

IV Reunión de Geomorfología
Grandal d'Anglade, A. y Pagés Valcarlos, J., Eds.
1996, Sociedad Española de Geomorfología
O Castro (A Coruña)

LA OBTURACIÓN DE VALLES POR PROCESOS DE LADERA: EL ORIGEN DE LA VEGA DE METZTITLAN (MÉXICO)

García Arizaga, M. T.¹, Lugo Hubp, J.¹ y Palacios, D.²

¹ Instituto de Geografía, U.N.A.M., México DF, México.

² Departamento de AGR y Geografía Física. Universidad Complutense. Madrid.

RESUMEN

En las estribaciones de la Sierra Madre Oriental (México) se localiza el lago de Metztitlán y la vega del mismo nombre. Su origen se debe a la obturación del valle por un importante deslizamiento y posteriormente un desprendimiento. En este trabajo se exponen los primeros resultados del estudio geomorfológico, se aporta una cartografía de detalle y se propone una primera explicación de la evolución del área.

Palabras clave: Procesos de ladera, valles obturados, México

ABSTRACT

The lake and valley of Metztilán is located in Sierra Madre Oriental range (Mexico). Its origin is due to the slope collapse after great rockslide. This paper exposes the firsts geomorphologic analysis of the feature, and includes and detailed geomorphologic map. A different evolution phases is determined.

Key words: Slope processes, valley collapse, Mexico

INTRODUCCIÓN

En México existen numerosos lagos cuyo origen se debe a la obturación de corrientes fluviales por procesos volcánicos y tectónicos, sin embargo, son raros los casos en que el fenómeno se deba a desprendimientos que no sean evacuados por el río rápidamente. En este trabajo se trata un caso ocurrido en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental (20°42'N y 98°52'W), que represó el Río Venados y formó una laguna. Posteriormente la sedimentación colmató lo que era el antiguo valle fluvial.

Este sector está constituido por estratos fundamentalmente calcáreos, intensamente plegados y posteriormente fracturados. La erosión generó una superficie de arrasamiento que posteriormente fue desnivelada por la actividad tectónica. A partir de entonces se produjo una intensa incisión fluvial. Uno de estos valles es el caso del Río Venados. La rápida incisión "presumiblemente acelerada por un proceso de levantamiento tectónico", y la

poca consistencia de los materiales ha generado una intensa desestabilización en las laderas. Uno de estos procesos obturó el Río Venados. El único trabajo que se ha realizado sobre el origen de esta obturación es por WAITZ (1947) que lo atribuye al hundimiento de un bloque de la sierra, que provocó que "el río al pasar por un cañon angosto entre el bloque hundido y la ladera oriental fuera socavando el pie de esta ladera hasta provocar un nuevo derrumbe que obstruyó por completo el curso del río". Así, el proceso erosivo que formó el profundo valle, cambió a un proceso acumulativo y con él comenzó la formación de la vega del Río Venados llamada vega de Metztlán.

En un principio se formó un lago alargado que se fue colmatando de sedimentos. Gracias a la permeabilidad y fracturación del bloque compuesto por calizas se formó un río subterráneo que tuvo salida al antiguo valle (figura 1). Como el desagüe del río era insuficiente, a principios del siglo XX se construyeron dos túneles para evitar las inundaciones en la vega.

Todo parece indicar que grandes derrumbes como el citado ocurrieron en toda esta región de la sierra. Observaciones directas en el campo, en el mapa y fotografía aérea, lo confirman. Muchos valles profundos fueron rellenados, pero la erosión fluvial se encargó de remover los depósitos para volver a las condiciones anteriores. De hecho, vestigios de un caso similar se tiene a 2 kms aguas abajo del Río Almolón y el río principal llamado Amajac, donde todavía hay vestigios de terrazas.

En este trabajo se presentarán los resultados obtenidos de observaciones realizadas a lo largo del Río Venados y del derrumbe que causó la obturación del mismo río. En México estudios al respecto son escasos.

ÁREA DE ESTUDIO

La zona estudiada se ubica en la porción central del Estado de Hidalgo, en una área de transición entre dos unidades geomorfológicas bien diferenciadas: la Sierra Madre Oriental y el Sistema Volcánico Transversal (figura 1).

