

# ***REVISION DEL SISTEMA DE FALLAS EN LA REGION METROPOLITANA DE GUATEMALA***

**Otto Bohnenberger**  
**Sociedad Geológica de Guatemala**

## **RESUMEN**

En el área Metropolitana de Guatemala hay una gran cantidad de fallas geológicas, las cuales pueden reconocerse por su expresión morfológica. Toda esta familia de fallas incluye "fallas activas" y "fallas no activas". Las "fallas activas" son aquellas que poseen el potencial de activarse durante un futuro terremoto. Esto constituye una latente amenaza. No hay método conocido que permita predecir si la falla será activada o no en un futuro sismo.

La localización de las fallas debe tomarse en cuenta en la planificación del uso de la tierra. Para determinar si una falla es "activa" o "no activa" hay que hacer excavaciones exploratorias y éstas deben estudiarse por profesionales en las Ciencias de la Tierra. Se recomienda un examen de esta naturaleza en estructuras mayores. Para la planificación urbana se recomienda la confección de mapas de riesgo.

## **INTRODUCCION**

Durante el terremoto de 1976 y sus réplicas, se activaron fallas preexistentes en el sector occidental del Valle de Guatemala, debido a movimientos lateral izquierdos en la Falla del Motagua, situada a 25 km al norte de la capital.

En este trabajo se trata de hacer un repaso al significado de las fallas geológicas conocidas, como posible amenaza sísmica en el futuro, en el área Metropolitana de Guatemala

## **DEFINICION DE TERMINOS**

Una fractura es una superficie que separa un objeto en dos partes, y con ese fenómeno pierde su continuidad. Cuando una fractura, además de la discontinuidad, muestra un

desplazamiento de una parte con respecto a la otra, se habla de una “falla”. También es usual referirse a dos o más “bloques desplazados” (Fig. 1).

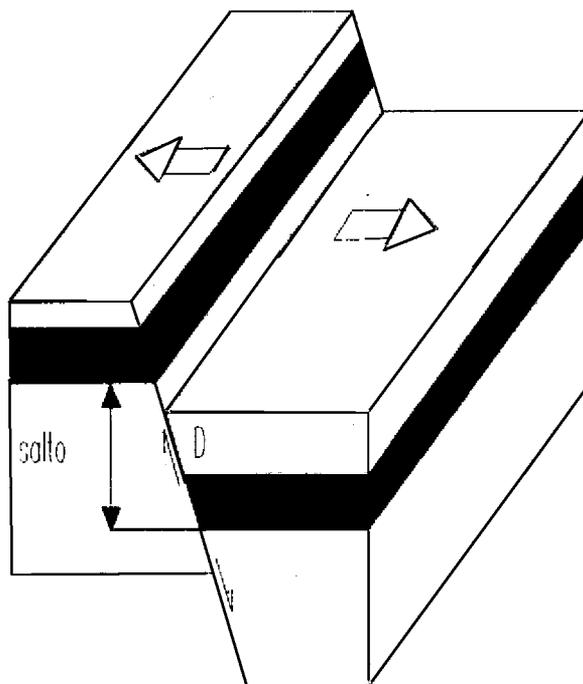


Figura 1: Falla Normal (obsérvense los bloques desplazados).

El desplazamiento se observa con mayor claridad en la cara que es perpendicular al plano de falla. Allí, el desplazamiento vertical del bloque derecho con respecto al izquierdo, se llama salto. La falla se origina por esfuerzos de tensión y el movimiento se debe a la gravedad. A este fenómeno se le llama “falla normal”.

Es posible que se presenten dos fallas paralelas y de inclinación opuesta, que definen a tres bloques: dos elevados y uno central hundido. Esta configuración se muestra en la Fig. 2 y se designa como “GRABEN”, de acuerdo al vocablo alemán para fosa. Nótese que el graben se originó por esfuerzos de tensión y el movimiento se debe a la gravedad.

