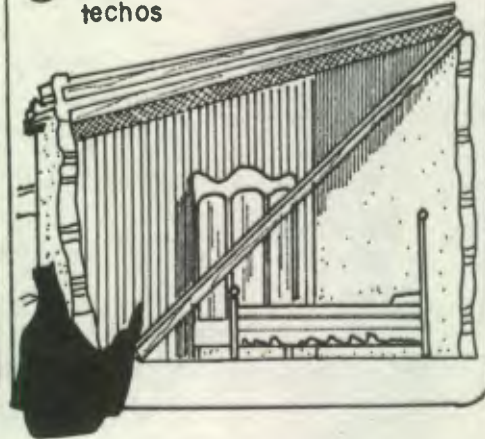
**D** Dislocamiento o caída de esquinas



**E** Agrietamiento de cerramiento

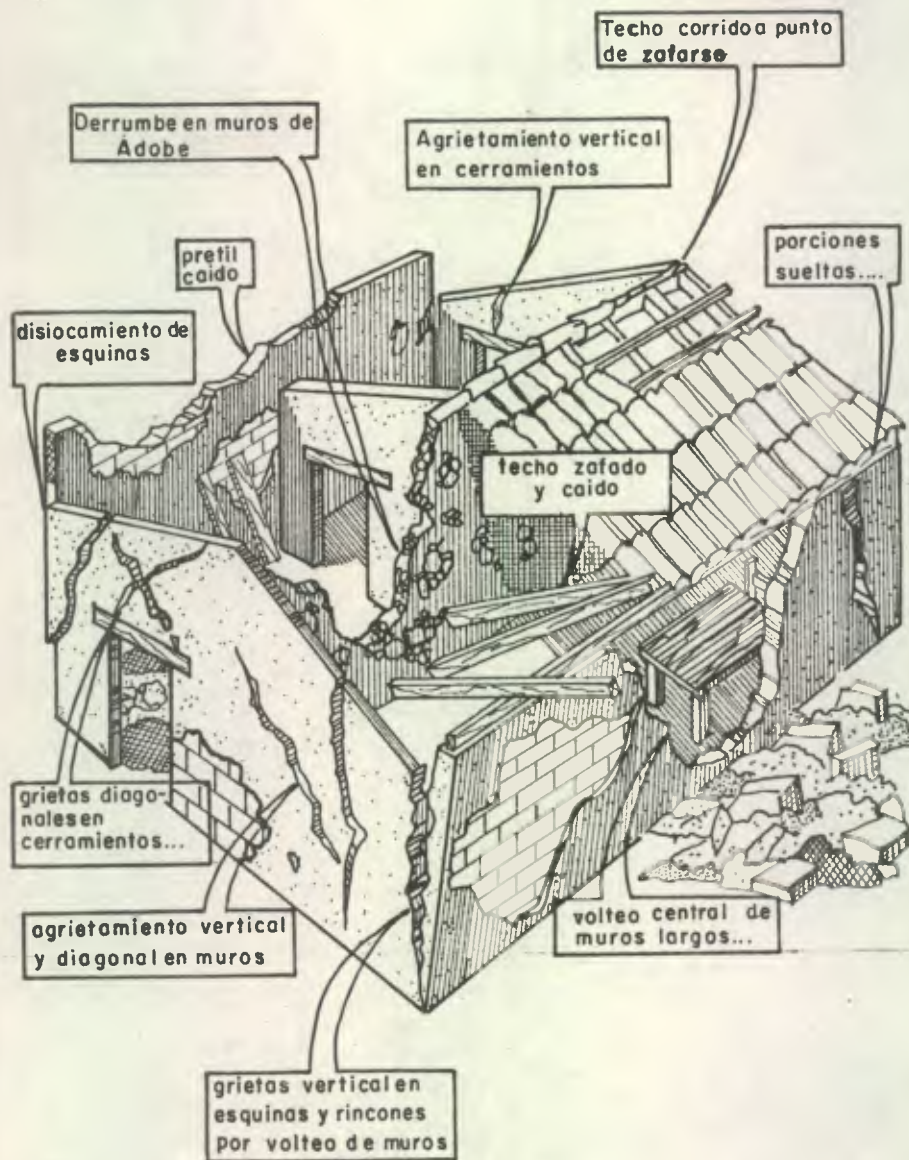


**F** Zafadura parcial o total de techos



FUENTE: INFONAVIT. 'TU PUEDES REPARAR TU VIVIENDA'  
BANVI. 1980.