La región pertenece a la vertiente del Golfo de México y forma parte de la cuenca del Río Pánuco, en el drena el Río Amajac y su afluente el Venados que una vez que atraviesa el umbral de obturación recibe el nombre de Almolón.

La secuencia estratigráfica para la zona consiste en rocas sedimentarias marinas del Mesozoico, originadas en ambientes de cuenca y de plataforma y por unidades terciarias de origen continental e ígneo que sobreyacen a las rocas mesozóicas (HERNÁNDEZ y HERNÁNDEZ, 1991).

Estructuralmente se localiza en la parte norte del anticlinorio de Huayacocotla, una de las mayores estructuras que componen la Sierra Madre Oriental y está formada por pliegues cuya orientación preferencial es NW-SE 45° (CANUL, 1984). Estas deformaciones son producto de la Orogenia Laramide ocurrida a finales del Cretácico tardío y principios del Terciario. HERNÁNDEZ, T. y HERNÁNDEZ, B. (1991) han definido dos fases de deformación principales, una de carácter compresivo que formó pliegues y fallas inversas y una fase distensiva posterior que formó fallas normales.

Con base en los estudios realizados por COLINAS DE BUEN (1993), la segunda fase de deformación probablemente ocurrió durante el Mioceno o Plioceno y está representada por fracturas y fallas de tipo normal, por

esfuerzos distensivos orientados al ENE-WSW, provocando un fallamiento en bloques dislocados y escalonados. Aunado a este fallamiento se tuvieron manifestaciones volcánicas de composición básica, cuyos productos fueron expedidos en forma de derrames basálticos a través de fracturas y planos de fallas.

La estructura de mayor importancia en la zona corresponde a un cabalgamiento que se extiende sobre el área de la vega, con extensión superior a los 30 kms y rumbo NW-SE 25° (CANUL 1984 y MARTÍNEZ 1984).

Regionalmente, la distribución de los elementos morfológicos tiene un notable control estructural. El relieve en la zona consiste en sierras paralelas delimitadas por fallas y algunas culminadas por mesas de lava. De las sierras plegadas se distinguen dos tipos principales: montañas de suave pendientes, fuertemente erosionadas, y elevaciones con laderas abruptas, interfluvios redondeados y barrancos profundos.

Sobre ellas se encajan valles que tienen una sección de fondo estrecho y laderas escarpadas, como es el caso del Río Amajac. Por lo que la Metztitlán resulta ser una excepción por su fondo plano producto de los sedimentos que la han colmatado.

La vega es poco favorable para los asentamientos humanos. De hecho las inundaciones y procesos de ladera ponen en peligro constante a un gran número de sus habitantes y a la agricultura, principal actividad económica de la zona.

Estas inundaciones son originadas por la entrada de masas húmedas tropicales y ciclones del Golfo de México, así como por la falta de control para regular el nivel del lago cuando ocurren estos fenómenos. La existencia de proyectos para desaguarla existen desde tiempos remotos. En este siglo se han realizado diferentes obras de ingeniería para controlar el desagüe del lago, sin embargo, las inundaciones continúan ocurriendo y provocando grandes daños económicos a la población. La última de estas inundaciones ocurrió en septiembre de 1993 por las lluvias que dejó a su paso el huracán Gert, ocasionando la pérdida de cosechas, la destrucción de canales, la incomunicación de poblaciones, destrucción de casas, etc.

MATERIAL Y MÉTODOS

Como un medio de conocimiento inicial de la zona, se realizó el necesario trabajo de campo y el análisis de las fotografías aéreas. Posteriormente se hizo un análisis de perfiles longitudinales y secciones del Río Venados (con base en mapas topográficos 1:50 000 con curvas de nivel cada 20 m), incluyendo la extensión hacia la cabecera -el Río Grande de Tulancingo- y su continuación aguas abajo, con respecto al lago, en una pequeña porción del Río Amajac. Las secciones del valle Venados se hicieron procurando seguir la línea divisoria. Asimismo, para una comparación, entre los Ríos Grande de Tulancingo-Venados y Amajac se hizo un perfil longitudinal del río Amajac, paralelo cercano al Venados, lo que daría una idea de lo que fué el perfil anterior al derrumbe que formó el lago. Por último se elaboró el mapa geomorfológico.