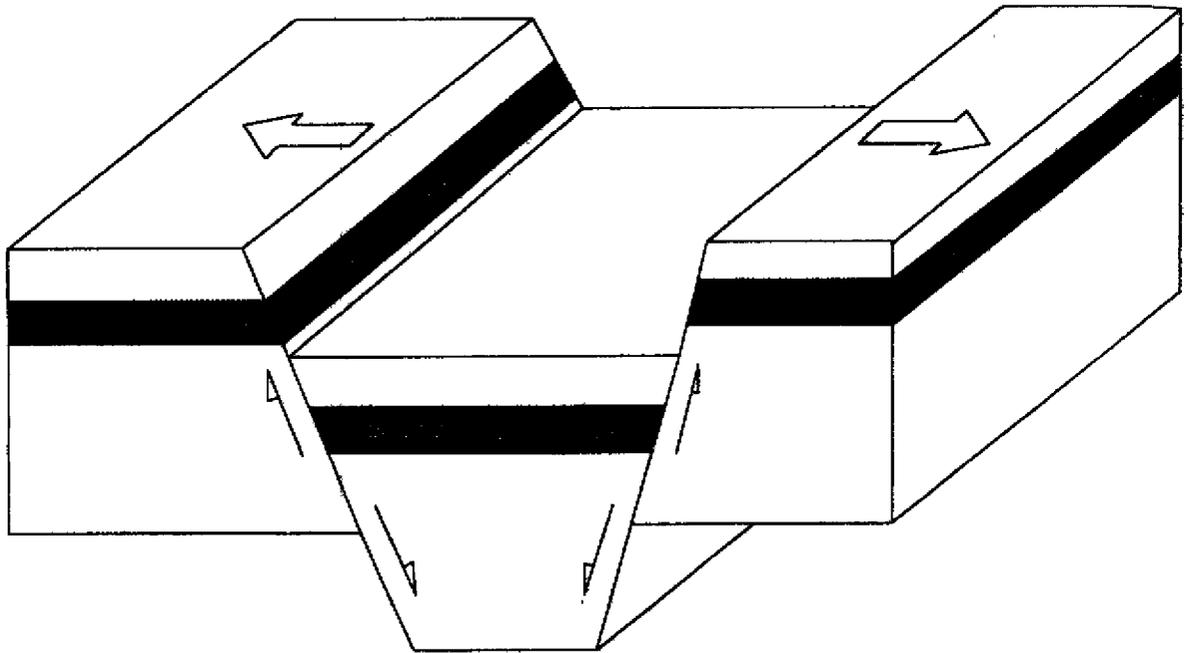


Figura 2: Dos fallas normales encontradas: GRABEN.

En la naturaleza, las condiciones son generalmente más complejas. Por ejemplo, es común que las fallas limitrofes del bloque hundido no son simples, sino una serie de fallas paralelas. Esto conduce a una configuración, tal como se muestra esquemáticamente en la Fig. 3.

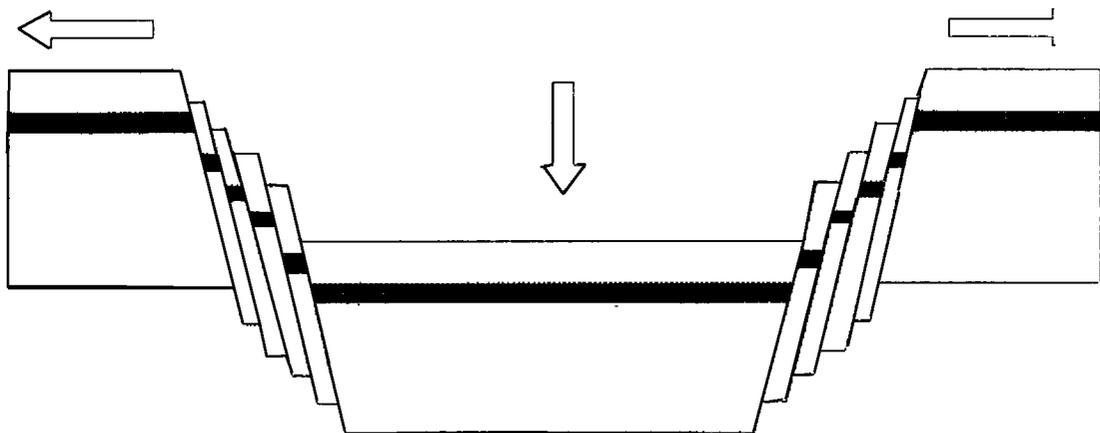


Figura 3: GRABEN definido por dos franjas de fallas múltiples.

