

LAS RAMBLAS MEDITERRÁNEAS; CONDICIONANTES GEOMORFOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS

Antonio Pulido Bosch

Departamento de Geodinámica, Universidad de Granada

Proyectos PB89-0245 y AMB92-0211 de la CICYT

INTRODUCCIÓN

Las ramblas constituyen un rasgo morfológico típico de áreas de clima semiárido y árido; son, por tanto, características de todo el Sureste español, en donde alcanzan especial desarrollo y envergadura. Además de esta peculiaridad de tipo climático tienen otra de tipo funcional; las ramblas se caracterizan por carecer de flujo hídrico durante largos períodos que, en algunos casos, pueden ser de varios años. Las peculiaridades climáticas de estas áreas, por el contrario, pueden hacer que las ramblas lleguen a evacuar elevados caudales durante breves intervalos de tiempo.

Este funcionamiento hídrico tan peculiar, unido al hecho de que sus cuencas media y baja suelen tener una topografía relativamente suave y “cauce” ancho, hacen que las ramblas mediterráneas sean utilizadas como auténticas vías de comunicación y que sean fácilmente invadidas por el hombre para “uso” agrícola y/o urbano.

Como consecuencia de lo expuesto, las ramblas constituyen lugares muy vulnerables frente a las avenidas, que pueden causar grandes destrozos en los bienes del hombre, si la ocupación del entorno se ha hecho de manera inadecuada. Tenemos ejemplos relativamente recientes de ello en las avenidas catastróficas de Octubre de 1973 que afectaron de manera muy especial a las ramblas de Albuñol (Granada), Albox (Almería) y Nogalte (Murcia).

ASPECTOS GEOLÓGICOS

No existe un condicionante geológico especial de las ramblas, al contrario de lo que sucede con la climatología e, indirectamente, con la vegetación. No obstante la caracterización de una rambla, desde el punto de vista geológico, debe tener en cuenta una serie de aspectos que se exponen a continuación.

La **litología**, así como la textura y la estructura de los materiales en los que se desarrolla, juegan un papel muy importante. Normalmente las cabeceras suelen estar excavadas en materiales generalmente menos erosionables, correspondiendo con relieves relativamente elevados y accidentados, con precipitaciones medias superiores al resto de la cuenca. Dentro de las propiedades físicas que caracterizan los materiales aflorantes conviene resaltar la **porosidad** y la **permeabilidad**, en tanto en cuanto condicionan la mayor o menor escorrentía superficial frente a aguaceros de idéntica intensidad.

Interesa también conocer la **estructura** de los materiales que integran la cuenca vertiente de la rambla, resultado de los esfuerzos tectónicos. Ello trae consigo la existencia de **pliegues** de geometría diversa, **cabalgamientos** y todo tipo de **fracturas**. En el área mediterránea hay que prestar especial atención a la actividad tectónica reciente (**neotectónica**), que ha condicionado la evolución de gran parte de las ramblas mediterráneas; se han producido levantamientos, hundimientos y abombamientos recientes deducibles de la morfología de la red, por ejemplo.

El estudio de la **erosión** y los **depósitos** ligados a las ramblas tienen notable interés. Por su propia dinámica, las ramblas pueden erosionar grandes masas de sedimentos y transportarlos largas distancias; al carecer la rambla de un cauce bien definido y ante su anchura, generalmente grande, es frecuente que a lo largo de su recorrido en más de un momento la carga transportada sea incompatible con la energía de arrastre de la corriente, por lo que se produce un deslastre que hace subir la cota del lecho, lo que provoca un desbordamiento hacia cotas más bajas; la repetición de este proceso, que podría constituir un continuo barrido lateral, distribuye la sedimentación a lo ancho del lecho. Cuando disminuye la precipitación, hasta anularse, cesa el flujo y, consecuentemente, el transporte, por lo que tras cada aguacero importante se asistirá a un cambio en la distribución de sedimentos en las ramblas.

Hay que tener en cuenta, también, que los lechos de las ramblas suelen ser de permeabilidad elevada, aunque variable en el espacio, lo que puede favorecer la infiltración masiva de agua de escorrentía en determinados tramos, que obliga

al agua a desprenderse de gran parte del material transportado; si aguas abajo la permeabilidad del lecho disminuye, se puede producir una resurgencia del agua circulante dentro del relleno, aumentando de nuevo el poder de erosión y transporte.