CARACTERÍSTICAS DE LA VEGA DE METZTITLÁN

El sector donde se localiza la vega de Metztlán es una estructura longitudinal paralela a las estructuras principales NW-SE. En el fondo del valle, originado por el relleno de depósitos lacustres y aluviales, se extiende de la población de Venados a la laguna de Metztlán, con una longitud de unos 32.5 kms y con un ancho variable de 300 m en su parte más angosta y hasta 3.5 kms en la porción más ancha. Está limitado, en general por laderas de fuerte pendiente y en algunas zonas casi verticales, de las que la separa un salto vertical de unos 100 a 200 m (figura 1). Sobre estas laderas se presentan toda una variedad de procesos de ladera como deslizamientos, caída de rocas, flujo de detritos (debris flow), etc.

En toda la Sierra Madre Oriental predominan los cañones profundos de fondo estrecho, por lo que la Metztlán resulta ser un caso excepcional. De no existir el depósito del deslizamiento y posteriormente del desprendimiento, el Río Venados tendría una sección similar al del Amajac, paralelo, cercano al Venados (figura 1).

Los perfiles longitudinales de cada uno de estos ríos (figura 2) nos permiten apreciar las diferencias existentes entre los dos. En el Río Venados se observa con claridad la zona donde cambia bruscamente la pendiente para convertirse en una planicie originada por el relleno de un antiguo valle. Asimismo, se reconoce a lo largo del cauce, aguas arriba, algunas anomalías, como porciones donde el cauce es estrangulado, posiblemente por procesos de deslizamientos de tierras. Su cabecera se localiza al pie del altiplano, a diferencia del Amajac los valores de inclinación son más suaves, con pequeñas rupturas en los primeros 48 kms, a partir de aquí la inclinación disminuye considerablemente y se registra un ensanchamiento del valle, que aumenta al doble en las cercanías de la laguna.

El Río Amajac es un valle homogéneo en cuanto a su morfología de laderas empinadas, considerablemente profundo, en parte rectilíneo. En su perfil (figura 2) el valle también muestra en la zona de cabecera estrangulamientos. En una distancia considerable es muy estrecho, limitado por paredes escarpadas, posteriormente se alternan con ensanchamientos del valle.

Es probable que el desarrollo de estos valles haya estado controlado por fallas. Se puede inferir en el Amajac por la morfología, mientras que en el Venados el relieve original está sepultado incluso más de 300 m. Los cambios en el perfil longitudinal de los valles considerados, se deben a factores tectónicos, litológicos e hidrológicos, pero también juegan un papel fundamental los procesos de laderas.

DESCRIPCIÓN DEL DERRUMBE

A partir de las observaciones directas en campo, en el mapa y en las fotografías aéreas se cartografió el depósito que cerró el valle y parte de los alrededores (figura 3). Las formas más destacables son los dos escarpes o cicatrices del deslizamiento y del desprendimiento.

El primero al occidente de la laguna, es un escarpe de un deslizamiento de tipo rotacional en bloques, que se sitúa en la parte superior de la ladera incluso penetrando en el estrecho interfluvio, su altura mayor es de 600 m en la laguna y 500 m en el derrumbe. Este escarpe tiene una continuidad regional lo que supone un control tectónico. Además de los dos bloques que se deslizaron, en el escarpe se observan otros dos de dimensiones menores, que al parecer pueden sufrir la misma evolución que los anteriores.

La dimensión original de los bloques deslizados debió ser superior a la que en la actualidad se observa, lo demuestra el prolongamiento del escarpe de poco más de un kilómetro hacia el sureste, por lo que es de suponer que estos bloques se prolongan por debajo de los sedimentos que han colmatado la laguna. En la actualidad este escarpe presenta un acaravamiento, en el que han actuado una combinación de procesos de ladera y torrenciales; originado conos de derrubios y taludes al pie de éste.