Ciertamente, no hay que asumir que los desplazamientos entre las cuñas individuales sean iguales o simétricos. El dibujo es solamente un ideal simplificado.

El Valle de Guatemala es un GRABEN con franjas de fallas múltiples: la franja oeste se conoce como la Zona de Falla de Mixco y la oriental como la Zona de Falla de Santa Catarina Pinula.

## **EL ORIGEN DE LAS FALLAS NORMALES**

Las fallas normales se deben a esfuerzos de tensión en la corteza terrestre. Estos esfuerzos están relacionados con el movimiento de las Placas Tectónicas, que forman la corteza terrestre. Estas placas tienen dimensiones de cientos a miles de kilómetros y se desplazan unas con respecto a otras. Estos movimientos crean esfuerzos en el interior de las placas.

La parte sur de la república de Guatemala pertenece a la Placa Caribe. En esa placa se conocen varias zonas con concentración de esfuerzos de tensión, como lo atestiguan los GRABEN de Guatemala, Ipala y Comayagua (en Honduras). El límite norte de la Placa Caribe se conoce en Guatemala como la Falla Motagua y es una falla de movimiento lateral izquierdo. Esta falla se activó y causó el terremoto del año 1976.

Todavía no se pueden explicar detalladamente las relaciones entre el movimiento lateral y la acumulación de esfuerzos de tensión dentro de la Placa Caribe. Pero la evidencia está visible, las fallas normales de orientación NNE-SSW

Cuando los esfuerzos de tensión sobrepasan el límite dictado por las condiciones del subsuelo, se rompe la condición estática y se verifica un movimiento o salto de falla. Dicho con más precisión: el desplazamiento de un bloque con respecto a otro. Este movimiento brusco genera un sismo y lo interpretamos como la activación de la falla. Por eso, cuando se sienten temblores, es señal que alguna falla se activó y uno de los bloques dio un salto. La dimensión del salto es generalmente de centímetros o decímetros. Pero como la activación de las fallas puede repetirse muchas veces, en espacios de tiempo muy largos; resulta finalmente un desplazamiento de decenas o centenas de metros.

Lo importante es comprender, que una falla puede ser activada, si se encuentra dentro de un campo de esfuerzos de tensión suficientemente grande y el plano de la falla recibe el impulso adicional para disparar el movimiento. Este impulso puede ser un temblor originado en una falla distante, como por ejemplo a 25 km al norte de la ciudad capital, en el terremoto de 1976.

Durante el terremoto del año 1976 se activaron una serie de fallas secundarias en la zona occidental del Valle de Guatemala, tanto en el evento principal como en las réplicas posteriores. Sin embargo, no sabemos porque no se activaron las fallas de la Zona de Santa Catarina Pinula, en esta ocasión. Pero sería un error concluir que, puesto que no fueron activadas en 1976, no serán activadas durante un evento sísmico en el futuro. La amenaza sísmica persiste, sencillamente por la existencia de las fallas.

Hay otro aspecto importante sobre las fallas. Las mismas pueden clasificarse en “activas” y “no activas”. Las activas son las que tienen el potencial de ser activadas. Eso es, que la evidencia apunta hacia una probable amenaza de un desplazamiento. Las fallas “no activas” han permanecido largo tiempo geológico sin movimiento aparente. Por fortuna, las fallas “no activas” son las más abundantes. Lamentablemente no siempre se puede reunir evidencia concluyente para clasificar una falla como “no activa”.