# RESUMEN DE DAÑOS POR SISMO EN CONS- TRUCCIONES DE ADOBE



FUENTE: INFONAVIT. 'TU PUEDES REPARAR TU VIVIENDA'  
BANVI 1980.

C O N C L U S I O N E S

F I N A L E S

ASPECTO LEGISLATIVO

Guatemala es una región afectada por desastres naturales y en especial tiene un alto potencial sísmico, las actividades desarrolladas en la atención de desastres ha evidenciado una falta de coordinación, lo cual genera pérdidas de recursos humanos y materiales.

A nivel nacional, se cuenta con el Comité de Emergencia CONE, Institución encargada de guiar y orientar a la población civil, ante la presencia de un sismo destructivo, pero tiene la deficiencia en la aplicación de un plan regulador nacional de la mitigación-prevención de desastres sísmicos.

Las construcciones a nivel nacional, no están normadas en los sistemas constructivos ni en códigos de diseño sísmico resistente.

Se encuentra un vacío en planificación en Guatemala para la atención de desastres y en especial los sísmicos en la etapa previa a la ocurrencia del mismo, así como no existe una coordinación en las actividades, ya que las instituciones encargadas de la atención, lo hacen de una manera aislada cada uno obedeciendo a sus propios intereses.

Las estrategias sobre atención de desastres podemos concluir que deben de enfocarse en forma integral, respondiendo a las necesidades priorizadas de las poblaciones afectadas por el desastre, usando al máximo los recursos locales, estimulando a las iniciativas y soluciones de la propia comunidad.

Al aceptar la irreversible posibilidad de la ocurrencia de un futuro desastre sísmico y que la atención prevención y mitigación es tarea del gobierno, instituciones no gubernamentales y la población, con el propósito de salvaguardar vidas, pérdidas materiales y el patrimonio cultural, suficientes motivos para conformar lo más pronto posible la Comisión de Protección o Defensa Civil, que en última instancia será la encargada de ejecutar las distintas fases del plan.

ASPECTO EDUCATIVO

En la actualidad no hay programas de capacitación, educación e información para prevenir a la población de los desastres que le pueden afectar, impidiendo que la población responda en forma adecuada ante un desastre sísmico.



Guatemala cuenta con un gran potencial de patrimonio cultural, su riqueza en muebles e inmuebles, así como bienes tangibles es necesario prestar la atención necesaria para la prevención y mitigación de estos valores nacionales.

Los sectores más afectados por los terremotos es el de más bajos ingresos económicos y por su misma situación es la más vulnerable en sus construcciones. La forma más eficaz de prevenir el impacto de los desastres sísmicos, es el de fomentar un desarrollo integral a través de políticas y planes tendientes a mejorar las condiciones socio-económicas y la prevención y mitigación de desastres naturales.

Los eventos de tipo tectónico están presentes en todo el territorio nacional y la mayoría de los centros poblados están cercanos a las fallas geológicas, generándose en los epicentros cercanos a las mismas y éstas con alto grado de crecimiento demográfico y extrema concentración de sus habitantes, hace a éstas áreas más vulnerables a los terremotos.

Los planes y modelos sobre desastres sísmicos, deben de nacer dentro de la población misma para lograr que sea aceptado y aplicado para lograr una verdadera prevención y mitigación.

Considero que no estamos preparados aún para un desastre sísmico, no tenemos la capacidad orgánica, ni existe coordinación interinstitucional.

La evidente escasez de recursos y planificación sobre desastres, se manifiesta aún más en la necesidad de anticipación, para evitar mayores daños, por parte del fenómeno. Esta debe ser un seguimiento de acciones, que comprendan la identificación de los peligros, medidas de legislación, mitigación y aviso a la población, capacitación del personal de asistencia que constituyen los elementos fundamentales del éxito del proceso.