El escarpe de la ladera oriental tiene una altura de más de 400 m y al igual que el anterior se sitúa en la parte superior de la misma, sólo que en este caso el interfluvio es tan estrecho que la erosión ha formado una morfología en arista. El hecho de que la dirección de la ladera sea paralela al buzamiento de las capas fue una de las condicionantes estructurales que permitió el desprendimiento de un sector importante de la ladera que obstruiría el valle definitivamente (figura 3 y 4).

Este escarpe manifiesta fenómenos actuales de flujos de detritos (debris flow), desprendimientos de estratos y caída de rocas, que han originado un talud de derrubios al pie de éste. En su continuación más al sur, ya sobre la laguna, los procesos de ladera, al igual que en el resto del escarpe, han originado un talud, sólo que en este caso está siendo modelados por una combinación de procesos torrenciales y de ladera dando inicio al acaravamiento de este sector.

En la superficie del umbral que obtura el valle destacan dos elevaciones que en realidad son la superficie culminante de los dos bloques deslizados de la ladera occidental. En este relieve de bloques se ha desarrollado un karst aprovechando el fracturamiento que presentan. El proceso más importante se da en el límite entre bloques y la intersección de fracturas, donde se desarrollan poljes cuyo interior presenta una topografía de dolinas y montículos; y a lo largo del plano de deslizamiento del segundo bloque, donde se han formado 4 dolinas y un polje.

Al oriente se localiza el segundo depósito del desprendimiento, que a diferencia del anterior es una unidad caótica de fragmentos angulosos de roca, cementadas por carbonatos, y cuya presencia ha permitido un proceso de karsificación, dando origen a un polje en cuyo interior se ha desarrollado una dolina.

Pasando el umbral de obturación, el valle se vuelve estrecho y profundo, sus laderas son escarpadas y presentan un modelado por procesos de

ladera, sobre todo la occidental, donde flujos de detritos (debris flow) y caída de rocas han desarrollado un amplio talud de derrubios. En la ladera oriental los procesos torrenciales tienen mayor relevancia y han formado tres abanicos sobre una terraza fluvial. Esta última también aparece al pie de la ladera occidental.

Por último, las superficies culminantes de las sierras han sido afectadas por procesos distintos que las han ido estrechando: hacia la laguna procesos de ladera y hacia el interior por una antigua red fluvial colgada que en algunos casos ha sido incidida por la actual. En el área cartografiada se reconocieron tres distintas etapas de erosión fluvial, una de ellas en la sierra oriental con antiguos abanicos fluviales que ha sido readaptada a la red actual.

CONCLUSIONES

Finalmente queda concluir que los diferentes rasgos morfológicos que se ven en la zona nos indican que la actividad tectónica ha sido fundamental en la evolución del relieve. El deslizamiento en bloques como el de la ladera occidental, pudo tener relación con la actividad sísmica.

Hasta el momento ha sido posible establecer una evolución relativa del proceso que obtuvo el valle:

1. Como menciona WAITZ (1947) sucedieron dos eventos: el primero y mayor, seguramente con implicaciones sísmicas, fue más que el desprendimiento de un bloque hundido, se trató de un deslizamiento rotacional de dos bloques de calizas de la ladera occidental que obligó al río a formar un meandro y erosionar con más intensidad la ladera oriental, la cual al perder apoyo en la base, y por la inclinación de los estratos muy fracturados hacia el cauce, produjo el segundo evento, un desprendimiento de un paquete importante de estos estratos que cerró definitivamente el fondo del valle.

2. Una vez cerrado el valle debieron sucederse dos distintas etapas climáticas. Primero una árida que favoreció la evaporación y formación de una capa de carbonatos que sirvió para cementar el depósito del desprendimiento; posteriormente siguió una etapa húmeda que contribuyó a la disolución y karstificación de las dos unidades. En el depósito del primer evento, en los bloques muy fracturados, se desarrolló una disolución a lo largo de los planos de deslizamiento y de las fracturas transversales que lo cortan. En el segundo depósito, la disolución se dio al pie de la ladera o línea de debilidad entre el depósito y el plano de deslizamiento.

3. En la actualidad no existen procesos de la magnitud de los estudiados, sin embargo, las laderas contiguas al lago muestran rasgos de una actividad de procesos de ladera de mayor intensidad que en el resto de la vega: deslizamientos rotacionales, traslacionales, caída de rocas, flujo de detritos y ocasionalmente la arroyada concentrada modelan las laderas.