Como ejemplo extremo se tienen las ramblas cortas que bajan de relieves abruptos; tras la erosión en cabecera y su transporte por el canal de desagüe, depositan la mayor parte del material en el cono de deyección, altamente permeable. Si los movimientos tectónicos recientes provocan levantamientos diferenciales se pueden aumentar los gradientes hidráulicos, con el consiguiente aumento del poder erosivo.

ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

La caracterización morfológica de una rambla tiene que hacerse mediante la realización de una serie de medidas y determinación de **parámetros geométricos de la cuenca**, así como otros más específicos relativos al **lecho**.

Dentro de los primeros, conviene determinar la **superficie**, el **perímetro**, la **red de drenaje** -con su posterior análisis detallado- el **relieve** de la cuenca y las **pendientes**, los **perfiles longitudinales** y **transversales** de la cuenca, etc... Asimismo, es interesante establecer la **curva hipsométrica** con cálculo de la altitud media y determinación de las diferentes rupturas, con la interpretación subsiguiente. Parámetros tales como el **índice de compacidad**, sirven de base para la construcción del **rectángulo equivalente**, caracterizadores ambos de la forma de una cuenca.

Puede tener especial importancia la detección de **áreas “endorréicas”** dentro de la cuenca, ya sean permanentes o meramente temporales, a consecuencia de los procesos de erosión y sedimentación anteriormente comentados. La vulnerabilidad de estas áreas, cuando son ocupadas por actividades antrópicas, es especialmente grande.

Dentro de las características del lecho, interesa conocer el tipo de **sección**, la **forma**, naturaleza y pendiente de los **bordes**; la existencia de **“angosturas”** -estrechamientos normalmente relacionados con la existencia de rocas más duras que en períodos de crecida pueden actuar de auténticas “trampas” - debe ser detectada y cartografiada; determinación de la existencia de rellenos y su naturaleza; medida y/o estimación de la **permeabilidad** vertical y horizontal de los materiales que rellenan el lecho; frecuentemente la permeabilidad horizontal

es muy superior a la vertical, como consecuencia de la disposición de los cantos y de la existencia de intercalaciones de materiales finos. Por último, hay que conocer y cartografiar las diferentes **obras antrópicas** que existan en las ramblas y sus entornos, ya sean longitudinales, transversales, viviendas, banales, estabulaciones, etc...

ASPECTOS HIDROLÓGICOS

El funcionamiento hidrológico de las ramblas mediterráneas depende de una serie de factores que son los que, según su magnitud, hacen que puedan llegar a producirse avenidas de efectos catastróficos, tal y como ya ha sido comentado.

Dentro de ellos juegan un papel predominante las **precipitaciones** y su naturaleza. En el área mediterránea predominan ampliamente las precipitaciones en forma líquida, aunque en las cabeceras de las ramblas no es raro que se produzcan precipitaciones en forma de nieve. Pero sin lugar a dudas el aspecto más importante en la dinámica hidrológica de las ramblas es la **intensidad** de las precipitaciones; como es bien sabido, y ya ha sido analizado en una conferencia previa dentro de este ciclo, el área mediterránea es muy susceptible de padecer precipitaciones de intensidad elevada, muy especialmente hacia finales del período estival -inicio del otoño- que es cuando se dan las condiciones favorables para lo que se denomina "gota fría" (CAPEL MOLINA, 1982).

La respuesta de la rambla a un aguacero -su hidrograma- depende grandemente del **estado inicial** de la cuenca que, en otras palabras, se trataría esencialmente de la humedad del suelo. Lógicamente no es lo mismo que el suelo se encuentre totalmente seco -en cuyo caso hay una fracción de la precipitación inmediatamente utilizada en satisfacer ese déficit de humedad- o que se encuentre ya húmedo.

La respuesta de la rambla frente al impulso lluvia también depende de la **forma de la cuenca**, definible mediante el índice de compacidad, por ejemplo, así como del comportamiento hidrogeológico de los materiales que integran la cuenca vertiente -acuiferos, acuitardos y acuícludos-; si dominan los materiales permeables la escorrentía superficial será mucho menor que si predominan los impermeables.

Los lechos de las ramblas y los sedimentos que los integran constituyen a menudo pequeños embalses subterráneos susceptibles de captación mediante

pozos y sondeos; en consecuencia, el comportamiento hidrológico de una rambla se verá influenciado por el **grado de explotación** que tenga su aluvial, de manera que cuando el aluvial se encuentre escasamente saturado, parte de la escorrentía se infiltrará.