#### ASPECTO EJECUTIVO

El desarrollo de las poblaciones está en función de las decisiones adoptadas con respecto a la planificación de los desastres naturales y se reconoce que los efectos de los terremotos continuarán en aumento, por la extrema concentración y crecimiento demográfico en zonas urbanas, la construcción de edificaciones vulnerables a los sismos y el considerable porcentaje de poblaciones con estructuras peligrosas que no llenan ningún requisito de seguridad.

La efectiva planificación de la contingencia de la prevención y mitigación de terremotos, puede ayudar a reducir el daño colectivo y el sufrimiento personal. Es fundamental que se identifiquen y evalúen los peligros y se estimen los grados de vulnerabilidad y riesgos de las poblaciones dentro de su contexto socio-económico, político, cultural, espacial y su relación con los terremotos.

Los planes de atención, deben de estar inmersos dentro del contexto sobre el cual vamos a atender, ya que si no estamos concientes dentro de esa coyuntura histórica, político social, cultural, económica de una región, nuestras respuestas serán limitadas.

Las instituciones encargadas de prestar la atención al desastre tiene que tener una mentalidad abierta y estar dispuesta a escuchar y aprender de la misma población, para alimentar el proceso y no operar con soluciones preconcebidas.

En Guatemala, hay leyes y normas que preservan los monumentos históricos, tanto de la época pre-hispánica, como colonial, pero no se aplican y representan grandes pérdidas culturales nacionales.

La aplicación del modelo de evaluación de centros poblados con riesgo sísmico, permitió conocer el grado de vulnerabilidad del sector analizado y tener elementos de juicio ajustados a la realidad de la población, para dictar medidas de prevención y mitigación de desastres sísmicos.

RECOMENDACIONES  
FINALES

ASPECTO LEGISLATIVO

Se recomienda que la atención de desastres sísmicos en Guatemala, modificar el marco jurídico legal, que institucionalice las actividades en el período de desastre, mediante la planificación y ejecución de medidas que tiendan a la reducción y mitigación de pérdidas de vidas e inversiones materiales por terremotos.

Investigar y proponer sistemas de construcción, reglamentándolos con códigos anti-sísmicos para Guatemala, en especial, áreas afectadas por desastres sísmicos.

Realizar estudios sobre ubicación de nuevos asentamientos humanos, en zonas más seguras para su desarrollo integral.

Cada ministerio de gobierno, debe crear una unidad específica para la prevención y mitigación de desastres según su especialidad, trabajar coordinadamente con un organismo encargado de la coordinación de la protección civil y así proteger vidas humanas, bienes materiales y particularmente la conservación del patrimonio cultural como único medio de preservar nuestra identidad.

ASPECTO EDUCATIVO

Fomentar los estudios e investigaciones sobre la atención de los terremotos y el intercambio de conocimientos a nivel nacional e internacional que cuentan con programas establecidos.

Sobre la participación comunitaria se debe de preparar una institución de defensa civil para ejecutar los planes de atención.

Elaborar material informativo y educativo para encauzar a la población para que sepa como comportarse a la hora de un terremoto.

Incluir dentro de los programas de educación a todos los niveles, temas correspondientes al comportamiento y acciones que deben de realizarse durante un evento y mitigar sus consecuencias.

Los programas y planes de acción deben evitar el paternalismo hacia las dependencias y las instituciones, fomentando las iniciativas de soluciones locales, de que los mismos afectados puedan ser artífices de sus soluciones.

Preparación de cartillas mínimas para educar masivamente a distintos tipos de público, con los diferentes grados de educación desde primaria hasta superior, sobre lo que deben de hacer antes, durante y después de un terremoto.

#### ASPECTO EJECUTIVO

Elaboración de un plan de atención sísmico para Guatemala, tomando como base las directrices que se presentan para su efecto en este trabajo.

Planificar los asentamientos humanos, tomando en cuenta factores de mitigación y prevención sobre desastres sísmicos, incluyendo zonas de mayor y menor riesgo.

Enfocar las atenciones y soluciones a los desastres sísmicos en forma técnica con aplicación social, para brindar las mejoras a toda la población

La zonificación con respecto a las fallas geológicas y zonas sísmicas activas en el territorio es información vital para la planificación, construcción. las observaciones de campo pueden determinar más exactamente las fallas y zonas peligrosas.