BIBLIOGRAFÍA

- CANUL RODRIGUEZ, G., 1984. *Análisis estratigráfico y estructural de la porción norte de Metztitlán, Hgo.* Tesis Profesional. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. Instituto Politécnico Nacional. Inédita, 86 pp. México, D.F.
- COLINAS DE BUEN S.A. DE C.V., 1992. *Informe Geotécnico correspondiente al estudio preliminar de estabilidad de la ladera oriente del convento de Los Santos Reyes, y de la Tercena, en la población de Metztitlán en el Edo. de Hgo., México, (informe interno).* 66 pp. México, D.F.
- HERNÁNDEZ T.J. Y HERNÁNDEZ B.M. 1991. *Evolución geológica de la Región de Metztitlán y Zacualtipán, Estado de Hidalgo y Veracruz.* Tesis profesional. Facultad de Ingeniería, UNAM, Inédita, 93 pp. México, D.F.
- MARTINEZ GUTIERREZ, G. 1984. *Análisis estratigráfico y estructural de la porción central de la hoja Metztitlán, Hgo.* Tesis profesional. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. Instituto Politécnico Nacional, Inédita, 111 pp. México, D.F.
- WAITZ, P., 1947. Dos grandes derrumbes que causaron la formación de lagos, uno moderno en Perú y otro antiguo en el Estado de Hidalgo. *Ingeniería Hidráulica en México*, 1 (2): 145-160. México, D.F.

Pies de Figura

Figura 1. Ubicación del área de estudio y red fluvial del Río Venados y Amajac con secciones de ambos ríos.

Figura 2. Perfiles longitudinales de los Ríos Amajac y Venados.

Figura 3. Mapa geomorfológico.

Figura 4. Cortes geológicos.

Leyenda:

- | | |
|---|---|
| 1.- Antigua superficie de erosión dislocada por la tectónica. | 13.- Cabecera de acarcavamientos. |
| 2, 3 y 4.- Valles fluviales colgados (por orden de antigüedad). | 14.- Superficie acarcavada. |
| 5.- Laderas de la red hidrográfica actual poco activas. | 15.- Depósitos de caída.. |
| 6.- Escarpe superior de deslizamiento rotacional. | 16.- Nicho de deslizamiento. |
| 7.- Superficie de deslizamiento. | 17.- Lengua de deslizamiento. |
| 8.- Bloques deslizados y red de fracturas. | 18.- Coladas de derrubios (debris flows). |
| 9.- Escarpe de desprendimiento. | 19.- Poljes. |
| 10.- Escarpes laterales de desprendimiento de estratos. | 20.- Dolinas. |
| 11.- Superficie de desprendimiento. | 21.- Incisión torrencial. |
| 12.- Talud de desprendimiento. | 22.- Espolones rocosos. |
| | 23.- Terrazas fluviales. |
| | 24.- Abanicos aluviales. |
| | 25.- Fondo aluvial. |
| | 26.- Lago. |
| | 27.- Cortes geológicos. |