Otro aspecto que condiciona el funcionamiento hidrológico es la existencia de **sistemas de derivación** de aguas de crecida, de escaso uso normal pero que existe en numerosos lugares, tales como el Alto Guadalestín y en multitud de pequeñas ramblas en el sudeste español. Estas aguas turbias constituyen la única fuente de mantenimiento de la vegetación en muchas zonas áridas (AYUSO et al., 1982). Suelen consistir en sencillos azudes de derivación hechos con el propio material del lecho de la rambla, cuya finalidad es conducir el agua hacia banales situados en los bordes de la rambla o en pleno lecho, de ser pequeña ésta. En el Alto Guadalestín existe toda una antigua infraestructura de canales que distribuye estas aguas de crecida.

Como se ha dicho, las ramblas tienen un interés hidrogeológico notable ya que sus lechos constituyen pequeños embalses de permeabilidad relativamente elevada, en un entorno, en general, de gran escasez hídrica. Estas aguas han sido captadas tradicionalmente mediante galerías o “minas” de gran longitud y sección tal que permite el trabajo de un hombre en su interior; su trazado solía ser paralelo al lecho y pendiente menor de la de éste, de manera que interceptan el nivel piezométrico en un momento dado. Obras de este tipo son muy numerosas en todo el sudeste español, siendo una técnica de construcción milenaria traída a España por los árabes. En la cuenca de la rambla de Albox son especialmente numerosas (MORENO et al., 1982).

Este tipo de captación se justificaba plenamente cuando no se disponía de los medios actuales de elevación del agua; piénsese que, al carecer de sistema de cierre, la galería arroja agua todo el tiempo, vaya o no a utilizarse; por otro lado, suele arrojar mayor caudal tras el período lluvioso, que es cuando menos se precisa. Es por ello que es una técnica de captación a desechar, utilizando en su lugar el pozo, el sondeo o la combinación de pozo con colector lateral; esta última sería la que mayor flujo intercepta, al tiempo que permite el que el punto de bombeo se encuentre lejos del eje de la rambla, especialmente vulnerable en caso de crecida. La obra en sí, consistiría en un pozo construido en el borde de la rambla del que parte una galería que cruza transversalmente el lecho, por lo que se interceptaría todo el flujo subterráneo.

LAS AVENIDAS COMO PRINCIPAL RIESGO EN LAS RAMBLAS

De las múltiples causas geológicas que pueden estar en el origen de las avenidas -precipitaciones excepcionalmente intensas, deshielos bruscos, barreras de hielo sobre ríos, fusión en lagos glaciares...- son las precipitaciones de elevada intensidad las que suponen el mayor riesgo -y prácticamente único- en las ramblas mediterráneas. Dentro de las causas antrópicas (HERAS, 1976 y 1979) -influencia de las áreas urbanizadas, deforestación, encauzamientos, roturas de embalses, modificaciones meteorológicas, actividades mineras...- la deforestación y las acciones sobre el cauce serían las de mayor afección en el caso que nos ocupa.

Los daños que puedan originar son muy diversos y de desigual impacto (AYALA et al., 1985 y 1987) y van desde la muerte de personas y animales, pasando por los daños en edificaciones e infraestructuras, más toda una serie de efectos secundarios que algunas veces pueden ser de notable importancia. Resulta claro, por todo ello, que sería preciso conocer los riesgos de avenidas catastróficas en las ramblas con el fin de tomar las medidas correctoras y protectoras pertinentes. Dichas medidas suelen ser bastante costosas, como se puede fácilmente entender.

Existen muchos métodos susceptibles de aplicación en la estimación de crecidas (HERAS, op. cit.). Recordemos que se pueden reunir en cinco grandes grupos:

- Directos
- Empíricos, con o sin intervención del concepto de probabilidad
- Estadísticos
- Hidrológicos
- Correlación hidrológica.

En el caso de las ramblas, la escasez de datos de medidas directas -por no decir la ausencia total de ellos- hace que sean los dos últimos métodos los que se puedan utilizar con mayor facilidad, y muy especialmente a partir de la estimación de la precipitación máxima probable para un período de retorno dado. La apreciación in situ de la altura alcanzada por algunas avenidas, conocida la sección inundada, constituye también una aproximación a menudo más fiable que la obtenida por otros métodos más sofisticados.

