

EL ARROYO DE LA ESTERUELA: UNA VISIÓN MULTIESCALAR

Diego García Monteagudo

RESUMEN

El arroyo de la Esteruela se localiza en la cuenca de Caballero, al sur del municipio de Requena. En este trabajo analizamos los cambios en los usos del suelo que ha experimentado este arroyo desde el proceso de colonización agrícola iniciado en el siglo XVIII hasta nuestros días. Se han cartografiado los principales usos del suelo a partir de la fotografía aérea y se exponen los cambios geomorfológicos inducidos por la erosión hídrica y la actividad antrópica. Para comprender el estado de la incisión se han medido cuatro perfiles transversales y se analizan los principales impactos derivados del aprovechamiento de los recursos por parte del hombre.

Palabras clave: arroyo, Esteruela, usos del suelo, incisión, acción antrópica

INTRODUCCIÓN

El término arroyo fue introducido por los colonizadores españoles en los desiertos del oeste de los Estados Unidos y se aplica a cauces desde 5 a 200 Km. de longitud, con secciones transversales profundas y de fondo plano (Gutiérrez Elorza, 2008). Estos cauces de agua estacionales o episódicos son especialmente sensibles a los escenarios de cambio, y destacan por su irregularidad hidrológica, espacial y temporal. La literatura científica, por su lado, propone otros términos para referirse igualmente a los valles secos desarrollados a escala global, bajo climas muy diferentes (Segura, 1990). Entre los más destacados podemos citar los *chapp* (Gobi); *dry valley* (Inglaterra); *donga* (Sudáfrica); *fiumarg* (sur de Italia); *laagate* (Kalahari); *nullah* (India); y *ued* (Arabia y Magreb). La variedad terminológica se debe a la vinculación entre factores como la duración y la frecuencia de las avenidas, y la circulación efímera con la litología (Segura, 1990). En el País Valenciano, estos cursos efímeros son denominados ramblas (del árabe ramla = arenal), si bien existen otros como barranco, cañada, riu sec, riera, torrent, vaguada o vallejo que remiten igualmente a una circulación hídrica escasa y esporádica (Segura,

1990). De todos los vocablos anteriormente citados, rambla es el mejor sinónimo de arroyo. Aunque dejemos al margen las definiciones del término rambla, es preciso clarificar tres ideas respecto al uso del término rambla, la litología y la influencia del clima sobre su génesis en el marco del País Valenciano. El uso del término rambla responde antes a factores lingüísticos (predomina en el sector castellano parlante) que a factores físicos. Segundo, no existe una tendencia generalizada en la ubicación de las ramblas en zonas calcáreas. Por último, las ramblas del País Valenciano no se localizan exclusivamente en zonas áridas o semiáridas (Calvo y Pérez Cueva, 1986). La razón por la que empleamos el término arroyo en tal de rambla, a pesar de que la zona de estudio se localiza en el ámbito mediterráneo, reside en el proceso de transformación de la primera forma fluvial. Los arroyos han pasado de ser un pequeño cauce vegetado, cuando los nombraron los exploradores españoles, y han evolucionado encajándose, posiblemente por causas climáticas, y ensanchándose, generando con ello una dinámica torrencial (Gutiérrez Elorza, 2008). En consecuencia, la hidrología de ambos cursos secos se caracteriza por transportar agua solo durante una época breve del ciclo hidrológico tras las lluvias o, si la presentan, se distribuye de forma intermitente en el cauce en relación con la surgencia de agua de acuíferos más profundos (Vidal-Abarca et al., 1992; Suárez et al., 1995, Uys & O’Keeffe, 1997), formando entonces los oasis (Maya et al, 1997 a; Ruíz Campos et al., 2002).

Desde un punto de vista cuantitativo, los cauces secos suponen buena parte de las redes de drenaje de muchas partes del mundo (Suárez, 2010), especialmente en zonas áridas y semiáridas, por la reducida cubierta vegetal. Las regiones semiáridas y áridas se distribuyen por todo el planeta ocupando el 41% del territorio y albergando al treinta y cinco por ciento de la población mundial (ICID, 2010). En España, la región árida y semiárida se sitúa, fundamentalmente, en la parte central de la depresión del Ebro y el sureste peninsular (Vidal-Abarca, 2004). No obstante es preciso advertir que la delimitación de estas áreas a partir de la vegetación dificulta el establecimiento de límites precisos, ya que la precipitación, que afecta directamente al desarrollo de la cobertera vegetal, es variable y, por otra parte, la acción antrópica la modifica considerablemente en algunas regiones. En este sentido, la disminución del porcentaje de cobertera vegetal por pastoreo y exceso de construcciones y vías de comunicación se ha indicado como una de las causas fundamentales en el desencadenamiento de las incisiones (Gutiérrez Elorza, 2008).

Los arroyos desempeñan un papel básico en la organización de la escorrentia superficial de las cuencas de drenaje, de forma que son los ejes de evacuación del agua más oriundos del ámbito árido y semiárido del planeta (Vidal-Abarca et al., 1996). Las características intrínsecas de los arroyos (morfología de sus cuencas, fuertes pendientes, corto recorrido, escasez de cobertura vegetal) (Suárez, 2010) y, otros factores, como

la tipología del sustrato geológico y el encostramiento superficial se encuentran en el origen de la generación de avenidas de tipo flash-flood, tras producirse fuertes episodios de precipitación. En definitiva, tanto arroyos como ramblas, son sistemas abiertos de proceso-respuesta de un conjunto de interacciones ambientales de los que suele resultar una hidrología irregular, una morfología acarreada y un paisaje de *badlands*.

El objeto principal de este ensayo es el análisis de las características geomorfológicas, ambientales y los cambios en los usos del suelo registrados en el arroyo de la Esteruela, como consecuencia de la acción humana iniciada con el proceso de colonización agrícola que tuvo lugar durante todo el siglo XVIII en el municipio de Requena. La medición en cuatro puntos de la sección transversal y el análisis de los diferentes impactos humanos nos ayudarán a comprender el estado actual de conservación de este arroyo.

METODOLOGÍA

El arroyo de la Esteruela se localiza (Fig.1) al sur del término municipal de Requena (Valencia) y pertenece a la cuenca hidrográfica de Caballero, afluente directo del río Cabriel por la margen izquierda. La cabecera se sitúa a 780 msnm (metros de altitud sobre el nivel del mar) sobre los bad-lands del paraje de la Casa de la Viña, al sur de la Sierra de la Ceja, límite entre las cuencas hidrográficas del río Magro (N) y la recién mencionada cuenca hidrográfica de Caballero. Gran parte del cauce discurre por los territorios adscritos a la Cooperativa Agrícola La Inmaculada de Casas de Eufemia, a unos 650 msnm, hasta los 543 msnm en la desembocadura de la rambla de la Alcantarilla, en la partida de Las Hoyas, al sureste de los Carrascales. A lo largo de sus 10,3 kilómetros de longitud, este arroyo recorre dos subunidades de relieve: los Derrames del Verdinal y el glacis cuaternario de Campo Arcís.



Figura.1. Localización de la zona de estudio

La primera es una zona de acumulación de sedimentos de la Sierra de la Ceja, y de posterior erosión por coincidir con las cabeceras de los numerosos arroyos (Cerrito, Pinada, Perrenchín, Calabachos, Esteruela y Cañada Honda) cuyo caudal se ve incrementado a su paso por las fuentes de la Teja, el Prado, las Rebanadas, la Esteruela y la Fuentecilla, las dos últimas ubicadas en el llano del Campo. La topografía alterna un conjunto de cerros y lomas en torno a la Fuente del Prado (755 metros) y vaguadas donde se localizan los despoblados de la Casa del Violante (Utiel) y la Casa Tortas, cuya altitud media es de 670 metros. La segunda subunidad es el glacis más allanado (casi perfecto) de la subcomarca en la que se localiza el arroyo de la Esteruela. Este glacis constituye un estadio de vaciado de la cuenca, iniciado en el Plioceno inferior, que descubre las intercalaciones detríticas y se recubre por cantos y gravas pertenecientes al proceso de planación del mismo. Su máxima pendiente del 3-4 % se localiza al oeste, donde converge hacia la antigua zona endorreica de yesos de Los Ruices. Pero el glacis no es completamente llano, sino que de su interior emergen cerros o *inselbergs*, alineados en pequeños interfluvios, indicadores de antiguas cañadas con características bien distintas a las actuales. Su pervivencia se explica por ser formas de erosión diferencial, de manera que las partes más altas están coronadas por conglomerados y areniscas que descansan sobre arcillas y margas. El papel de estos cerros es completamente geomórfico ya que han posibilitado una red dendrítica que ha erosionado más fácilmente y ha formado un glacis de mayor perfección que el del centro de la cuenca, a pesar de ser la misma litología.

El sustrato litológico dominante se compone fundamentalmente de margas arcillosas rojas con arenas intercaladas que por los cambios laterales de facies pasan a conglomerados de grano fino y grueso, silíceo o calcáreo, toda vez pertenecientes a la facies Requena, del Mioceno inferior. El Mioceno superior, en cambio, se encuentra completamente desmantelado por la erosión de la red dendrítica encajada en estas litologías blandas.

El clima de la cuenca, al igual que el de toda la Meseta de Requena, corresponde al prototipo de clima del “sector central occidental” de Clavero, donde la continentalidad y la altitud desempeñan un papel destacado, ya que la distancia media al mar de sesenta kilómetros es insuficiente para suavizar las temperaturas. La precipitación media anual es de 440 mm, si bien la precipitación media mensual para el período 1999-2011 refleja dos máximos en las estaciones equinocciales y el déficit hídrico pronunciado en los meses de verano (Fig.1). El valor medio de precipitación es escaso y se explica a partir de la orografía. Al ocupar la parte oriental más periférica de la Submeseta Castellana meridional, los territorios estudiados quedan a sotavento de los frentes atlánticos. De otro modo, las estribaciones más orientales de la sierra del Tejo y Malacara acaban cerrando la influencia de los temporales de Levante, produciéndose el óptimo pluviométrico en las cercanías de la localidad de Buñol.