La Vega de Metztitlán

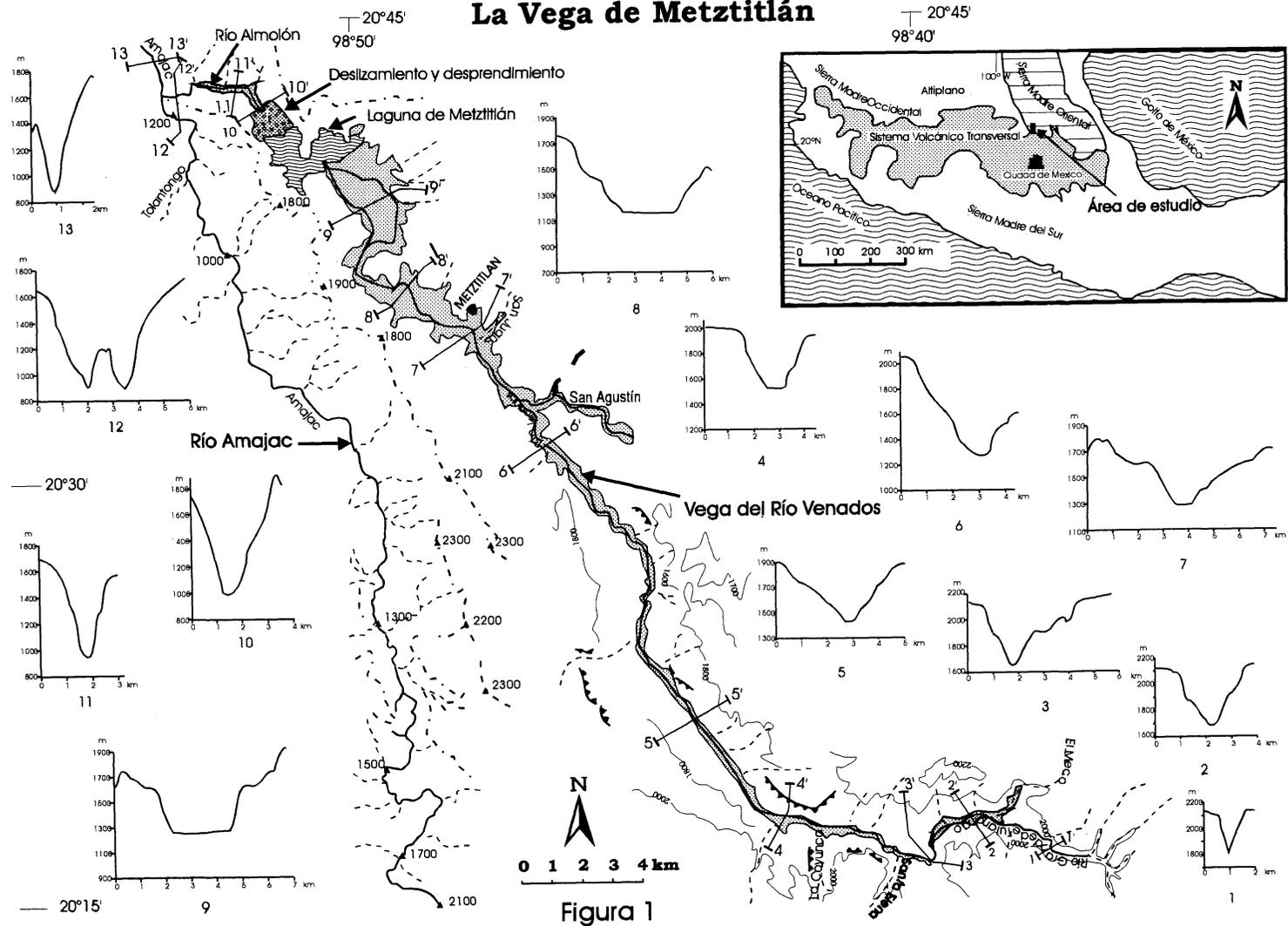
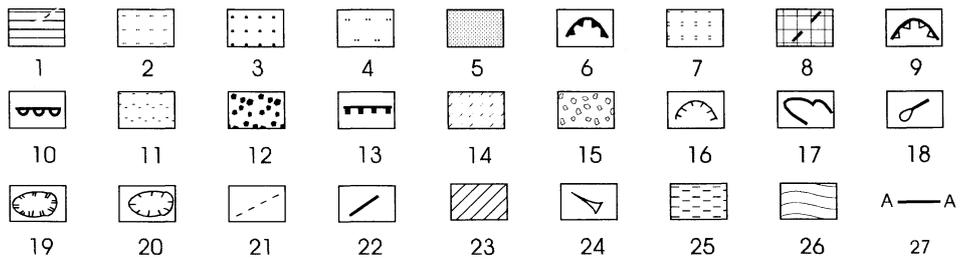
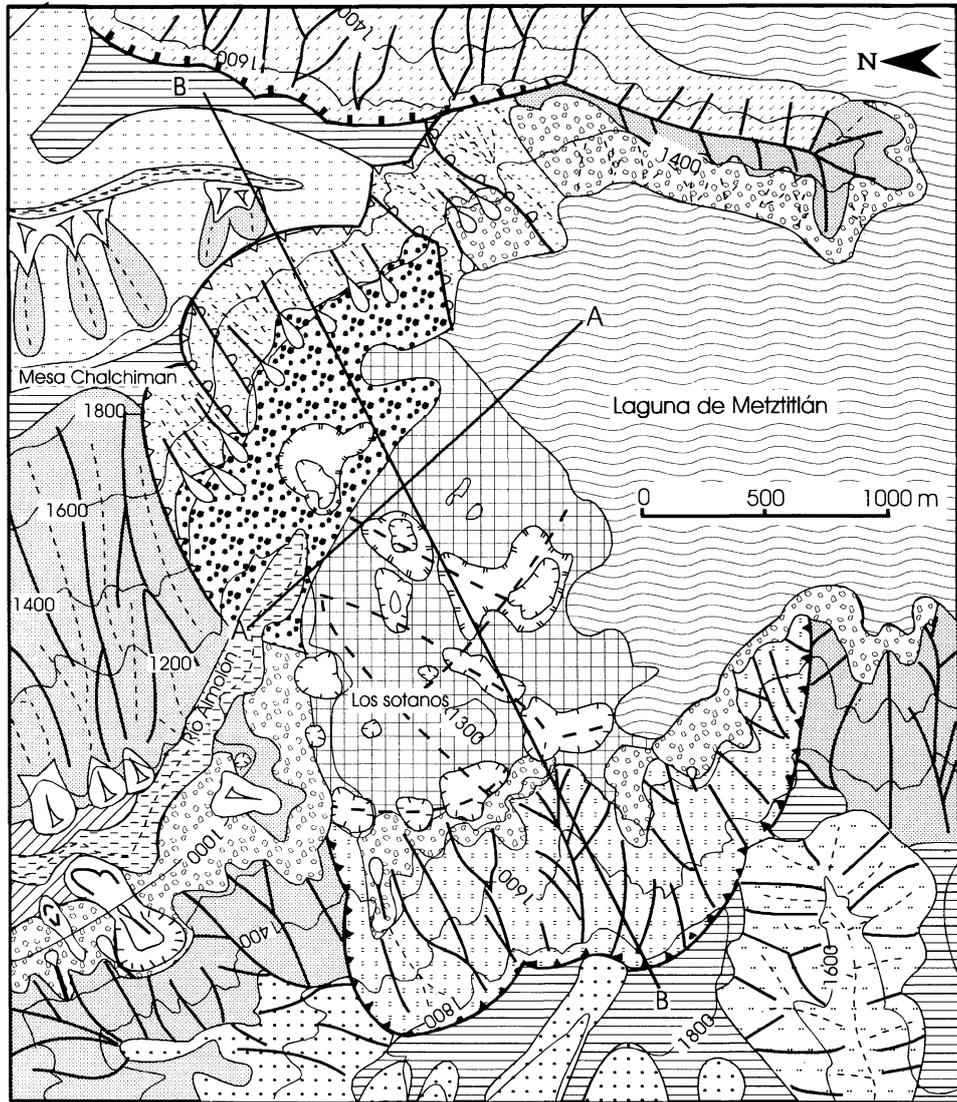