Preparación de mapas de zonificación y riesgo sísmico. Elaboración de un mapa de localización de los terremotos y sus epicentros durante la vida de los pueblos y ciudades. Elaboración de mapas de iso-aceleraciones que identifique los períodos de recurrencia de los terremotos en los próximos años.

Las instituciones deben de tener la capacidad de responder en forma integral a los desastres y que sus respuestas no sean aisladas (agricultura, vivienda, infraestructura, salud). Hay que considerar la situación de las poblaciones en su contexto y priorizar sus necesidades.

Los objetivos de los planes y programas de prevención y mitigación de desastres es implementar a la población para que ella misma sea capaz de organizar sus recursos y trabajar en organización para sus soluciones para que generen el mejoramiento de sus condiciones de vida.

Formación de especialistas a nivel de post-grado en atención de desastres naturales.

Dar seguimiento a la evaluación de centros urbanos del país; conocer su riesgo y el grado de vulnerabilidad de sus edificaciones, para proponer acciones y medidas de prevención y mitigación de desastres sísmicos.

G L O S A R I O

ACELERACION SISMICA: Cambio de velocidad de la onda sísmica que se produce en el suelo de la unidad de tiempo.

ACELEROGRAFO: Instrumento que mide las aceleraciones sísmicas y la gráfica.

COORDENADAS EPICENTRALES: Localización geográfica de la latitud y longitud del epicentro de un sismo.

COEFICIENTE SISMICO: Factor utilizado para el cálculo de estructuras en zonas sísmicas.

DISEÑO SISMICO: Cálculo estructural donde se toman en cuenta las cargas sísmicas.

DISTANCIA MEDIA: Distancia desde el epicentro de un sismo hasta la estación sismológica más cercana.

DISTANCIA EPICENTRAL: La que existe entre el epicentro de un sismo y el observador.

ENERGIA SISMICA: Trabajo físico de reacondicionamiento de la corteza terrestre antes o después del sismo.

EPICENTRO: Area donde se presenta con mayor intensidad el movimiento de un sismo y se localiza encima del hipocentro.

ESCALA SISMICA: Serie graduada de divisiones que nos permite interpretar en función de un valor el grado del sismo.

FALLA GEOLOGICA: Fractura en la superficie de la litósfera terrestre, en las cuales las paredes opuestas de la corteza se han movido una con relación a otra.

GEOLOGIA: Ciencia que estudia la formación del globo terrestre de las materias que lo componen, tanto en su formación como en su evolución.

GEOFISICA: Parte de la geología que estudia la física terrestre.

HIPOCENTRO: Punto de irradiación de la energía de un sismo, es el centro de dispersión de las ondas sísmicas, punto de origen del sismo.

INTENSIDAD: Magnitud física que expresa el grado de energía desarrollada por un sismo y los efectos sobre las estructuras.

LITOSFERA: Corteza terrestre compuesta de rocas sólidas que es la más exterior de las capas concéntricas del globo terráqueo.

MAGNITUD: Es la cuantificación de la cantidad de energía liberada por un sismo.

MAPA DE ISOACELERACIONES: Representación geográfica de las regiones de iguales aceleraciones sísmicas.

MAPA DE RIESGO SISMICO: Localizan regiones susceptibles a sismos con pérdidas económicas y sociales.

MODELO DE ATENUACION: Formulaciones matemáticas que nos proporcionan los valores de máximas de las aceleraciones sísmicas y sus períodos de recurrencia.

NIVEL DE RIESGO: Porcentaje de expectativa de sismo para determinada región.

NORMA SISMICA: Especificaciones técnicas que permiten a las estructuras desarrollar un comportamiento óptimo ante los efectos de los sismos.

ONDA SISMICA: Perturbaciones emitidas en el foco de un sismo y su desplazamiento por la corteza terrestre.

PERIODO DE RETORNO: Constituye la recurrencia media o el tiempo en que haya probabilidad de que se presente un sismo de determinada magnitud.

PLACA TECTONICA: Capa terrestre llamada Litósfera que flota sobre la Astenósfera y cuyo continuo movimiento dá lugar a los sismos.