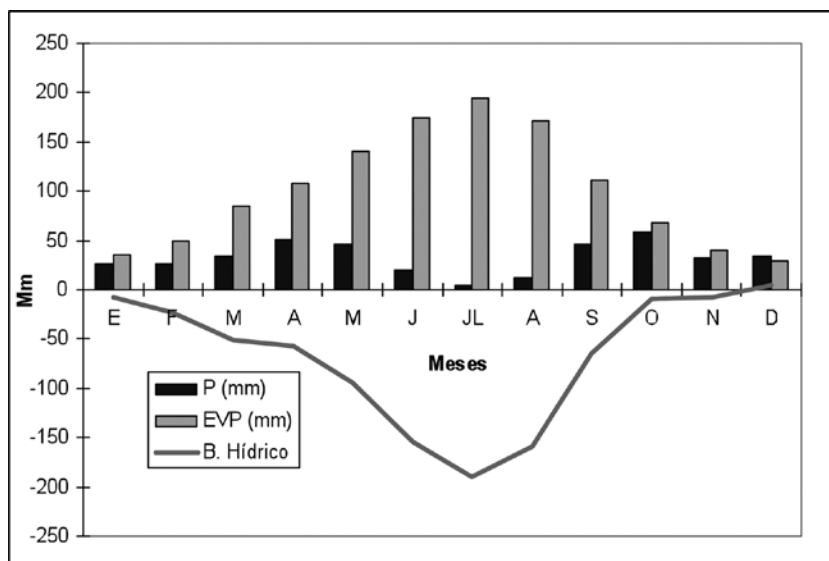


Figura 1. Precipitación, Evapotranspiración Potencial y Balance hídrico mensual (1999-2011) en la Estación IVIA de Campo Arcís (Requena) Fuente: <http://estaciones.ivia.es>. Elaboración propia

El territorio estudiado pertenece, de acuerdo a la clasificación de Rivas Martínez (1985), al sector manchego. El piso bioclimático, determinado a partir de los datos climáticos de las estaciones de Requena y Caudete de las Fuentes, es el mesomediterráneo superior, y el ombroclima seco. La vegetación se compone de carrascales de matiz continental de la serie basífila castellano-aragonesa del *Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae sigmetum*, cuyas características son similares a los del interior peninsular (Castilla-la Mancha y Aragón). La formación está presidida por *Pinus halepensis*, que forma un estrato arbolado con un sotobosque más claro (*Rosmarinus officinalis*, *Ulex parviflorus*, *Genista scorpius*, *Juniperus comunis*, *Rhamnus lycioidies*, *Quercus coccifera*, *Thymus vulgaris*, *Brachypodium retusum* y *phoenicoides*, *Stipa tenacissima* y *Fumana thymifolia*) que en el caso del piso termomediterráneo, con una estructura más simple y un estrato herbáceo pobre donde encontramos *Viburnum Tinus* y *Pistacia lentiscus*. Entre las herbáceas que aparecen esporádicamente tenemos *Sideritis incana* subs. edetana, *Hypericum perforatum* y *Fumana thymifolia*. Con respecto a los árboles propios de los ecosistemas de ribera encontramos *Populus nigra* y *Tamarix canariensis*; como plantas típicas de humedales (*Phragmites australis*), de fondos de cauce (*Thypha angustifolia* y *Scirpus holoschoenus*). Por último, y de forma secundaria, hemos encontrado algunos líquenes y musgos en taludes de zonas húmedas, especialmente en el tramo comprendido entre la presa del riego de Marín y la propia fuente de la Esteruela.

Para el fin antes mencionado hemos consultado una serie de artículos publicados en dos revistas científicas: Cuaternario y Geomorfología, y Catena. Esta primera revisión bibliográfica en la que incluimos tesis doctorales y manuales sobre Geomorfología, nos ha permitido adentrarnos en el concepto de arroyo, su localización geográfica global y la metodología de trabajo empleada por otros autores para aproximarse al estudio científico de estos cauces fluviales notablemente antropizados. Para el trabajo de campo hemos precisado de los siguientes materiales: dos varillas de hierro corrugado de 12 milímetros de diámetro y 25 centímetros de profundidad, una cuerda de 50 metros de longitud, una cinta métrica de 10 metros, una plomada y un martillo. Una vez finalizado el trabajo de campo, hemos colocado otras seis varillas de hierro de similares características, rodeadas de cinta roja que nos servirán para advertir de la presencia de las mismas a otros visitantes de la zona (agricultores, ganaderos, y demás personas que transiten a pie por el arroyo), además de convertirse en una futura piqueta de erosión (Fig.2).

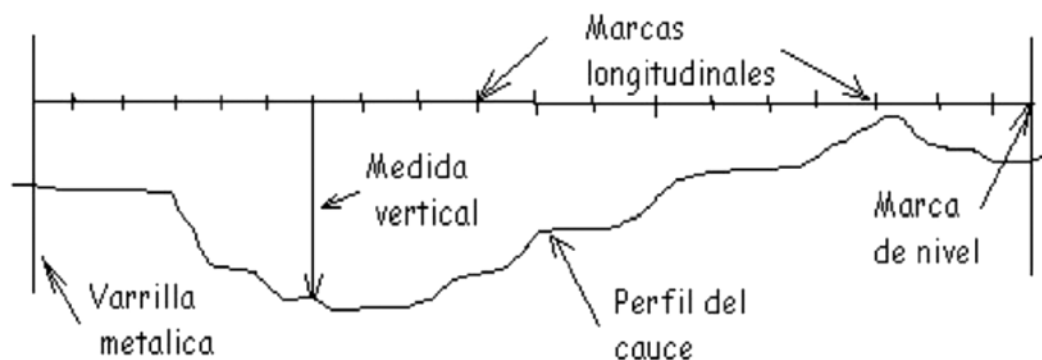


Figura 2. Metodología para calcular las mediciones de los perfiles transversales del arroyo de la Esteruela. Fuente: Belmonte Serrato, 2005

Para la elección de los cuatro tramos se han tenido en cuenta los siguientes criterios: la zonificación y la amplitud del cauce, la altura del talud, el desarrollo o desaparición del cultivo en las terrazas topográficas adyacentes al cauce, la incorporación de otros cursos al cauce principal objeto de estudio, así como otras características del cauce (existencia de barras, tipología de los sedimentos, ausencia de vegetación, presencia de rodaduras de motocross, restos de excrementos y existencia de caminos...) entre los más destacados. No obstante, las dificultades presentadas en la toma de datos como el acceso, la colocación de las varillas y la presencia de fangos, nos ha llevado a prescindir relativamente de los siguientes criterios: la zonificación del cauce y la existencia de cultivos en las terrazas topográficas. El primero se refiere a la toma de datos en los tres tramos característicos de la cuenca (cabecera, cuenca media y desembocadura en

el arroyo de la Alcantarilla), mientras que el segundo, más evidente, indica que tres de los cuatro tramos han sido seleccionados por la facilidad de partida que ofrecían para la colocación de las varillas, así como la posterior medición de la incisión. En las cuatro zonas seleccionadas, cuya localización precisaremos en el siguiente apartado, hemos efectuado mediciones de la profundidad con una resolución de 50 centímetros, una vez que habíamos colocado previamente las varillas de hierro corrugado a una distancia variable de entre 4 a 8 cm de distancia del talud en las terrazas topográficas. A partir de ahí lanzábamos una cuerda que comunicaba las dos varillas, tensándola para asegurar que la altura de partida de la cuerda fuese la misma para toda la amplitud del cauce. Posteriormente efectuábamos las medidas cada 0,5 metros de distancia en la horizontal, procurando mantener un ángulo recto entre la plomada y la cuerda horizontal. Las anotaciones en campo de cada muestra incluyen una descripción general de la sección transversal y de los puntos más destacados donde tomábamos los datos. Esto último significa que hemos anotado los elementos con lo que nos hemos encontrado al ejecutar cada medida, por ejemplo, los restos de excrementos de ganado, los clastos, o una especie de vegetación de las ya mencionadas al inicio de este apartado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el origen del encajamiento de los arroyos es muy complejo separar la acción antrópica de los cambios climáticos seculares o de corta duración. Como elemento climático es bastante probable que durante el último período interglaciar (Eeemiense), de clima continental muy extremado y amplia estación seca, la vegetación fuera bastante escasa y se endurecerían los detritos de los fondos de las cañadas. En la estación húmeda la escorrentía ensancharía los valles con el retroceso de los interfluvios (Cano: 1974, 60-61). La desecación climática holocena, por otra parte, junto con el karst mecánico ha contribuido en el aplanamiento posterior de los interfluvios. La acción antrópica que se ha demostrado más intensa, en los últimos 200 años explica, al menos, el ensanchamiento y encajamiento profundo de los lechos de los arroyos sobre *badlands*. Por tanto, debemos exponer el proceso de colonización agrícola responsable en parte del inicio de la incisión de los arroyos, para explicar posteriormente la evolución en los usos del suelo a partir de las fotografías aéreas de 1956, 1977 y 1994. Las características geomorfológicas actuales y ambientales serán comentadas en paralelo a la exposición de los resultados obtenidos del trabajo de campo.