Figura 1

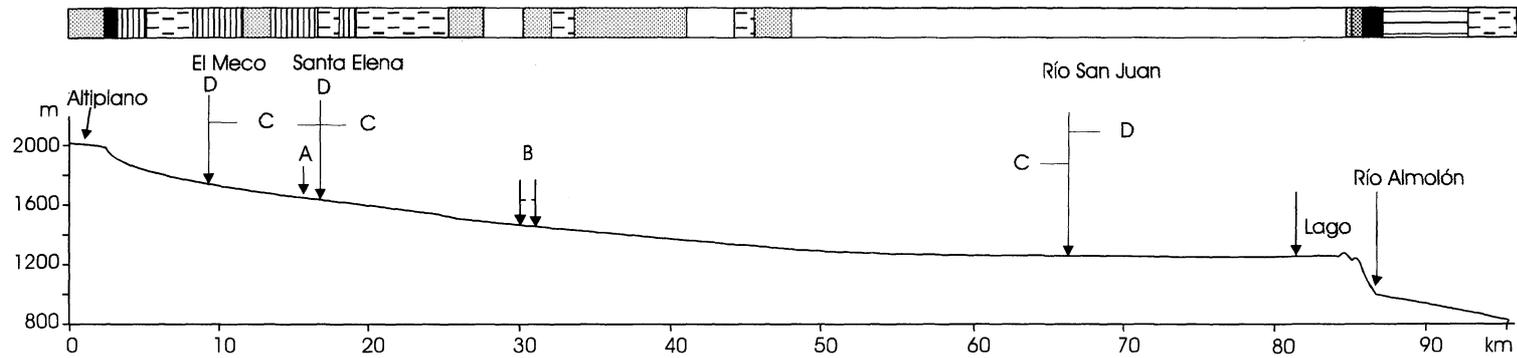
Mapa geomorfológico de la obturación de la Laguna de Metztlán