DISCUSIÓN DE ALGUNOS EJEMPLOS

Las inundaciones catastróficas de Octubre de 1973

Varios de los factores citados en el texto confluyeron en este caso, dando lugar a las inundaciones catastróficas recientes más graves conocidas en el

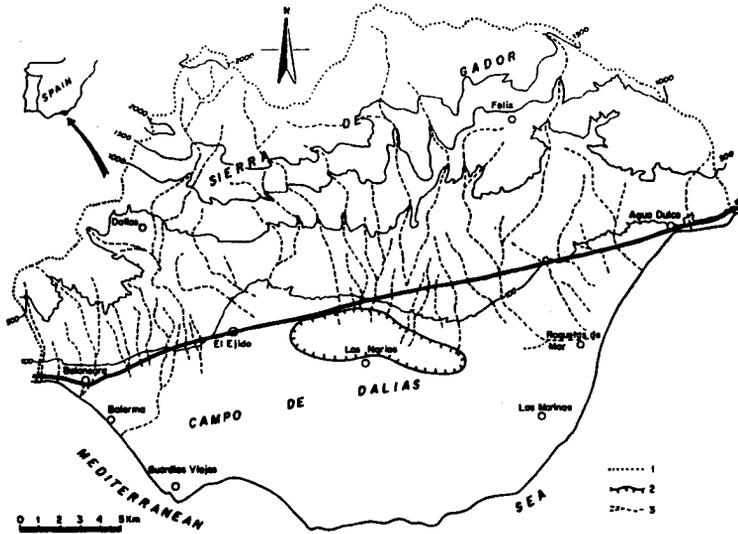


Fig. 1. Relieve y principales ramblas vertientes al Campo de Dalías. 1: divisoria hidrográfica; 2: cuenca endorreica; 3: cauce.

sudeste español (CAPEL MOLINA, 1974). Hubieron sectores más especialmente afectados: las ramblas de Albuñol, de Albox y de Nogalte. Aunque las medidas fiables de precipitaciones no fueron abundantes, se sabe que en algunos sectores se superaron los 600 mm el día 19 de Octubre.

Las intensas precipitaciones unidas a la escasez de vegetación y a aspectos morfológicos, provocaron caudales punta de escorrentía totalmente desconocidos, arrasando puentes, caminos y las viviendas que temerariamente se habían instalado en el lecho de inundación de las ramblas.

En el caso de la rambla de Albuñol, los efectos más dramáticos se produjeron el 18 de Octubre; se estima que la precipitación media del día superó los 200 mm, aunque la intensidad horaria fue temporalmente superior a 100 mm. Se considera que se alcanzaron caudales punta del orden de 1100 m³/s. Hay que tener en cuenta que la cuenca de la rambla de Albuñol tiene un índice de compacidad cercano a la unidad, lo cual se traduce en que el tiempo de concentración con respecto al centro de este círculo es idéntico -centro que se encontraría cerca del núcleo de Albuñol-, por lo que el hidrograma es muy puntiagudo; aguas abajo existe un tramo de la rambla más estrecho -"angostura", en cuarcitas- y, además, se habían construido viviendas dentro del lecho de

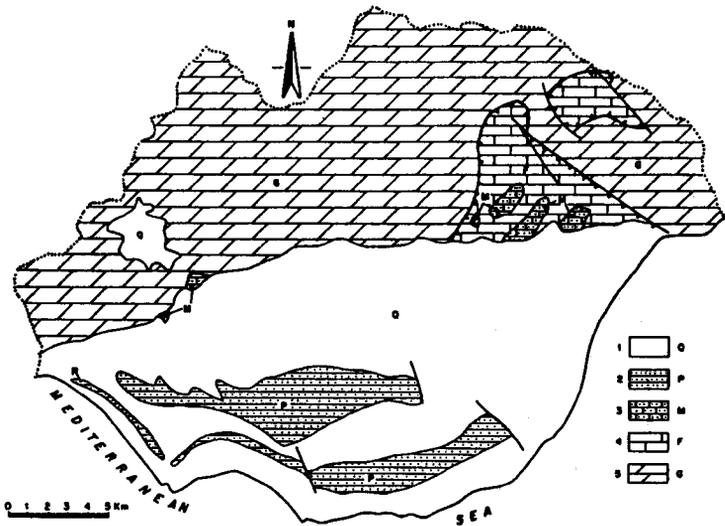


Fig. 2. Esquema geológico del Campo de Dalías. 1: materiales cuaternarios; 2: idem pliocenos; 3: idem miocenos; 4: manto de Felix; 5: manto de Gádor.

inundación; por todo ello se puede comprender mejor los graves efectos devastadores de estas inundaciones (FERNANDEZ-RUBIO, 1974).