PROBABILIDAD SISMICA: Márgen de ocurrencia causal de sismos asociada al diseño estructural antisísmico.

PROFUNDIDAD FOCAL O HIPOCENTRAL: Distancia vertical entre el hipocentro y la superficie de la tierra.

SISMO: Movimiento o sucesión de vibraciones de la corteza terrestre originado por un disturbio elástico o gravitacional de las masas o placas tectónicas que buscan su equilibrio.

SISMOLOGIA: Ciencia que estudia los sismos y la propagación de las ondas elásticas terrestres.

SISMO OSCILATORIO: Sismo con movimiento paralelo a la corteza terrestre, en sentido horizontal.

SISMO TREPIDATORIO: Sismo con movimiento perpendicular a la superficie, en sentido vertical.

VELOCIDAD SISMICA: Es la distancia que una onda sísmica recorre por la unidad de tiempo.

ZONIFICACION Y MICROZONIFICACION: Zonificación es la representación gráfica de un área determinada de datos geológicos, geofísicos, geodésicos, que relacionan la frecuencia e intensidad de un futuro sismo.

La microzonificación es la graficación de las condiciones locales del suelo como la licuefacción, deslizamientos, fisuración, repatación y los problemas técnicos suelo-estructura.



REFERENCIAS DE TEXTO

- (1) GUARDIA BUTRON. Habitat. "Informe final sobre desastres naturales y planificación de los asentamientos humanos". Quito Ecuador. 1988.
- (2) BUSTAMANTE DAVITA. "Seminario sobre Ingeniería sanitaria en situaciones de esastres". Lima, Peru. 1974.
- (3) PEREZ CARRION J. M. "Operaciones de plantas de tratamiento, tratamiento de aguas en situaciones de emergencia". Lima, Perú, CEPIS 1982.
- (4) DICCIONARIO ENCICLOPEDICO ILUSTRADO. Sopera Volúmen 1,2 y 3. ENCICLOPEDIA DE CIENCIAS NATURALES. Volúmen 6 Ed. Brugera 1976.
- (5) ALONZO SANTOS MELVIN RAMON. Tesis. "Los desastres en Guatemala, causas y directrices para su atención 1989 ARQ. USAC.
- (6) BARRIOS SERGIO. "Albergues de emergencia para casos de desastres naturales en Guatemala". Tesis Fac. Arq. Usac. Agosto 1989.
- (7) UDIAS, AGUSTIN (1983). "Energía de la Tierra" En revista INVESTIGACION Y CIENCIA. No. 86, noviembre 1983. Prensa Científica, S. A., Barcelona, España.
- (8) BOORE, David M. (1978). "El movimiento del suelo en los terremotos". Revista INVESTIGACION Y CIENCIA. No. 17, febrero de 1978, páginas 33-44. Prensa Científica, S. A. Barcelona, España.
- (9) BOLT, BRUCE A. "Terremoto" Serie Revérte Ciencia y Sociedad. Universidad de California, Berkeley, USA. Ediciones Revérte S. A. España 1981. PP. 226-227. UNAN. Universidad Autónoma de Mexico. Cuadernos de Geofísica No. 1 "Terremotos y Ondas Sísmicas" J. M. Espinoza., Z. Jiménez. 2a. Ed. 1985. Mexico, D. A.
- (10) UNESCO, 1980. Varios autores. "TERREMOTOS" Evaluación y Mitigación de su Peligrosidad. UNESCO. Editorial Blume. Barcelona, España 1980.
- (11) CHAVEZ MARIO. 1980. "Modelos de riesgo sísmico y estimación Bayesiana y un ejemplo de aplicación. Instituto de Investigaciones de Ingeniería. UNAM. Mexico, D. F. 1987.