Figura 3



Perfiles longitudinales de los ríos Metztitlán y Amajac

Río Metztitlán o Venados



A. Cauces estrangulados B. Abanicos sobre el cauce C. Ensanchamiento D. Ensanchamiento al doble

Río Amajac

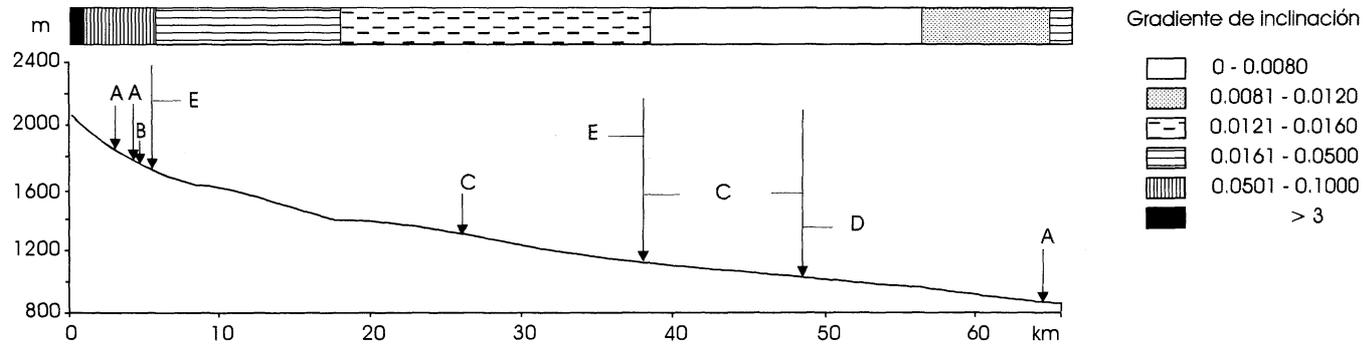


Figura 2

Cortes del deslizamiento-desprendimiento que obturó el valle de Metztlán

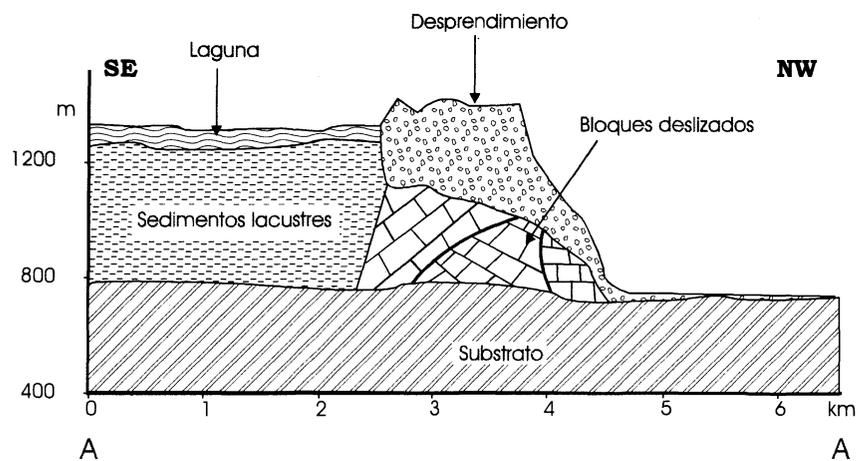


Figura 4