Ilustraremos el caso de la evidencia para una hipotética falla “no activa” en la Fig 4, tal como se podría presentar en el Valle de Guatemala. El perfil muestra una secuencia de diferentes capas de cenizas pómez, originadas por repetidas “lluvias de cenizas”.

Estos depósitos forman capas superpuestas aproximadamente horizontales. La más antigua es el horizonte (1) y la más reciente el horizonte (6). Los horizontes (1) al (5) fueron desplazados en el plano de la falla. Después del depósito (5) quedó una superficie más o menos plana y sobre esta se depositó la capa más reciente (6).

Esta evidencia nos permite deducir que el último movimiento en la falla ocurrió antes del tiempo de depósito del horizonte (6) y posteriormente la falla se comportó como “no activa”, porque ya no se conoce ni fractura ni desplazamiento en el sector del perfil encima de la falla, dentro del horizonte superior. Es evidente en este ejemplo que en la

superficie terrestre no haya seña de la falla. Solamente la excavación permitió observar las relaciones entre los diferentes horizontes.

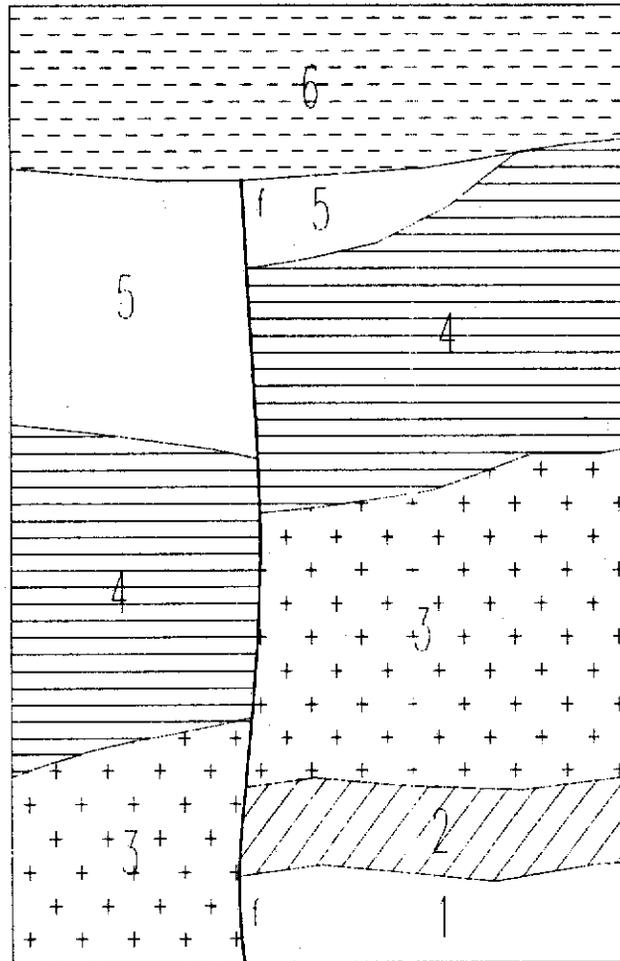


Figura 4: Falla Normal "No Activa"

## EL RECONOCIMIENTO DE LAS FALLAS NORMALES EN EL TERRENO

En el Valle de Guatemala hay un gran número de fallas que muestran "expresión morfológica". Eso significa que el desplazamiento provocó una grada en el paisaje. Esta

grada morfológica se llama “escarpe de falla”. La misma significa que los movimientos son tan recientes, que en la superficie queda evidencia que puede ser observada.

Ahora bien, debido a las lluvias sucesivas de cenizas pómez sobre el paisaje, el escarpe de falla ya no es tan claramente visible, sino es “encubierta” por esas capas de ceniza. Es decir que el reconocimiento del escarpe es más difícil y con eso la localización en superficie de una falla reciente es arriesgada si se usa como método solamente el examen visual del relieve natural del terreno, sin incurrir en excavaciones. También las actividades del hombre, sobre todo en las zonas urbanizadas, dificultan el reconocimiento de los escarpes de falla.