El borde meridional de la Sierra de Gádor

La construcción de diques y la reforestación de las cuencas pueden contribuir a mitigar los efectos desoladores de estas grandes avenidas, al proteger el suelo de la erosión, reducir la velocidad del flujo de agua y aumentar la posibilidad de infiltración en el vaso de los diques.

En el borde meridional de la Sierra de Gádor, el IARA y los organismos predecesores llevaron a cabo durante los últimos decenios una serie de actuaciones tendentes a evitar la erosión, regenerar la cobertera vegetal, facilitar la infiltración en los materiales permeables -aumentando así los recursos hídricos disponibles en el Campo de Dalías (PULIDO BOSCH et al., 1989)- y reducir los riesgos de inundación de las áreas cultivadas en el Campo de Dalías.

Se trata, en este caso, de ramblas de escasa cuenca vertiente, pendiente muy acusada y existencia de una gran cuenca endorréica en donde desembocan muchas de ellas (figura 1); en esta cuenca endorréica se encuentra gran parte de la actividad agrícola, por lo que las avenidas tendrían un gran impacto económico,

al destruir los invernaderos de las áreas bajas. En la figura 2 se esquematiza la geología de la cuenca vertiente al Campo de Dalías. Se puede deducir fácilmente que los diques se encuentran ubicados esencialmente sobre materiales alpujárrides altamente permeables.

La Universidad de Granada (PULIDO BOSCH, 1990), planteó al IARA la realización de un estudio de seguimiento de la efectividad de los diques, el cual se ha iniciado en la actualidad.

El pasado mes de Marzo (PULIDO BOSCH et al., 1991) pudimos asistir a una crecida en la rambla del Aguila, constatando la eficiencia de los diques así como su elevado poder laminador y el importante papel que juegan las graveras que existen en la rambla cerca del contacto de los materiales alpujárrides con los neógeno-cuaternarios; en efecto, todo el agua que consiguió pasar el último dique terminó infiltrándose en los huecos de las graveras, dejando en su base un depósito arcilloso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYALA, F. J. et al. (1985). *Geología y prevención de daños por inundaciones*. IGME, 421 p. Madrid.

AYALA, F. J. et al. (1987). *Riesgos geológicos*. IGME, 303 p. Madrid.

AYUSO, J., CIRIA, F. y GIRÁLDEZ, J.V. (1982). "Perspectivas hidrológicas de las zonas áridas". *Seminario sobre zonas áridas*, pp. 159-172. Dip. Almería.

CAPEL MOLINA, J.J. (1974). "Génesis de las inundaciones de Octubre de 1973 en el Sudeste de la Península Ibérica". *Cuad. Geogr. Univ. Granada*, 4: 149-166.

CAPEL MOLINA, J.J. (1982). "El clima de las zonas áridas". *Seminario sobre zonas áridas*, pp. 15-40. Dip. Almería.

FERNANDEZ-RUBIO, R. (1974). "La Rábita. Condicionantes hidrológicos de una catástrofe". *Granada Semanal*, 26: 20-23.

HERAS, R. (1976). *Hidrología y recursos hidráulicos*. D.G.O.H.; C.E.H. 839 p. Madrid.

HERAS, R. (1979). *Metodología y normas de cálculo de crecidas en proyecto*. D.G.O.H.; C.E.H. 44 p. Madrid.

MORENO, I. et al. (1982). *Estudio hidrogeológico del término municipal de Albox (provincia de Almería)*. 98 p. (mem. inédita).

PULIDO BOSCH, A. (1990). "The employment of flood waters in the recharge of aquifers in semiarid zones. The example of El Campo de Dalías (Almería, Spain)". *Libro Hom. Prof. Romariz*, 257-277. Univ. Lisboa.

PULIDO BOSCH, A. et al (1989). *Caracterización hidrogeoquímica del Campo de Dalías (Almería)*. Serv. Est. IARA, 265 p. Granada.

PULIDO BOSCH, A. y col. (1991). *Campamento de Geomorfología en el borde meridional de la Sierra de Gádor*. Marzo. Univ. Granada (Mem. inédita).