

1.3 MEDICION DE LOS SISMOS.

El registro de un sismo intenso consta de dos componentes horizontales Norte-Sur y Este-Oeste, y una componente vertical

La forma y tamaño de una onda sísmica depende no solo del mecanismo del temblor, sino también de la geología, la trayectoria de propagación, las condiciones locales y otros factores

La experiencia muestra que la amplitud de la onda se ve modificada por las características del subsuelo, que a su vez tiene un periodo de vibración, el cual puede afectar en mayor grado a estructuras con periodos de vibración similares, debido a la posibilidad de entrar en resonancia. Las características de las ondas y la vibración del suelo se pueden determinar mediante el uso de equipos especiales, entre los que están el sismógrafo y el acelerógrafo

El principio en el cual se basa el sismógrafo es que el movimiento del terreno se mide por el registro de las vibraciones de un péndulo simple suspendido de un punto fijo. Los sismógrafos pueden ser de desplazamiento, de velocidad y de aceleración

El acelerógrafo cuenta con un registrador de movimientos, que normalmente está en reposo con el suelo, hasta que la aceleración del terreno excede un valor preestablecido, con lo cual se activa el medidor y se obtiene el registro del sismo

1.3.1 ESCALAS DE LOS SISMOS.

Para dimensionar los sismos se utilizan los conceptos de intensidad y magnitud

La intensidad de un sismo indica la violencia del movimiento terrestre, la escala de intensidad se basa en los efectos observados en personas u objetos inanimados. La intensidad de un sismo varía según el tipo de terreno, distancia al epicentro y el tipo de construcción en el área.

La magnitud de un sismo se refiere a la energía total liberada en la fuente de la perturbación sísmica. Para cada sismo solo hay una magnitud.

Actualmente las escalas más empleadas son la de Mercalli Modificada (MM), que se basa en la intensidad de los sismos; y la de Richter que se basa en la magnitud del sismo.

La escala de Mercalli Modificada se denomina así, por haber sido originalmente planteada por Mercalli y después modificada por Harry O. Wood y Frank Newman. Los grados de intensidad se representan por los números romanos de I a XII, que se asignan de la siguiente forma:

Grado I: sismo detectado solo por instrumentos o por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables.

Grado II: sismo sentido por muy pocas personas en reposo, especialmente en los pisos altos de los edificios.

Grado III: sismo sentido claramente dentro de un edificio, especialmente en los pisos altos, muchas personas no lo asocian con un temblor. Los vehículos de motor estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración como la originada por el paso de un vehículo pesado. Duración estimable.

Grado IV: sismo sentido durante el día por muchas personas en los interiores y por pocas personas en exteriores. Por la noche algunas despiertan. Vibración en las vajillas, vidrios de ventanas y puertas; los muros crujen. Sensación como de un vehículo pesado chocando contra un edificio, los vehículos de motor estacionados se balancean claramente

Grado V: sismo sentido casi por todos, muchos despiertan. Algunas piezas de vajillas, vidrios de ventanas, etc. se rompen. Pocos casos de agrietamiento de recubrimiento; objetos inestables caen. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Detención de relojes de péndulo

Grado VI: sismo sentido por todos, muchas personas atemorizadas huyen hacia afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio. Pocos ejemplos de caída de recubrimiento o daño en chimeneas. Daños ligeros

Grado VII: sismo advertido por todos. La gente huye hacia el exterior. Daño moderado sin importancia en estructuras de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas, daños considerables en las débiles y mal planeadas, ruptura de algunas chimeneas. Apreciado por las personas conduciendo vehículos en movimiento

Grado VIII: daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno, daños considerables en edificios ordinarios con derrumbe parcial, daños grandes en estructuras débilmente construidas. Los muros se salen de sus marcos. Caída de chimeneas, de productos apilados en los almacenes, de columnas, de monumentos y de muros. Los muebles pesados se vuelcan. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Pérdida de control en las personas que guían vehículos de motor

Grado IX: daño considerable en estructuras de buen diseño; los marcos de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios salen de sus cimientos. El terreno se agrieta notablemente. Las tuberías subterráneas se rompen. Pánico general.

Grado X: destrucción de algunas estructuras de madera bien construidas; la mayor parte de las estructuras de mampostería y marcos se destruyen con todo y cimientos; agrietamiento considerable del terreno. Las vías del ferrocarril se tuercen. Considerables deslizamientos en las márgenes de los ríos y pendientes fuertes. Invasión del agua de los ríos sobre sus márgenes

Grado XI: casi ninguna estructura de mampostería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio. Hundimientos y derrumbes en terrenos suaves. Gran torsión de vías férreas.

Grado XII: destrucción total, ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas de nivel. Objetos lanzados al aire hacia arriba. Catástrofe.

La escala de Richter indica la magnitud del sismo; es instrumental, basada en amplitudes máximas medidas; es una escala abierta, lo que significa que no tiene límites en sus medidas (el sismo más grande que se ha registrado con esta escala es el terremoto de Alaska en 1975, con magnitud de 9.1 grados Richter).

Los grados de magnitud se asignan dependiendo de la cantidad de energía liberada, medida en millones de ergios, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla No. 1.1

Magnitud	Energía liberada (millones de ergios)	Equivalencia
1	2.0×10^8	
2	6.0×10^9	
3	2.0×10^{11}	Los sismos más pequeños comúnmente sentidos
4	6.0×10^{12}	Ondas sísmicas provocadas por 1000 toneladas de explosivos
5	2.0×10^{14}	Terremoto de Pochuta en 1991 de magnitud 5.3
6	6.0×10^{15}	
7	2.0×10^{17}	Terremoto de Guatemala en 1976 de magnitud 7.5
8	6.0×10^{18}	Terremoto de Guatemala en 1942 de magnitud 8.3
9	2.0×10^{20}	Terremoto de Alaska en 1975 de magnitud 9.1

1.4 ZONAS GEOLOGICAS Y PRINCIPALES FALLAS EN GUATEMALA.

Guatemala esta ubicada en una zona considerada altamente sísmica, debido a que está siendo deformada por desplazamientos relativos de las placas del Caribe, de Norteamérica y de Cocos

El desplazamiento de la placa del Caribe y la placa de Norteamérica, es una de las principales fuentes de sísmicidad en el país, de igual manera lo es, en el área del Pacífico, el desplazamiento de la corteza oceánica del Pacífico y el área continental que forman la fosa mesoamericana, paralela a la costa

Debido a lo anterior, Guatemala tiene en su historia una gran cantidad de eventos sísmicos de gran magnitud y frecuencia, así como actividad volcánica

Una falla activa importante es la falla del Motagua, con desplazamiento lateral izquierdo, que presentó ruptura durante el terremoto del 4 de febrero de 1976. Otra falla activa importante es Chixoy-Polochic, con aspectos similares a la falla del Motagua. Ambas fallas comprenden el límite entre las placas del Caribe y de América del Norte. En el límite de las placas de Cocos y del Caribe existe otra falla debido al movimiento de subducción entre ellas

Actualmente existen varios mapas que presentan información geológica, incluyendo tipos de suelo, con ubicación de las fallas principales y secundarias conocidas, tal como el elaborado por el Instituto Geográfico Militar

También se cuenta con planos donde se indica la distribución de intensidades e isosistas del terremoto del 4 de febrero de 1976, que dan una clara idea de la distribución de intensidades en áreas cercanas a las fallas donde se produjo el sismo

A continuación se presenta la figura 1.6, donde se muestra el tipo de suelo en la región del Motagua. En la figura 1.7 se observan las fallas principales y secundarias conocidas entre las placas de Norte América, Caribe y Cocos, en Guatemala. La figura 1.8 muestra la distribución de intensidades del terremoto del 4 de febrero de 1976.

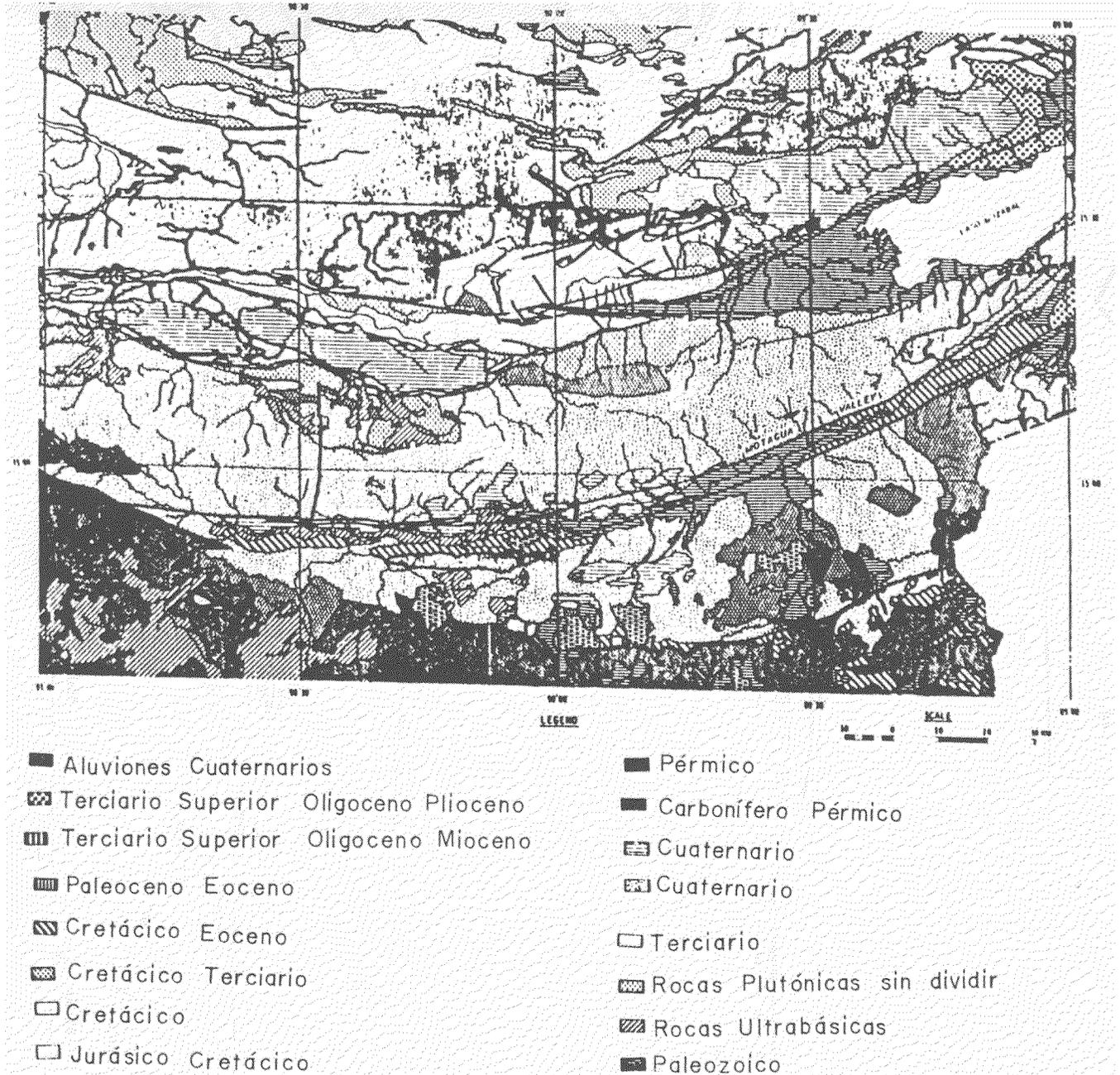


Figura 1.6
Geología del valle del Motagua y áreas adyacentes.

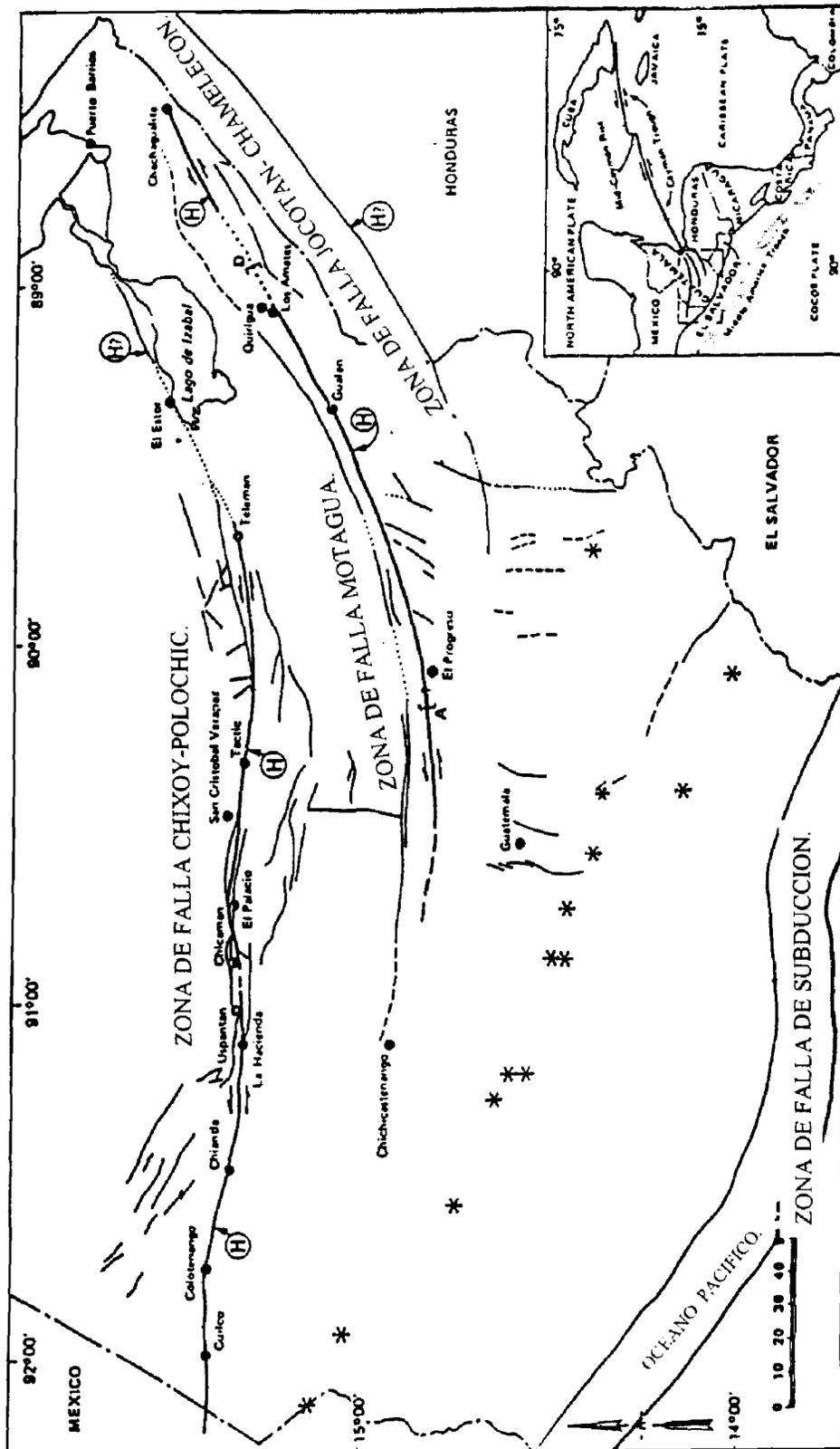


Figura 1.7
Fallas en los límites de las placas.

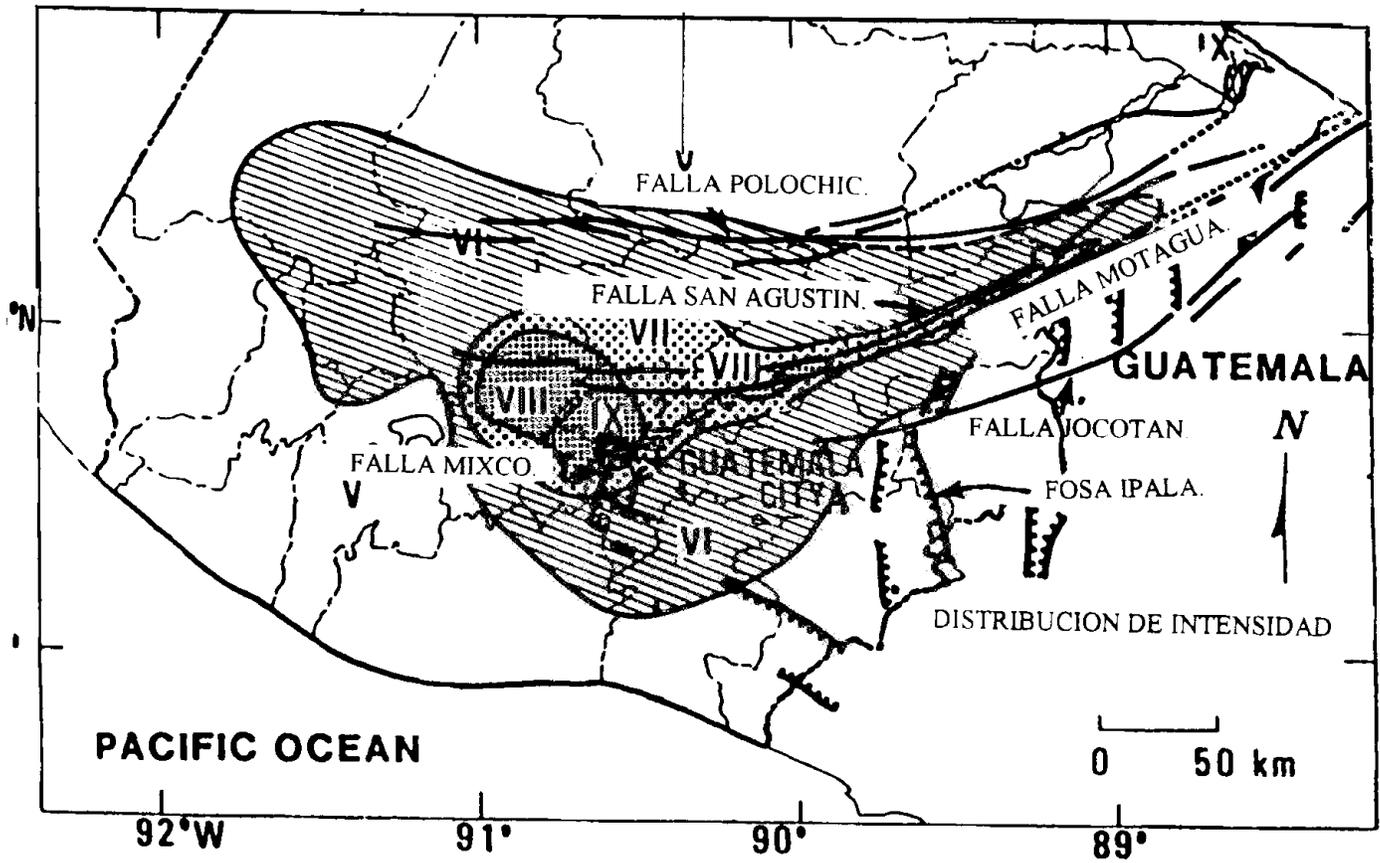


Figura 1 8

Mapa de fallas y distribución de intesidades del terremoto del 4 de febrero de 1976.

En Guatemala han ocurrido numerosos terremotos destructores, pero no se han obtenido registros significativos de movimientos fuertes. El más destructor desde 1917 ocurrió el 4 de febrero de 1976. No se obtuvo ningún registro acelerográfico de este importante evento, terremoto de 7.5 grados Richter, ya que el escaso equipo existente falló en el momento en que ocurrió el evento.

Un continuado refinamiento de la localización de los terremotos ocurridos en el pasado, la identificación de las fallas activas y estudios geológicos y sismológicos detallados en estas fallas, nos proporcionan una información más precisa con relación a las fuentes e intervalos de ocurrencia de terremotos destructivos.

En base a la historia sísmica del país, se presentan las tablas No. 1.2 y 1.3, en las cuales se expresa la probabilidad de que ocurra un evento de intensidad definida, en cada departamento.

Tabla No. 1.2

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS MAXIMAS INTENSIDADES SISMICAS EN

GUATEMALA

<u>DEPARTAMENTO</u>	<u>MAXIMA INTENSIDAD SISMICA *</u>				
	VI	VII	VIII	IX	X
ALTA VERAPAZ	X	X	X		
BAJA VERAPAZ		X	X		
CHIMALTENANGO		X	X		
CHIQUIMULA		X	X		
EL PETEN	X				
EL PROGRESO		X	X	X	
EL QUICHE	X	X	X		
ESCUINTLA		X	X		
GUATEMALA			X	X	X
HUEHUETENANGO			X	X	X
IZABAL		X	X		
JALAPA	X	X			
JUTIAPA		X	X		
QUETZALTENANGO			X	X	X
RETALHULEU			X	X	
SACATEPEQUEZ			X		
SAN MARCOS				X	X
SANTA ROSA			X	X	X
SOLOLA		X	X		
SUCHITEPEQUEZ		X	X		
TOTONICAPAN			X	X	
ZACAPA		X	X		

* Escala de intensidad de Mercalli Modificada

Tabla No. 1.3

MAXIMA INTENSIDAD SISMICA Y PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE UN
TERREMOTO DE GRAN ESCALA EN GUATEMALA, EN EL PERIODO COMPRENDIDO
DEL AÑO 1989 AL AÑO 2009

<u>DEPARTAMENTO</u>	<u>MAXIMA INTENSIDAD SISMICA PROBABLE</u>	<u>PROBABILIDAD OCURRENCIA %</u>
ALTA VERAPAZ	VIII	(15)
BAJA VERAPAZ	VIII	(15)
CHIMALTENANGO	VIII	50
CHIQUIMULA	VIII	79
EL PROGRESO	VIII	79
ESCUINTLA	VIII	50
GUATEMALA	X	50-79
HUEHUETENANGO ESTE	X	(15)
HUEHUETENANGO OESTE	X	34
IZABAL ESTE	VIII	31
IZABAL OESTE	VIII	(15)
JALAPA	VII	79
JUTIAPA	VIII	79
QUETZALTENANGO	IX	34
QUICHE	VIII	(15)
RETALHULEU	VIII	34
SACATEPEQUEZ	VIII	50
SAN MARCOS	IX	34
SANTA ROSA	IX	50-79
SOLOLA	VIII	50
SUCHITEPEQUEZ	VIII	50
TOTONICAPAN	VIII	50
ZACAPA	VIII	(15)

Nota: Los porcentajes entre paréntesis representan datos menos confiables

REFERENCIAS.

Figura 1 1

Lutgens Frederick K Edward J Tarbuck. Essentials of Geology. Merril Publishing Co Illinois Central College. third edition. 1989 378 páginas

Figuras 1 2, 1 3, 1 6, 1 7 y 1 8

Memorias del Simposio internacional sobre el terremoto de Guatemala, del 4 de febrero de 1976 y el proceso de reconstrucción, Hotel El Dorado Americana, Centro de Convenciones, Salón Los Reyes, tomo I

Figura 1 4

United States Government Printing Office, 1976. The Guatemalan earthquake of February 4, 1976, a preliminary report, 90 páginas

Figura 1 5

The story of the Earth, Published by Her Majesty's Stationary office for Institute of Geological Sciences, England, 36 páginas

Tabla 1 2 y 1 3

Adaptado de Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente, Secretaría Ejecutiva para asuntos Económicos y Sociales, Organización de Estados Americanos, Washington D C 1991. Desastres, planificación y desarrollo. manejo de amenazas naturales para reducir los daños, 81 páginas

BIBLIOGRAFIA.

Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente, Secretaria Ejecutiva para asuntos Económicos y Sociales, Organización de Estados Americanos, Washington D C 1991, Desastres, planificación y desarrollo manejo de amenazas naturales para reducir los daños, 81 páginas

Goals and tasks of landslide part of a ground failure hazards reduction program, U S Geological survey, circular 880, 1983, 2a reimpresión.

Edwin L Harp, Raymond C Wilson, Gerald F Wiczorek, Landslide from February 4, 1976, Guatemala earthquake, The Guatemalan earthquake of February 4, 1976, United States Government printing office, Washington D. C., 1981, 335 páginas y anexos

Committe on ground failure hazard, commission of Engineering and technical sistems, National Research Council, Reducing losses from landsliding in the United States, National Academy Press, Washington D C., 1985, 41 páginas

The Geological map, an anatomy of the landscape, Published by Her Majesty's Stationary office for Institute of Geological Sciences, England, 36 páginas

Earthquakes, Published by Her Majesty's Stationary office for Institute of Geological Sciences, England, 36 páginas

The story of the Earth, Published by Her Majesty's Stationary office for Institute of Geological Sciences, England, 36 páginas

Lutgens, Frederick K , Edward J Tarbuck, Essentials of Geology, Merril Publishing Co . Illinois Central College, third edition, 1989, 378 páginas

United States government printing office, 1976, The Guatemalan earthquake of February 4, 1976, a preliminary report, 90 páginas

Memorias del Simposio internacional sobre el terremoto de Guatemala, del 4 de febrero de 1976 y el proceso de reconstrucción, Hotel El Dorado Americana, Centro de Convenciones, Salón Los Reyes, tomo I y II

Wakabayashi, Minoru. Diseño de Estructuras Sismo Resistentes, McGraw Hill, México, 1988, 408 páginas.