- (12) VASSAUX JOSE. "50 años de sismilogía en Guatemala" Observatorio nacional de Guatemala. 1976.
- (13) EDWIN L. HARP. "Derrumbes por inducción de terremotos a partir a partir del terremoto de 1976 en Guatemala y su aplicación para la reducción de riesgos sísmicos" Simposio internacional sobre el terremoto de Guatemala. Tomo 1, 1978
- (14) BARRIOS SERGIO. "Alojamiento en casos de sismos para el Depto. del Quiché" Fac. Arq. EPSDA. Usac 1982.
- (15) GANDARA Y MARROQUIN. "La vivienda popular en Guatemala". Tomo 1, 2 Editorial Universitaria 1982. "Antes y después del Terremoto de 1976".
- (16) DICCIONARIO GEOGRAFICO NACIONAL. Instituto Geográfico Nacional. Ed. Tipografía Nacional 1978, Tomo 1, 2.
- (17) TOLEDO PALOMO. "Historia de Guatemala" Tomo 38, 1967.
- (18) LIBRO PRIMERO DE DIFUNTOS 1699-1769. Iglesia de El Calvario, Chiquimula.
- (19) UBICO CALDERON, Mario Alfredo (1980). "Complejo Cultural proyecto de restauración y habilitación espacial ruinas de la Iglesia de la Santísima Trinidad de Chiquimula". Tesis de grado. Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- (20) BUCARO HERMAN. "Mercado Municipal Río Hondo, Zacapa." Tesis Fac. Arq. USAC 1986.
- (21) OVALLE MONROY MARIO. "Cementerio para la Ciuda de Chiquimula. Tesis Fac. Arq. USAC 1989.
- (22) ACHAERANDI LUIS. "Iniciación a la práctica de la investigación. Universidad Rafael Landívar 1989. Anexo 1

BIBLIOGRAFIA

BRAZEE, R. J. (1979) "Reevaluation of Modified Mercalli intensity scale for earthquakes using distance as determinant". Bulletin of the seismological society of America. 69:3, 911-924 June 1979.

CERESIS, Centro Regional de Sismología para América del Sur UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. "Enseñanzas derivadas de los Estudios de las Misiones por la UNESCO o por CERESIS-UNESCO, Lima, Perú, Mayo 1986.

DENGO, GABRIEL, "Marco tectónico de la Región del Caribe". Artículo, Memorias del Simposio Internacional sobre el Terremoto en Guatemala 1976, Feb. 4. Tomo 1, Guatemala, 1978.

ESTEVA. M. L. "Bases para la Formulación de Decisiones de Diseño Sísmico". Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Mexico. UNAM. Mexico 1968.

EUGENIO TAHAY REINA, "Fenómenos Hidrometeorológicos, sismotectónicos y de geodinámica externa más importantes de la República de Guatemala" Período 1530-1981. Guatemala 1982. "Eventos de geodinámica e hidrometeorológicos del período 1541-1981.

FOSCOLO LIANO QUEZADA 1983. "Estudio y Aplicación de Aceleraciones sísmicas en Guatemala". Tesis de grado. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

GANDARA JOSE LUIS. Arq. "Memorias del primer seminario nacional para la atención de Desastres en Guatemala". IGA 1984.

GIRON MENDEZ, RAFAEL: (1974). "Principios de Sismología e Historial sísmico de Guatemala". Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

GONZALEZ CANO, Marcelino (1986). "Proyecto-piloto". Prevención y Mitigación del Riesgo Sísmico e Hidrometeorológico. Antigua Guatemala. "Plan Estratégico". Suplemento/Carta informativa. Año XIII, No. 2, marzo-abril 1986. Consejo Nacional de la Protección de Antigua, Guatemala.

GUZMAN, Fernando Antonio y LOUKOTA SOLER, Pedro. (1981) "Evaluación de la habilidad y Función Social de la Vivienda Popular en el área afectada por el terremoto de 1976".

INSIVUMEH, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología del Ministerio de Comunicaciones, Transportes y Obras Públicas. "Boletín Sismológico, 1978-1980-1982, Sección de Sismología, Departamento de Sistemas Geofísicos".

IPGH (1977). TEMBLORES DE TIERRA. Cartilla Popular. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Publicación No. 363. Febrero de 1977. Mexico, D. F.