Como última ilustración se adjunta el “Mapa esquemático de Fallas Geológicas en la Zona Metropolitana de Guatemala”. Una primera versión de este mapa fue el fruto de un estudio fotogeológico del autor durante el año de 1969. Una parte de ese plano fue publicado en 1970 (1). Ahora se presenta una nueva versión que incluye el mapeo de fallas activadas durante el terremoto del año 1976 (2) y también las fallas mostradas en los mapas geológicos a escala 1:50000, hechos por estudiantes extranjeros (3), (4) y (5). Las fallas se muestran en dos categorías: las que se reconocieron como activas en 1976 y las fallas con expresión morfológica.

Es interesante notar que varias de las fallas marcadas desde 1969 se activaron en 1976 y confirmaron así los criterios para su reconocimiento. Llama la atención la gran cantidad de fallas mostradas en el Mapa Esquemático, no solamente en las franjas limítrofes del Graben, sino también en el interior del mismo. Sin embargo, debe haber muchas más fallas presentes en el subsuelo sin haber sido detectadas hasta la fecha. La mayoría de las fallas deben clasificarse como potencialmente “activas”. Pero no hay manera para predecir de antemano desde la superficie cuáles son susceptibles de activarse y cuáles no. Tampoco se conoce un método para predecir si una falla será activa en el próximo sismo

## CONCLUSIONES

La distribución de las fallas geológicas en el área metropolitana de Guatemala es tal que afectan parte de los asentamientos humanos

Se señaló antes que las fallas representan una amenaza por el hecho de que algunas podrían ser activadas durante un evento sísmico futuro y entonces las edificaciones localizadas precisamente sobre la falla, sufrirían daños mayores en comparación a aquellas situadas alejadas de la falla.

De esto se concluye que es importante precisar la localización de una falla en el terreno, antes de planificar construcciones. Quiere decir que, tomando en cuenta que las fallas son una realidad en nuestro entorno, son necesarios y recomendables estudios del subsuelo, previo a los proyectos de construcción.

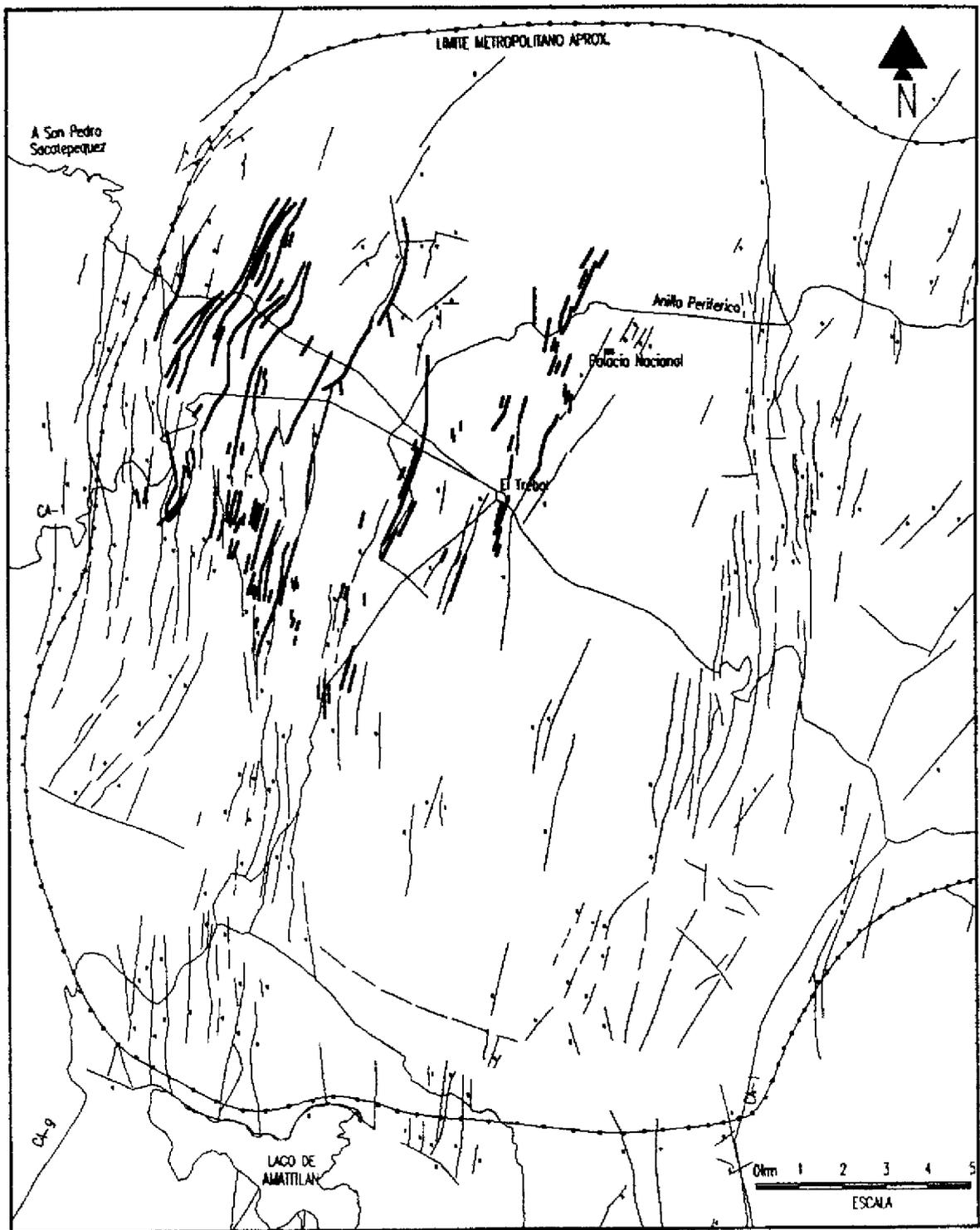
Estos estudios pueden hacerse sin el empleo de instrumental complicado y por medio de profesionales que ya residen en Guatemala. Los estudios geotécnicos requerirán en todos los casos de excavaciones exploratorias, con el fin de localizar con precisión la traza de una falla que se conoce por su expresión morfológica. Una vez conocida la situación de la falla, se puede planificar la construcción de tal manera que el trazo de la falla se encuentre fuera de edificaciones, eso es, en áreas verdes, patios y jardines.

Como orientación previa al planeamiento del uso del suelo, así como en el diseño de urbanizaciones y lotificaciones, sería conveniente contar con lo que se llama MAPAS DE RIESGO. Estos mapas forman parte de una metodología geográfica temática. Tales estudios sistemáticos deberían ejecutarse por una institución oficial; en el caso del área metropolitana de Guatemala, por las municipalidades involucradas.

Existe en Guatemala el personal profesional que podría trabajar en la formación de estos mapas. Este aspecto se menciona aquí solo brevemente, ya que es el tema de otra ponencia del Seminario Taller.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. G. Dengo, O. Bohnenberger & S. Bonis, Tectonics and Volcanism along the Pacific Marginal Zone of Central America, *Geol. Rundschau* **59**, p. 1215-1232, Stuttgart, 1970.
2. O. Bohnenberger, S. Bonis *et al.*, Mapa de fracturas, sismos de febrero 1976, Valle de Guatemala, IGN, Guatemala, 1976.
3. A. Eggers, Mapa geológico a escala 1:50000, Hoja Amatitlán, IGN, Guatemala, 1975.
4. M. Carr, R. Cox, J. Knapp, C. Pinco, J. Ross, D. Durbin, G. Malone, P. Vikre, Mapa geológico a escala 1:50000, Hoja San José Pinula, IGN, Guatemala, 1975.
5. A.J. Koch, & H. McLean, Mapa geológico a escala 1:50000, Hoja Ciudad de Guatemala, IGN, Guatemala, 1977.



MAPA ESQUEMATICO DE FALLAS GEOLOGICAS  
EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUATEMALA



Falla activada  
en 1976



Falla con expresion  
morfologica

Otto Bohnenberger  
Guatemala, America Central 1996