El proceso de colonización agrícola

La propia definición de arroyo implica un proceso de ocupación humana del territorio, o colonización de territorios explorados hasta entonces desconocidos. So-

bre ellos no se había desarrollado previamente ningún tipo de actividad humana tan impactante sobre el medio natural y social como la que se llevaría a cabo en los años siguientes al proceso colonizador. La consecuencia más directa sobre el medio natural es la reducción de la vegetación por el desbroce, la tala, la quema y el carboneo. En lo que se refiere a la formación de los arroyos, la respuesta de los cambios en la vegetación, tanto de ladera como de ribera, es una reducción de la infiltración y un aumento de la escorrentía (Fig.3). Por otra parte debemos tener en cuenta que la acción antrópica estuvo posibilitada por la llegada de inmigrantes de distintas provincias españolas a toda la comarca de Requena que pusieron en cultivo territorios prácticamente deshabitados hasta entonces. Con esto nos adentramos a conocer el proceso de colonización agrícola en el municipio de Requena, focalizando en nuestra zona de estudio.

El proceso de colonización agrícola tuvo lugar en todo el municipio de Requena de manera generalizada a lo largo del siglo XVIII. La colonización no hubiese tenido consecuencias medioambientales tan negativas, sino hubiese sido porque se acompañó de un aumento de población y de la superficie cultivada que ha dado origen a buena parte del poblamiento actual en el propio término municipal. Las tierras colonizadas eran bienes comunales, dehesas y montes blancos, gestionados por el Concejo de la villa de Requena. Los responsables malvendieron y toleraron la usurpación particular de los territorios concejiles, además de acaparar la mayor parte de las tierras baldías. El proceso fue de tal envergadura que en menos de un siglo el ayuntamiento de la villa de Requena quedó privado de más de 60.000 hectáreas, de las que unas 20.000 fueron ganadas para la agricultura por colonos labradores cuyo número aumentó de 80 en 1667 a 161 en 1731 y a 752 en 1831 (Piqueras, 2010).

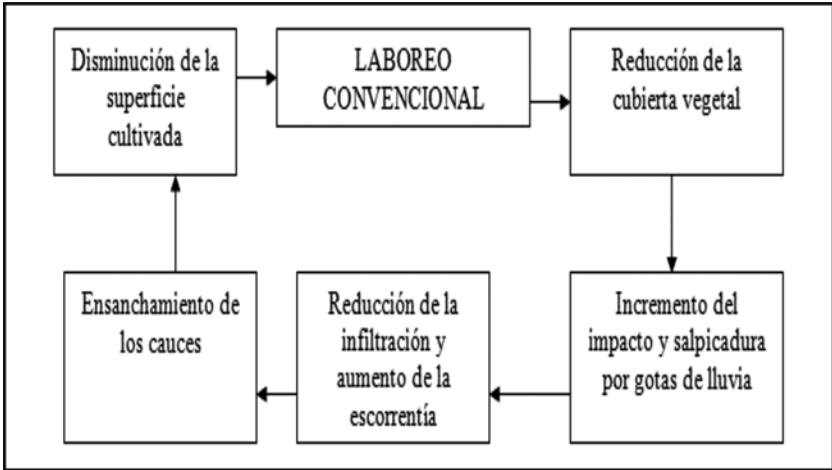


Figura 3. Diagrama explicativo de los procesos formadores de los arroyos.

Fuente: Cerdà, 2008. Elaboración propia.

Las razones que explican este proceso colonizador fueron básicamente dos. Los campesinos necesitaban poner nuevas tierras en cultivo para su supervivencia, por lo que roturaron grandes parcelas para sembrar cereales en tierras anteriormente incultas; por otro lado, el afán acaparador de los terratenientes (caciques, hidalgos) o detentores del poder municipal. Pero la facilidad con la que este proceso se desarrolló se explica también por la necesidad de los propios concejos municipales para recaudar fondos. Por ello, muchos políticos de la época promovieron la venta de estas tierras baldías, justificándose únicamente en las expectativas de crecimiento de la población. En este sentido podemos decir que estamos ante un proceso de colonización no planificado y casi espontáneo, lo que ha agravado las consecuencias medioambientales sobre la zona de estudio y, en general, sobre todo el municipio de Requena. Aunque no tenemos datos acerca de la erosión es posible pensar en elevadas tasas, dado la reducción de la cubierta vegetal, y el pastoreo; dos afecciones que reducen notablemente la infiltración y favorecen la escorrentía.

El resultado del proceso colonizador fue un nuevo paisaje agrario, bastante similar al actual y del que todavía conservamos la estructura parcelaria y algunas dehesas cuya función es la de mojón o separador de lindes. El rosario de caseríos y aldeas ha ido conformándose durante el siglo decimonónico, tal y como ocurre en las pedanías afines al arroyo de la Esteruela, fundamentalmente Casas de Eufemia y Los Duques. Los fundadores de estas aldeas, originalmente casas de labor, fueron parte de los beneficiarios de estas tierras baldías, cuyos terrenos estaban normalmente integrados dentro de las dehesas concejiles. A la dehesa de Campo Arcís pertenecían Pedro Ferrer, Juan Duarte y Nicolás Pérez Duque. El segundo ha dado origen al caserío de la Casa Duarte, próximo a la confluencia del arroyo de la Esteruela con el de la Alcantarilla, mientras que el tercero era el máximo terrateniente de la actual pedanía de Los Duques. En Casas de Eufemia, por esas mismas fechas, los hermanos Pedro y Matías Fernández de Arcas eran los máximos terratenientes y casi únicos residentes, de un núcleo poblacional que no superaba la docena de habitantes. Cualquiera de estos terratenientes eran labradores propietarios que trababan directamente sus tierras, sirviéndose ocasionalmente de pastores y mulateros, y que siempre lindaban con tierra del Realengo o Montes Blancos, cuando no estaban totalmente rodeados de ellos (Piqueras, 2010). Otro modelo menos típico de beneficiario pero más directamente relacionado con el arroyo de la Esteruela es el de José Moral de la Torre. José era un maestro tejedor de la seda, regidor perpetuo y dueño de dos grandes labores en el paraje de la Esteruela y el Cerrito, rodeadas de montes del común.

Como se desprende de todo lo anterior, el proceso colonizador no se detuvo en el siglo XIX. Ahora la colonización se realizó sobre las dehesas ganaderas, símbolo de la anterior etapa ganadera y casi única fuente de rentas seguras de las arcas municipa-

les. Cuando buena parte de los caseríos del término alcanzaron la categoría de aldea, especialmente Casas de Eufemia y Los Duques, se produjo la sustitución parcial del cereal por el viñado. Entre 1820 y 1850 la superficie dedicada al cereal fue declinando a favor de la vid, hasta que en la segunda mitad del siglo XIX proliferó el sistema de plantación de viñas a medias. Mediante este sistema de plantación el término municipal de Requena se colocó a la cabeza de regiones europeas en la exportación de vino a otras zonas afectadas por las plagas del oidium y la filoxera. Las razones que explican este sistema de plantación son cuatro: la disponibilidad de grandes extensiones de terreno sin cultivar hasta 1850 (dehesas, eriales, monte); la desamortización reciente de bienes de propios y eclesiásticos que fueron adquiridos a precio de saldo por la familias pudientes de Requena, Valencia y Madrid; la tradición multisecular de los contratos de plantación de viñas a medias; y la necesidad de atraer mano de obra a unas zonas que habían estado poco pobladas hasta entonces, en un proceso de colonización humana del territorio. Por ello no es extraño que los terratenientes estuviesen dispuestos a pagar con tierra la ingente tarea que suponía plantar las viñas (Piqueras, 2007).

En las partidas adyacentes al arroyo de la Esteruela, el sistema de plantación de viñas a medias se complementó en el tiempo con el sistema de plantación por cuenta propia, lo que nos da idea que ser un gran terrateniente no equivalía a tener una condición económica boyante. La partida del Romeral (Casas de Eufemia) y el Pitre (Los Duques), dos de las más cercanas al arroyo de la Esteruela, reflejan bien este sistema de plantación a medias, mientras que en otras localizadas más al norte (Olivastro, Casas de Senén y Sancho, el Cerrito..) fueron plantadas también por trabajadores pero que cobraban un jornal diario. Ambos sistemas decayeron parcialmente durante la primera década del siglo XX, y no fueron retomados hasta 1920, una vez que la filoxera había sido mitigada en el término de Requena. A partir de entonces aumentó la intensificación del cultivo con la llegada de nueva maquinaria (arado horcate de vertedera y arado malacate). Con esto debemos señalar dos consecuencias relevantes a efectos de los cambios en los usos del suelo: primero, el cereal se convirtió en un cultivo secundario que solo fue retomado durante la Guerra Civil (1936-1939) y los años de posguerra; segundo, los propietarios entregaban tierras de peor calidad a los arrendatarios porque la reconstitución de los viñedos filoxerados requería de un alto coste (compra de planta americana a viveristas de Valencia), luego se amplió la superficie de viñado hasta entonces cultivada. Ahora bien, también es cierto que la entrada de maquinaria en las explotaciones derivó en una plantación menos intensiva, puesto que era necesario adoptar la plantación a marco real: de 2.400 cepas por hectárea se pasó a 1.600. Sin embargo la misma introducción de maquinaria y la nuevas técnicas de laboreo (arar y desfondar) supusieron un intenso proceso de remoción de suelo derivado de la entrada de los primeros tractores en las parcelas para desarrollar faenas (abonar, sulfatar) que hasta

entonces se hacían exclusivamente con mano de obra. Por si fuera poco todo el proceso de plantación, tanto de cereal como de vid, había requerido otras dos actuaciones: la roturación de la costra de caliche que cubría buena parte del glacis de Campo Arcís, y la formación de una red de caminos que seguramente ya aprovechaba las zonas más bajas como los arroyos y las vaguadas.

Los cambios en los usos del suelo desde 1950 a la actualidad

La colonización agrícola llegó a su fin en el primer tercio del siglo XX. Aunque los sistemas de plantación de viñas a medias perduraron hasta 1980, la plantación de viñas se ralentizó en la década de 1940. Pero a finales de la década de 1950 se inició una nueva época que podemos calificar de modernización y cambios en la propiedad de la tierra por parte de los vecinos de las aldeas de Casas de Eufemia y Los Duques, adyacentes al arroyo de la Esteruela. Se construyeron las primeras bodegas cooperativas y se intensificaron las plantaciones de vid, paralelamente a las compras que los vecinos de estas pedanías habían efectuado a los herederos de los grandes terratenientes del siglo XIX. La propiedad se concentró en manos de pequeños propietarios que aumentaron el tamaño de las explotaciones por la compra de parcelas a otros familiares, vecinos o conocidos que emigraron a la ciudad de Valencia u otras localidades de su área metropolitana, debido fundamentalmente a dos factores que están estrechamente relacionados: los precios bajos de venta del vino y el encarecimiento de los salarios. Los pequeños jornaleros abandonaron los caseríos y las aldeas en busca de un trabajo remunerado en la ciudad. De este modo la explotación de la tierra solo era rentable en régimen de propietario, con lo que los pequeños viticultores tuvieron la posibilidad de ampliar la superficie y el tamaño de las explotaciones. Poco después se generalizó el uso de la maquinaria y se fueron renovando los viejos viñedos reconstituídos durante el primer tercio del s. XX como consecuencia de la llegada de la filoxera.

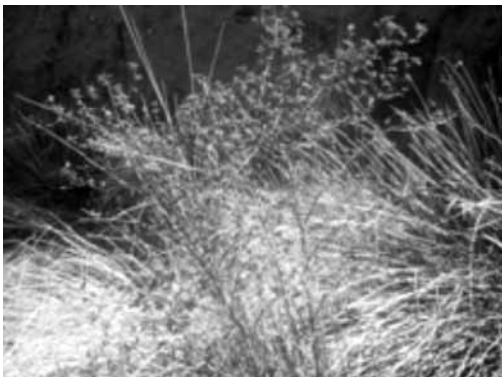


Figura 4. A la izquierda tallos de acebuche en el cauce del arroyo de la Esteruela. A la derecha los almendros abandonados en una terraza fluvial abandonada. Fuente: Elaboración propia.

El olivo ha sido desde antaño el segundo cultivo de secano en extensión después de la vid. Su superficie ha ido ampliándose o reduciéndose a costa de la vid y de tierras forestales que han sido previamente roturadas para la puesta en marcha del cultivo. En la fotografía aérea de 1956 (Fig.5.) se aprecia la mayor superficie de olivo cultivada en la zona de estudio desde que se tiene constancia. En unos casos como el Olivastro, la toponimia es plenamente indicativa de la localización histórica de este cultivo, mientras que en otros como Los Topos, El Pitre y La Laguna ocupa parcelas marginales, lo que da idea de que ya en estas fechas el olivo era un cultivo cuyo producto se destinaba al autoconsumo. En cambio otras partidas como Los Carrascales (Los Duques) y Casa Lázaro han sido tradicionalmente vitícolas. De hecho la misma ubicación de las parcelas (laderas, suelos pedregosos...) es síntoma de que en esa década el olivo estaba llegando a sus horas bajas. Primero, la entrada de aceite de soja y después, la producción nacional de aceite de girasol a un precio inferior, desplazaron paulatinamente al aceite de oliva. Por si fuera poco los olivos ya contaban con una edad avanzada (casi centenaria), con lo que su renovación se convirtió en una necesidad en los siguientes años. Para los territorios estudiados, debemos sumar las restricciones de tipo climático (sequías y granizadas) que sacudieron los cultivos en el primer lustro de la década de 1960, y demostraron que la vid era el cultivo que mejor se defendía de estos fenómenos meteorológicos. Además, esta primera regresión del olivo en la segunda mitad del siglo XX a costa del viñedo se produjo en un contexto de creación de las primeras bodegas cooperativas, mientras que el aceite de oliva solo contaba con un mercado interior poco potente.

En segundo lugar y al margen de la fotografía aérea es necesario argumentar la presencia de estos cultivos y otros mencionados como el manzano y los ciruelos en los cauces de los arroyos. Esto es debido fundamentalmente a tres factores que están íntimamente relacionados: la disponibilidad de agua, suelo y menores tasas de evaporación. En los cauces se acumulan de forma natural los sedimentos y las aguas provenientes de las laderas. Las menores tasas de evaporación se complementan con el tercer factor (local) o la disponibilidad de agua a partir de un sistema de riego (Marín) que por sus características técnicas no permitía el bombeo del recurso hídrico hacia las zonas más elevadas. El almendro, en cambio, no es un cultivo propio de los llanos de inundación porque le perjudica el exceso de agua, aunque tolera bien la sequía (Fig.4.).

En la década de 1960 se desarrolló un sistema de riego, estrechamente relacionado con el arroyo de la Esteruela. Los vecinos de Casas de Eufemia encomendaron al ingeniero Marín la proyección de un sistema de riego para las huertas y otras parcelas de manzanos ubicadas en los parajes de la Esteruela, El Collado, El Olivastro y Los Topos. Para ello se construyó una presa en el propio arroyo, situada entre la fuente de la Esteruela y el actual puente que cruza el arroyo en la carretera CV-455, si bien por estas mismas fechas se construyó otro de un solo carril. La finalidad de este sistema de

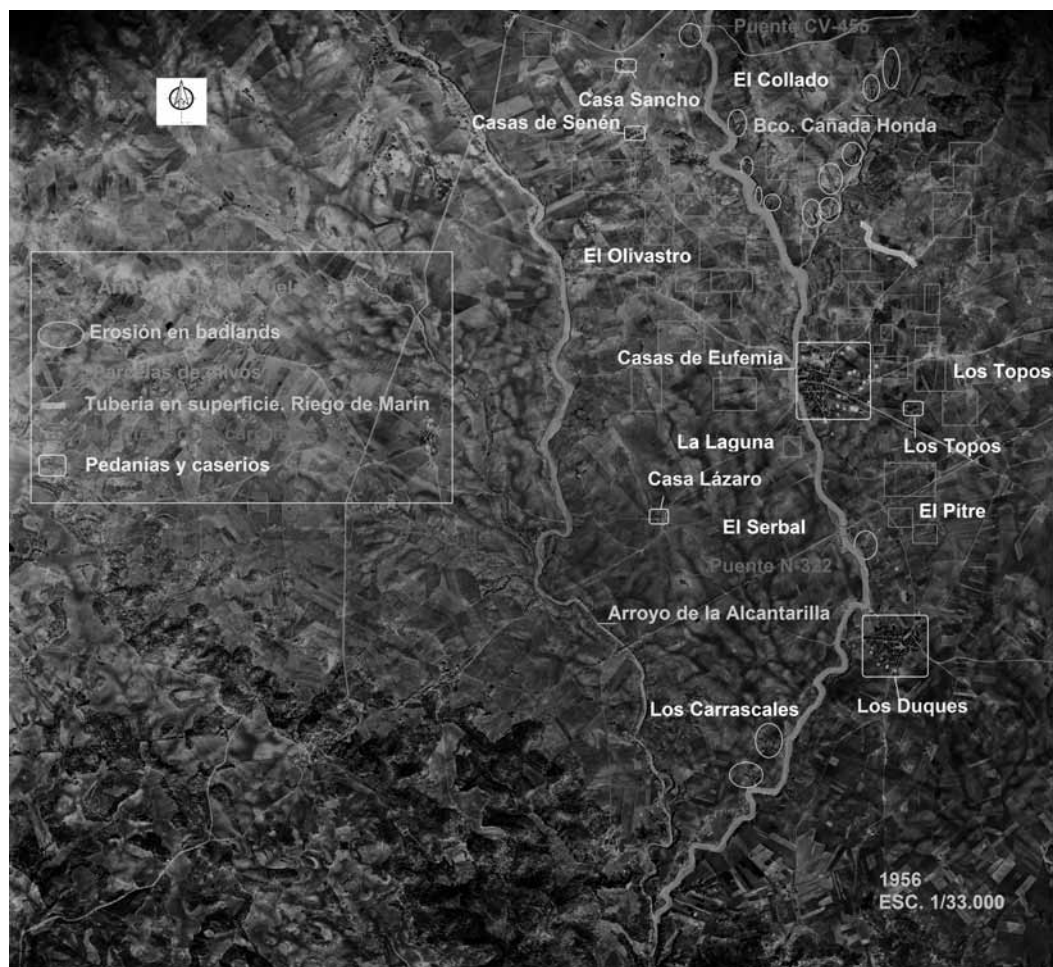


Figura 5. Usos del suelo a partir de la fotografía aérea de 1956. Fuente: Cartoteca UV. Elaboración propia.

riego era salvar unos cultivos de huerta y los manzanos que perduraron hasta la década de 1980. El sistema de riego de Marín tomaba las aguas del manantial del arroyo de la Esteruela, canalizándolas después por tuberías de cemento y por acequias escasamente impermeabilizadas. Las aguas llegaban hasta la balsa cuya función era la de represar el agua que desde el partididor, ubicado a 50 metros de la misma, se canalizaba por acequias naturales sin ningún tipo de impermeabilización. A partir de esta balsa el agua se canalizaba a otras dos acequias: una que se dirigía paralelamente al camino que sube desde la zona norte de la aldea (“camino de las escuelas”) y que giraba en la misma puerta de las escuelas para dirigirse hacia el actual descargadero inutilizado, desde donde se unía con la otra acequia, también de tierra, que flanqueaba el cerro Carboneras por

las parcelas de D. Germán Cárcel, aportando un mayor caudal a las huertas ubicadas en el paraje de El Romeral, junto al actual despoblado de Los Topos. El resultado de la paulatina sustitución del olivo por el viñedo y las primeras experiencias de los sistemas de riego mencionados fueron los procesos de erosión en *badlands*. La erosión remontante se demostró más intensa en los parajes del Collado (topografía elevada entre las dos vaguadas del arroyo de la Esteruela y el Barranco de Cañada Honda), en la confluencia de ambos cursos de agua, en la vertiente sur de ambos puentes, así como al sur de los Carrascales.

En la década de 1970 (Fig. 6.) se confirmó la sangría de la superficie del olivo al mismo tiempo que se consolidaba la apuesta de los agricultores por el viñedo, tras una década de prácticas del cooperativismo vitícola. Aunque en Casas de Eufemia la



Figura 6. Usos del suelo a partir de la fotografía aérea de 1977. Fuente: Cartoteca UV. Elaboración propia.

construcción de la bodega cooperativa es de 1973, luego más tardía que en el caso de otras localidades de la propia subcomarca (Campo Arcís, Los Duques, Los Ruices...) la vocación de sus habitantes por la viticultura quedaba patente en la puesta en cultivo de partidas tradicionalmente oleícolas como el Olivastro, Senén y el Collado. En estas partidas la superficie total de las parcelas de olivos no solo había mermado notablemente, sino que se había relegado a parcelas marginales con suelos menos productivos. Ahora los viñedos se localizaban en tierras más llanas y habitualmente más próximas a la aldea, en búsqueda de una mayor proximidad de las bodegas cooperativas.

Otra actividad que ofrece una vinculación menor pero complementaria con los usos del suelo del cauce del arroyo de la Esteruela es la fabricación de tejas a partir de los yesos. Hasta finales de la década de 1970 los yesos miocenos de la partida de Los Yesares, en los parajes de la Casa Sancho y Senén, eran extraídos, cocidos y vendidos

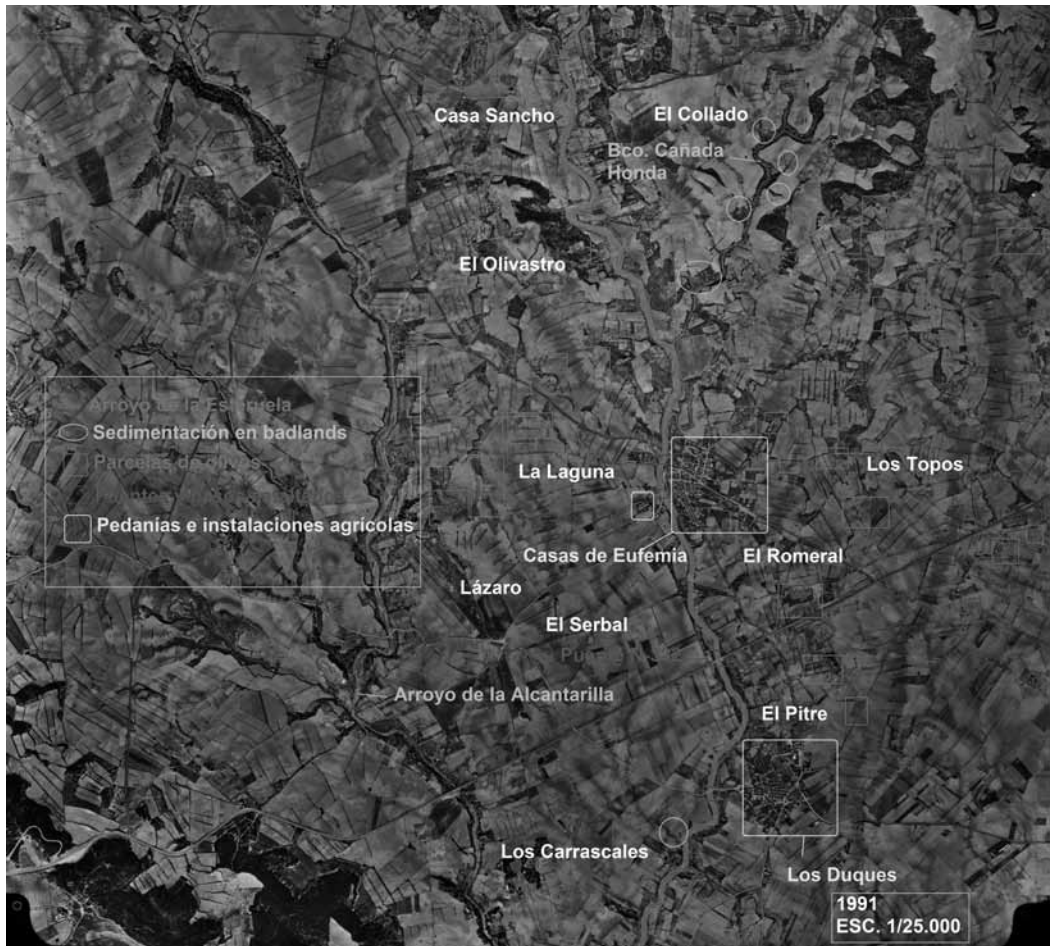


Figura 7. Usos del suelo a partir de la fotografía aérea de 1994. Fuente: Cartoteca UV. Elaboración propia

por algunos vecinos de Casas de Eufemia. Esta actividad entronca con la construcción de las viviendas en Casas de Eufemia, pero también con una producción que algunos vecinos de la misma localidad vendían a las empresas de Requena. Por otro lado, la extracción de gravas iniciada por las mismas fechas era, por el contrario, una actividad controlada directamente por empresas de la ciudad de Requena.

A finales de la década de 1970 los alcaldes de Casas de Eufemia proyectaron dos pasos asfaltados en el camino de los Yesares y en la pista de la Casa Lázaro para permitir el paso de los agricultores en momentos de avenidas. No lejos de estos pasos otra incipiente amenaza se estaba gestando sobre el cauce del arroyo de la Esteruela: la construcción de granjas para la cría y engorde de cerdos a las afueras de Casas de Eufemia. Si bien es cierto que los purines no han sido depositados al arroyo, el funcionamiento de las instalaciones ha generado problemas de olores. Pero sin duda la compactación de suelos por las pisadas del ganado bovino ha sido una de las principales afecciones sobre el funcionamiento hidrológico del arroyo. La estabulación del ganado fue posible gracias a la mecanización de las tareas vitícolas. Con la supresión del ganado de labor la composición de las explotaciones agrícolas se modificó considerablemente. Los propietarios ya no dejaban parte de su tierra para el cultivo de cereales (avena, cebada) para tener grano y paja con la que alimentar a sus animales. La mecanización y el monocultivo de la vid hicieron desaparecer de forma sistemática a finales de la década de 1970, los últimos vestigios de agricultura doméstica o de autoabastecimiento. En un contexto de precios altos de venta de vino y ante la generalización de tractores y maquinaria agrícola, los viticultores intensificaron el cultivo con la ayuda de los nuevos tractores que les permitían un laboreo y abonado más eficiente. Además el cultivo del olivo fue sustituido paulatinamente por el almendro en las solanas de algunas elevaciones como el Cerro Cañada Honda y el propio paraje de la Esteruela.

Con la entrada de España en la entonces Comunidad Económica Europea (CEE) se adoptaron medidas para reducir la intensificación del cultivo de la vid. Las nuevas técnicas de cultivo condujeron a un aumento notorio de la producción que tuvo como consecuencia directa la disminución de los precios de venta de los vinos, luego de las rentas de los viticultores. Las opciones proporcionadas para dotar de una solución al sector fueron la reconversión y la reestructuración. Las primas de arranque beneficiaron sobre todo a aquellos propietarios que habían dado sus viñas en arrendamiento o aparcería. En cambio los viticultores profesionales sólo arrancaron viñedos de zonas marginales, poco productivas y alejadas de sus domicilios. Además algunas de estas parcelas fueron plantadas de almendros, con lo que la densificación del cultivo experimentó una reducción bastante escasa.

Los mayores cambios en los usos del suelo y, sobre todo, en el paisaje vitícola se han sucedido desde la segunda mitad de la década de 1990 (Fig.7.). Aunque algunas

parcelas no se han vuelto a cultivar desde la oleada de arranques que tuvo lugar entre 1986 y 1993, la intensificación del cultivo que ha tenido lugar desde ese último año no ha conocido precedentes en toda la historia de la colonización agrícola en Requena. En ese mismo último año se inauguró una nueva etapa de reestructuración del viñedo y de la economía comarcal. Por un lado, la creación de la Unión Europea con la libre circulación de mercancías por todos los territorios de los países miembros y, por otro, el último acuerdo del GATT en el que se adoptaron medidas que fomentarían el comercio internacional como nunca antes lo habían hecho. De 1993 a 2000 se vivió una auténtica revolución en el sector: los viticultores renovaron las variedades de viñedos tradicionales (bobal y royal) y otros empresarios de fuera del sector incentivaron un proceso de especulación del suelo agrícola que culminó con la introducción de nuevas variedades, la construcción de bodegas particulares de vocación comercial y la plantación intensa de viñedos en espaldera y en regadío. Sin duda estos cambios fueron posibles por un aumento muy notable de las rentas de los viticultores. La traslación de estos cambios a nuestra zona de estudio es la proliferación del cultivo en las terrazas fluviales de buena parte del arroyo de la Esteruela. En la actualidad las parcelas cultivadas en las terrazas fluviales han experimentado un proceso de dualización. A grandes rasgos se puede decir que se han abandonado los cultivos de la margen izquierda del arroyo, en cambio, han seguido las plantaciones de vid en la margen opuesta, coincidiendo con las partidas de cultivo tradicionales (Olivastro, Senén, Sancho, Esteruela, Cerrito y el Pitre).

La respuesta morfológica al aterrazamiento: *piping* y movimientos en masa

Como consecuencia de la densificación e intensificación del cultivo de la vid, los procesos geomorfológicos han cambiado notablemente con anterioridad y posterioridad a 1960. Los procesos de erosión remontante en los *badlands* de la cuenca media, han sido sustituidos por la sedimentación en estas pequeñas cabeceras. Actualmente los movimientos en masa son uno de los riesgos naturales más comunes en el arroyo de la Esteruela y en cualquiera de los de la propia cuenca.

Todas las fases de cambios en los usos del suelo, desde la introducción del cereal en el siglo XVIII hasta la plantación de vid en espaldera de los últimos dieciocho años, tienen en común la principal acción antrópica responsable del modelado actual de la cuenca de los arroyos: el aterrazamiento. El aterrazamiento favorece la infiltración en áreas de precipitaciones escasas y torrenciales porque evita el arrastre superficial de suelo. En zonas semiáridas como la que nos ocupa, las precipitaciones juegan un doble papel en los procesos hidrológicos. Por un lado, es un factor limitante para la productividad agrícola (ya hemos señalado la existencia de cultivos en el cauce en épocas de necesidad alimentaria) y, por otro, es un factor desencadenante de intensos procesos erosivos. Por esta razón los agricultores han dedicado buena parte de su tiempo a construir y reparar

los bancales de sus parcelas con los mismos sedimentos que se depositan en el arroyo: grava, arena y conglomerados. Pero la situación de crisis estructural del sector vitícola ha propiciado desde 2005 el abandono de muchas explotaciones que se han sumado a las parcelas de vides que se arrancaron entre 1986 y 1993. Las parcelas que se abandonaron con anterioridad a 1993 han experimentado un proceso de regeneración natural que ya ha conocido una primera fase (herbáceas) y la siguiente del crecimiento de matorral. Estos procesos de regeneración han afectado en mayor medida a las parcelas más alejadas de las terrazas fluviales del arroyo de la Esteruela, favorecidas por el encostramiento superficial. Ahora bien, el abandono en los últimos siete años está siendo generalizado y el proceso de regeneración no se ha iniciado por la falta de tiempo (todavía no se ha desarrollado una cubierta vegetal) pero también por la existencia de otras afecciones ambientales como el pastoreo y las quemaduras de restos de la poda. Además la pérdida de la técnica de los conocimientos tradicionales (construcción de bancales, quemaduras de vegetación controladas...) ha dado paso a la intensificación de los procesos de *piping* que han desembocado en cárcavas o tubificaciones que afectan a los fondos de los cauces de los arroyos. Los suelos de la cuenca de Caballero son susceptibles a la erosión por su naturaleza marga-arcillosa; la dispersabilidad de las arcillas favorece la formación de conductos subsuperficiales, si bien los condicionantes hidrológicos y morfológicos determinan que estos procesos se den preferentemente en los fondos de valle y laderas de acumulación, en relación con el funcionamiento hidrológico del arroyo.

El *piping* o *tunelling* es muy frecuente en medios semiáridos cuyos climas presentan frecuentes contrastes estacionales y, sobre todo, una gran variabilidad en la precipitación. El factor principal que lo explica es el agrietamiento por desecación, de manera que las grietas ensanchadas se convierten en pipes, localizados preferentemente en zonas aplanadas incididas por la red fluvial (Gutiérrez Elorza: 2008, 602). En nuestro caso son frecuentes en todo el arroyo por la combinación de tres factores principales: la topografía llana de la cuenca, la existencia de unas litologías blandas miocenas y la presencia de lluvias torrenciales. A partir de los *pipes* y, si el encajamiento de la red fluvial es notable, pueden generarse simas y dolinas por colapso, que cobran su máxima expresión en la Casa de la Sima (Campo Arcís), habiéndose desarrollado la última sima en diciembre de 1982. Además estas morfologías se han visto favorecidas por los yesos miocenos (Mb. Yesos de Los Ruices), y por la coincidencia de estos con la cabecera de numerosos arroyos. Los continuos hundimientos del techo de las galerías producidas por *piping* pueden dar lugar a la generación de arroyos, cuyo origen lo atestigua la presencia de arcos naturales en materiales detríticos, como hemos encontrado en el propio arroyo de la Esteruela, al sur de los Carrascales (Fig.8).

La sedimentación ha sido causada en buena medida por los movimientos en masa que han taponado las grietas por las que se ha producido la rotación.



Figura 8. A la izquierda la zapa lateral provoca la inestabilidad de las márgenes, lo cual favorece el desarrollo del sistema braided. A la derecha arco natural originado por procesos de *pipíng* al sur del paraje de los Carrascales. Fuente: Elaboración propia.

Así el Collado y Los Carrascales son las dos partidas vitícolas en las que aparecen las mayores evidencias de estos procesos sedimentarios. Por los movimientos en masa pequeños paquetes de suelo se desploman siguiendo planos rotacionales desmantelando la antigua estructura de bancales (Fig.9). Vistos en perfil longitudinal presentan la forma típica de deslizamientos rotacionales, con fuerte pendiente en el tramo superior y manifiesta concavidad. Este proceso se ve incentivado por tres factores. En primer lugar, el salto entre bancales con caída vertical: esta topografía genera una inestabilidad inicial ligada al efecto gravitatorio del propio salto y al gradiente hidráulico generado en los momentos de precipitación. El segundo factor es la acumulación de un gran espesor de sedimentos en la parte externa de los bancales. Esta potencia edáfica favorece la retención de un volumen de agua superior al que soportarían las laderas sin abancalar, con lo que la tendencia al desplome es masiva. El tercer y último factor es la ocupación de concavidades alargadas por los bancales donde se concentra y retiene el agua de forma natural. De esta manera el suelo ya cuenta antes de la precipitación con un contenido de agua superior al esperable; de ahí que puedan alcanzarse pronto las condiciones de saturación que preceden o acompañan a los movimientos en masa. Los agricultores han tratado de mitigar estos riesgos mediante las reparaciones inmediatas de los bancales tras los desprendimientos. La tierra caída en la parcela inferior o en el propio cauce del arroyo era incorporada en la cicatriz de arranque y se tapaba con piedras extraídas de los propios campos tras desfondar. A esto hay que añadir que tanto la construcción inicial de las terrazas como las posteriores reparaciones han sido construcciones fáciles, a lo que han contribuido notablemente las margas. Las margas son fácilmente manipulables y cuentan con la mayor capacidad de retención hídrica respecto a los suelos desarrollados sobre calizas o areniscas. En cambio la disponibilidad y facilidad de manipulación de las margas se opone a la existencia de cantos y

bloques para construir los muros, si bien en el arroyo de la Esteruela ha sido suplida por los propios conglomerados que se desprenden de los cerros y son depositados en el fondo del cauce.

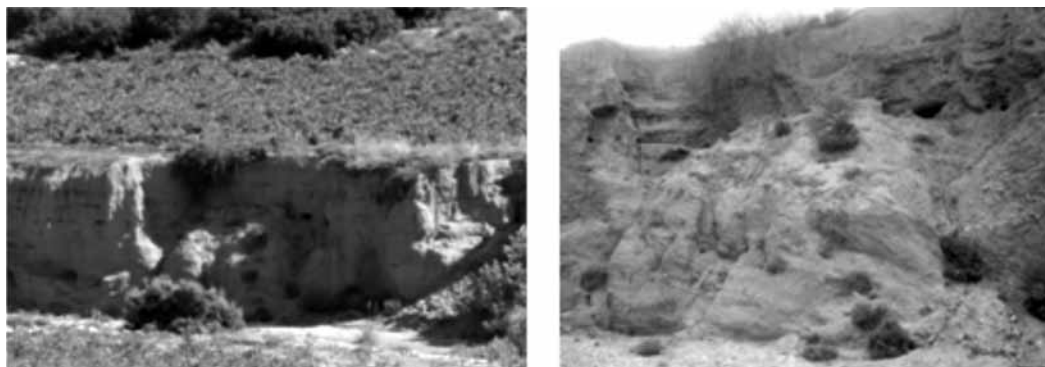


Figura 9. Movimientos en masa sobre una terraza topográfica en el arroyo de la Esteruela. A la izquierda la fotografía ha sido tomada en agosto de 2010. A la derecha la misma zona en abril de 2012. Fuente: Elaboración propia.

Por último es conveniente aclarar que existen otros factores naturales que contribuyen en la generación de los propios movimientos en masa. Primero, la arroyada difusa provoca una pérdida progresiva de materiales finos por arrastre superficial, y un aumento de la pedregosidad. Segundo, la propia pendiente de la ladera en relación a la propia evolución del bancal: los mecanismos de reptación y de microsolifluxión favorecen la evolución lenta del bancal. El tercer factor es el tiempo, esto es, los cambios en el comportamiento hidromorfológico de las laderas abandonadas conforme se transforman las características de la cubierta vegetal y la estructura de la capa más superficial del suelo.

El estado de conservación actual del arroyo: la gestión de los recursos

El arroyo de la Esteruela es un cauce efímero, esto es, la circulación hídrica se produce sólo tras fuertes episodios de precipitación. Como en la mayoría de los arroyos a escala mundial, se pueden distinguir en él los tres comportamientos característicos de los cauces efímeros. En los tramos más próximos a las pedanías adyacentes al arroyo, el agua permanece estancada durante todo el año (tramos de agua permanente), frente a otros donde el agua se seca durante una parte del año (estiaje de los meses de verano), separados por otros donde el agua sí circula, tras fuertes episodios de lluvias. La explicación es que la existencia de circulación hídrica es debida a la existencia de descargas de aguas subsuperficiales o procedentes de acuíferos más profundos, que posibilitan la existencia de tramos temporales y/o permanentes (Suárez, 2008). La gestión de estas

ambivalencias en la circulación hídrica ha pasado por la construcción de infraestructuras: la presa y las canalizaciones del riego de Marín, los puentes de la N-322 y CV-455, cuatro pasos asfaltados y la propia red de caminos agrícolas que se localiza por el cauce del arroyo objeto de estudio. La construcción de estas infraestructuras ha hecho posible que casi el 40 % del arroyo de la Esteruela (4 kilómetros aproximadamente) sean transitables con vehículo particular. En cualquiera de los perfiles transversales presentados encontramos la existencia de caminos cuya función es la de dotar de acceso a las parcelas adyacentes al arroyo de la Esteruela.

La figura 10 nos muestra los perfiles transversales que hemos calculado para cuatro zonas del arroyo estudiado. En todos constatamos la presencia de la incisión, pero conviene introducir algunas diferencias entre los tramos estudiados. El primer perfil o el de cabecera del arroyo se encuentra a 727 metros de altitud, en el paraje del Verdinal. Presenta una morfología similar a la de los ríos perennes con una sección prismática o cuadrada y un ratio anchura/ profundidad baja. La sección transversal que hemos medido es de 18 metros y la profundidad media es de 1,5 metros. Los sedimentos del cauce son de granulometría fina y las laderas experimentan procesos notables de erosión. Pese a estas características favorables es imposible la circulación por el cauce

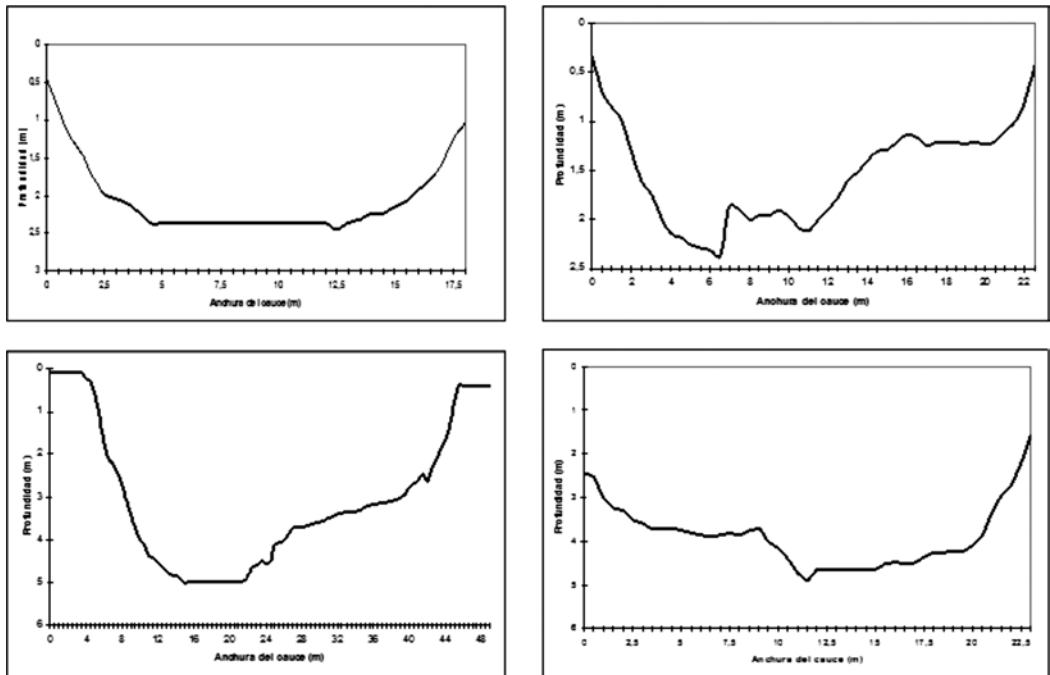


Figura 10. Perfiles transversales elaborados a través de las mediciones en campo. Arriba a la izquierda (tramo de cabecera), el curso medio en Casas de Eufemia (arriba derecha y abajo a la izquierda) y curso bajo (abajo derecha) en Los Duques.

con vehículo rodado. No obstante la llegada a este punto de medición es fácil por el desvío de la carretera que comunica Utiel con la Albosa. El segundo perfil transversal, a 6,2 kilómetros al suroeste del anterior presenta una profundidad máxima de casi 2,5 metros, aprovechados por el trazado del camino agrícola que por la margen derecha del arroyo permite el tránsito con vehículos a las partidas vitícolas del Olivastro, El Collado y la Esteruela. Se puede considerar que este camino es la prolongación de la pista de la Casa Lázaro que desde Los Duques sigue paralelo a la rambla, cuando no discurre por el propio cauce. Los sedimentos de la llanura de inundación (1,5 metros) están compuestos por cantos rodados y gravas; un poco más abajo aparecen regs por la exportación de material fino por splash y escorrentía superficial, aunque el flujo de agua se ve dificultado por la presencia de cantos que se van eliminando del camino. Como impacto antrópico más destacado después de la construcción del camino presentamos los restos de excrementos de las ovejas del principal ganadero de Casas de Eufemia.

El tercer perfil transversal es el más característico del arroyo. Es el más próximo a Casas de Eufemia y a la gravera, por lo que de su lecho también se han extraído gravas para la construcción. Enlaza con Casas de Eufemia con el mismo camino que hemos presentado para el perfil transversal del segundo punto. La sección transversal de 49 metros es la más amplia que hemos medido. La incisión de 5 metros de profundidad es también la más elevada, así como la llanura de inundación de 7 metros de anchura que incorpora la arroyada del Barranco de Cañada Honda. Es una de las zonas más transitadas, sin embargo, es también la que ha experimentado una mayor regresión de cultivos. En el cauce ya no quedan cultivos y la mayoría de los de las terrazas fluviales se han abandonado: una parcela de ciruelos en la margen izquierda y otra de vid de reducidas dimensiones en la margen opuesta. El tramo final, ubicado en la pedanía de Los Duques, se localiza a 2,1 kilómetros al suroeste del anterior punto de muestreo. Se caracteriza por presentar una sección transversal (22,5 metros) muy similar a la magnitud de la incisión (22 metros) entre este punto y el anterior. El estado de conservación de este tramo es nefasto por haberse convertido en un vertedero incontrolado de basuras y escombros. Estos residuos se han depositado en el propio cauce, tras la clausura del vertedero *oficial* de la pedanía de Los Duques. Los escombros se depositan en ambas márgenes del arroyo, ya que en este tramo persisten dos caminos que flanquean el cauce por ambos lados (Fig.11.).

La función de comunicación del arroyo a través del cauce es tan importante que cada año se introducen máquinas para retirar la grava que desborda la llanura de inundación y sedimenta los caminos que el hombre ha formado para tener un mejor acceso a las parcelas. Ya hemos señalado que a comienzos de la década de 1980 se habían construido hasta cuatro pasos asfaltados que interrumpen la dinámica hidrológica del arroyo. La construcción del puente de la N-322 a finales del s. XIX ha mostrado que

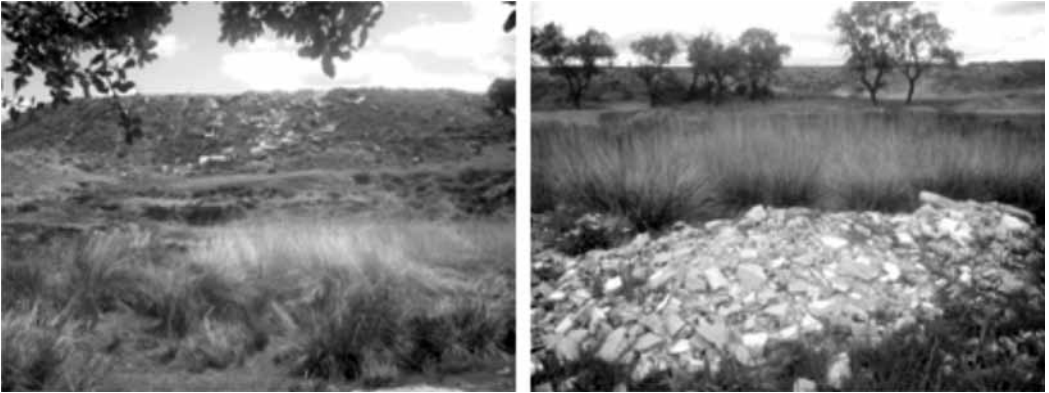


Figura 11. A la izquierda vertedero clausurado junto al arroyo de la Esteruela, en Los Duques. A la derecha se muestran los escombros depositados por los propios vecinos en el mismo cauce del arroyo. Fuente: Elaboración propia.

las características físicas de los arroyos no favorecen ni el tránsito transversal ni longitudinal. El otro puente, el de la CV-455 fue construido en la década de 1990, y si bien las técnicas de construcción habían mejorado respecto al siglo anterior, el tiempo ha mostrado como la ubicación de este puente en una carretera secundaria ha desmerecido su conservación respecto al primero. La presencia de estos puentes ha contribuido en la incisión de los cauces y en la generación del desnivel existente de 22 metros entre los dos últimos tramos de muestreo.

Los puentes son obras singulares, costosas y vitales para el mantenimiento del sistema de transportes. El mayor impacto es el efecto barrera de los pilares y las zapas (también de los pasos de agua de los caminos) que modifica el flujo natural de agua y sedimentos de los cauces. Sin contar la erosión general, esto es, la que ocurre independientemente de la existencia del puente, y que ya hemos tratado en el apartado anterior, debemos considerar las dos modalidades que esta presenta. La primera es la erosión transitoria en crecidas, una fluctuación del fondo en el sentido de un descenso o erosión seguido más tarde de un ascenso o relleno del fondo. Segundo, la erosión a largo plazo del arroyo o su tendencia a descender como resultado de un desequilibrio fluvial, a menudo causado por afecciones humanas como la instalación de una presa aguas arriba. Un segundo tipo es la erosión por estrechamiento del puente con respecto a la corriente de crecida. Se manifiesta en las pilas y los estribos de los puentes. La erosión local, en último término, es la que tiene lugar alrededor de las pilas y los estribos del puente. Es la más preocupante por ser la de mayor magnitud y porque interesa a los apoyos del puente, lo que evidencia que estos puntos son aptos para instalar instrumentos de medida. Esta tipología de erosión es un fenómeno transitorio, pues desarrolla unos fosos de erosión más hondos durante el pico de crecida que luego son

rellenados en la fase de descenso. Pero, por otra parte, y, como ocurre en el puente de la Esteruela, la erosión local puede ser acumulativa; esto es, el resultado de la erosión de una fase de una crecida larga sobre el que actúa un flujo erosivo de la siguiente fase de la misma crecida (o una crecida posterior). La duración del flujo capaz de erosionar la pila es un factor importante de la acción fluvial. Por ello, la gestión de los puentes pasa por reforzar la pila de forma periódica, tal y como se ha hecho en el puente de la N-322 en 2009 (Fig.12.).



Figura 12. Principales obras sobre el arroyo de la Esteruela. Puente sobre la CV-455 (arriba a la izquierda), puente sobre la N-322 (arriba a la derecha) y pasos asfaltados en el entorno urbano de Casas de Eufemia (abajo a la izquierda) y Los Duques (abajo a la derecha).

De acuerdo con la tabla 2 que sintetiza los principales impactos valorados según su intensidad, nos faltaría por analizar las rodaduras de motocross. Aunque hemos dejado este impacto para el final, se desarrolla por todo el cauce del arroyo. Unas veces los motociclistas atraviesan las parcelas abandonadas y en otras ocasiones aprovechan los tramos secos del propio cauce. A la inversa que los puentes y pasos que acabamos

de exponer, los motociclistas recorren el arroyo longitudinalmente. Han aprovechado pequeñas sendas que con el paso repetido han ensanchado y acondicionado a esta actividad. Los fines de semana el arroyo se convierte en un circuito de entrenamiento para motociclistas de la comarca y demás aficionados. Tal actividad ha calado entre la sociedad que el año pasado se organizó un pequeño concurso en el paraje de Los Terreros, a la salida de Casas de Eufemia hacia la carretera de Los Yesares. Las consecuencias son puntuales y ya han ocurrido algunos accidentes entre los motociclistas y conductores de vehículos, especialmente en el paso asfaltado más próximo a Casas de Eufemia.

Valor de la intensidad de los impactos humanos	
Rodaduras de moto-cross/Rodaduras de coche	10
Caminos en lecho	9
Excrementos de ganado	8
Basuras (escombros, sólidos orgánicos)	7
Presa del riego de Marín y canalizaciones	6
Gravera	5
Quemas de vegetación	4
Árboles secos y pozos en cauce	3
Restos de caza y recolección de caracoles	2
Cultivos en cauce	1

Tabla 2. Valoración de los impactos humanos.

Para terminar, mencionaremos otros impactos todavía más puntuales que el anterior, relacionados con el aprovechamiento humano de los recursos vinculados con el arroyo. De mayor a menor valoración, tenemos los restos de caza y recolección de caracoles. Las dos pedanías, Casas de Eufemia y Los Duques, cuentan con cotos de caza cuyos socios no son exclusivamente habitantes de estas localidades. Tanto los vecinos de estas aldeas como los neorrurales se han aficionado a estas actividades, la caza y la recolección de caracoles. En los días más fríos de invierno suelen aprovechar para calentarse con los restos de leña y sarmientos que hay en las proximidades del cauce, aunque las quemas de vegetación son practicadas normalmente por los agricultores. Sobre la gravera ya hemos hablado de su uso a lo largo del ensayo. Se puede añadir que ha sido abandonada y en la parcela no se da ningún uso en la actualidad.

CONCLUSIONES

Tras el análisis de los usos del suelo desde la colonización agrícola del siglo XVIII y teniendo en cuenta la dinámica hidrogeomorfológica del arroyo, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. El arroyo ha perdido el valor ambiental con un paisaje recreativo y de alto valor ecológico.
2. La erosión hídrica es el principal proceso responsable del ensanchamiento y la incisión del cauce.
3. La disminución del caudal de base se explica por la reducción de las precipitaciones y por la construcción de pozos para el riego auxiliar de la vid en toda la cuenca.
4. Las características del lecho del cauce se seguirán deteriorando a largo plazo por la acumulación de un sedimento fino que degrada la vegetación de la orilla y fomenta la aparición de plantas nitrófilas. Por otra parte, la plantación de chopos supone un riesgo para la extinción de plantas autóctonas.
5. El arroyo recibe las aguas residuales de las localidades de Casas de Eufemia y Los Duques, cargadas de materia orgánica y sólidos en suspensión, lo cual empeora la calidad medioambiental de las propias aguas del arroyo y del entorno.
6. Los puentes son buenos puntos para la medida de la erosión local. En las futuras revisiones de este ensayo propondremos la toma de datos de erosión en esos puntos y la medida de los perfiles transversales en las zonas donde ya se han realizado.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer la idea del tema al catedrático Alejandro J. Pérez Cueva en un trabajo que realicé para su asignatura. Al catedrático Juan Piqueras por sus investigaciones acerca de la colonización agrícola. A Artemi Cerdà, el tutor de este trabajo, que me ha recomendado la medición de los perfiles transversales. Por supuesto a mi padre, ya que sin su ayuda no hubiese podido ejecutar el trabajo de campo.

REFERENCIAS

- BELMONTE, F, "Erosión en cauces afectados por obras de corrección hidrológica (Cuenca del Río Quípar, Murcia)", *Papeles de Geografía*, Nº 41-42, Universidad de Murcia, 2005.
- CALVO, A. y PÉREZ-CUEVA. A, "La distribución de las ramblas en el País Valenciano, una aproximación cuantitativa", *Saitabi*, XXXVI, 1986, pp.397-410.
- CANO, G, "La cuenca de Caballero, afluente del Cabriel", *Cuadernos de Geografía*,

- 1974, pp.45-84.
- CERDÀ, A, *Erosión y degradación del suelo agrícola en España*, Cátedra de Divulgación de la Ciencia, 2008, 209 pp.
- GUTIÉRREZ, M, Geomorfología. Prentice- Hall, 2008, 920 p.
<http://estaciones.ivia.es>
- MAYA, Y, “Caracterización de los oasis”, en L. Arriaga, y R. Rodríguez Estrella eds., *Los oasis de la Península de Baja California*, Publicación nº 13, 1997, pp.5-25.
- PIQUERAS, J. “La plantación de viña a medias en España”, *Eria*, 2007, pp.5-22.
- PIQUERAS, J. “Colonización rural y expolio del Patrimonio Municipal en Requena durante el siglo XVIII”, *Oleana*, Requena, Centro de Estudios Requeneses, pp. 613-665.
- PIQUERAS, J., “Enajenación de bienes comunales y colonización rural en Requena, siglo XVIII”, *Investigaciones Geográficas*, 2010, pp.25-62.
- PIQUERAS, J. *La Estación de Viticultura y Enología de Requena*, 1911-2011, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Valencia, 2011, 288 pp.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S, *Biogeografía y Vegetación*, Real Academia de Ciencias Exactas y Naturales de Madrid, 1985.
- RUIZ-CAMPOS, G., CASTRO-AGUIRRE, J.L., CONTRERAS-BALDERAS, S., LOZANO-VILANO, M.L., GONZÁLEZ ACOSTA, A, F., SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, S. “An annotated distributional checklist of the freshwater fish from Baja California Sur”, *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12, México, 2002, pp. 143-155.
- SEGURA, F., *Las ramblas valencianas. Algunos aspectos de hidrología, geomorfología y sedimentología*, Universidad de Valencia, Departamento de Geografía, 1990, 221pp.
- SUÁREZ, M.L., VIDAL-ABARCA, M.R., “Un índice para valorar el estado de conservación de las ramblas mediterráneas (Índice de Alteración de Ramblas = IAR)”, *Tecnología del agua*, 2008, pp. 67-78.
- SUÁREZ, M.L., VIDAL-ABARCA GUTIÉRREZ, NAVARRO, R., Gómez, Cerezo & López, F., “Los arroyos de Baja California Sur (México): caracterización ambiental y aplicación de un índice de estado de alteración (IAR)”, *Revista Cuaternario & Geomorfología*, 2010, pp.63-77.
- UYS, M.C. & O’KEEFFE, J.H. “Simple words and fuzzy zones; early directions for temporary river research in South Africa”, *Environmental Management* 21, 1997, pp. 517-531.
- VIDAL-ABARCA, M.R., SUÁREZ, M.L., RAMÍREZ-DÍAZ, L., “Ecology of spanish semiarid streams”, *Limnética* 8, 1992, pp. 151-160.
- VIDAL-ABARCA, M.R., GÓMEZ, R, SUÁREZ, M.L., “Los ríos de las regiones semiáridas”, *Ecosistemas*, 2004 (<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=54013113>).