LEON CHANG, Arturo Jo. (1986). "Estudio de algunos sismos de la zona de subducción en Guatemala". Tesis de grado. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

MARTINEZ MOLINA, Jorge L. (1986). "El sismo de 1917-18 y su influencia en la Arquitectura". Tesis de grado. Facultad de Arquitectura. Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

MELGAR CHAVEZ, Oscar Alfredo (1986). "Análisis del origen de los sismos en Guatemala". Tesis de grado. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

MONZON DESPAG, Héctor (1986). "Sobre la sismicidad en Guatemala y las perspectivas". En revista ARQUITECTURA Vol. 13, No. 1, noviembre-diciembre 1986. Colegio de Arquitectos de Guatemala.

MONZON DESPANG, Héctor. "Informe No. 2 Instituto Nacional de Electrificación INDE 1984.

ROSENBLUETH, Emilio. "Diseño de estructuras resistentes a sismos". Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC) Mexico 1982.

SAENZ, Manrique (1987). "Estudio de la vivienda rural de bajareque e historia sísmica de Huehuetenango". Tesis de grado. Facultad de Arquitectura. Universidad de San Carlos de Guatemala.

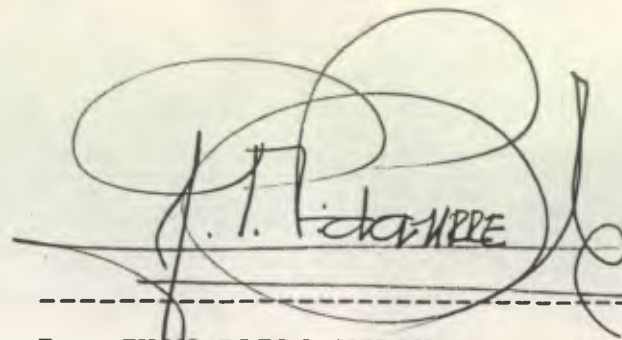
SANCHEZ EDDIE. "Sistemas usados para minimizar los riesgos de fenómenos terráqueos" Memorias del primer seminario nacional para la atención de desastres. 1984.

"SEISMIC HAZARD MAPPING FOR GUATEMALA". The John Blume Earthquake Engineering Center. Department of Civil Engineering Stanford University. Report No. 26. May 1977

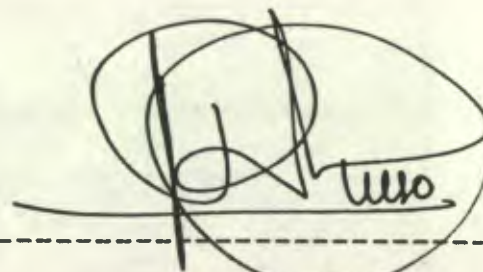
TORTOLA, Julio Roberto (1986). "La vivienda de bajareque en el altiplano occidental de Guatemala". "Análisis preliminar de una tecnología olvidada". Tesis de grado. Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala.

VARIOS (1984). MEMORIAS. Primer Seminario Nacional sobre atención de desastres". Colegio de Arquitectos de Guatemala. Febrero de 1984. Guatemala.

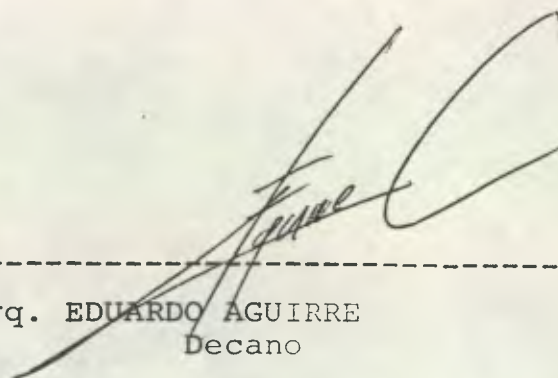
VARIOS (1978). MEMORIAS. Simposio Internacional sobre el terremoto de Guatemala el 4 de febrero de 1976 y el proceso de reconstrucción. 2 Volúmenes. Ciudad de Guatemala.

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. P. Vidaurre', is written over a horizontal dashed line.

Br. JUAN PABLO VIDAURRE AVILA  
Sustentante

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Erwin', is written over a horizontal dashed line.

Arq. ERWIN ARTURO GUERRERO  
Asesor

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Eduardo', is written over a horizontal dashed line.

Arq. EDUARDO AGUIRRE  
Decano

IMPRIMASE: