

ESTUDIO DE RIESGOS DE EROSIÓN EN LA CUENCA ALTA Y MEDIA DEL GUADALOPE Y SUS AFLUENTES. (PARQUE FLUVIAL DEL GUADALOPE)

Jesús Saz Gonzalvo
Licenciado en Geografía

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Todo territorio que pretenda un renacimiento económico y social ha de contar invariablemente con su medio natural. La consecución de sus objetivos requiere una visión mucho más amplia que actuar sólo sobre los factores económicos y sociales tradicionales. Es necesario trasladar la mirada hacia un factor que en ocasiones ha sido obviado en el transcurrir de la vida cotidiana y desatendido de cualquier actuación que lo mejorase o incluso que lo estabilizase. Todo lo contrario, el medio natural ha sido visto como un factor que se nos ofrecía, y como tal se ha tomado, en la mayoría de las ocasiones en exceso.

Eso es lo que se ha hecho con buena parte del Maestrazgo, si bien es algo generalizado y que no nos debe sorprender. Se plantea ahora un renacimiento económico y social del mismo, y, con buen criterio, uno de los pilares que se ha tenido en cuenta es el de su medio natural, una pieza de su patrimonio que allí donde se ha mantenido constituye uno de los principales atractivos del territorio, tanto por su diversidad biogeográfica como por su atractivo fisiográfico, sin perder nunca de vista que es un elemento esencial en la ecología del mismo. En este sentido, entendemos por ecología un conjunto de interacciones en la que el hombre forma parte indiscutiblemente, y si el hombre forma parte, también lo hacen sus medios de producción, aquello que en última instancia se pretende mejorar.

En los últimos años todas las directivas económicas tendentes a un desarrollo de zonas desfavorecidas o deprimidas siguen y aplican lo que acabamos de mencionar. Tanto desde las administraciones autonómicas como estatales y en última instancia las europeas se ha querido favorecer aquellos programas que mantuviesen esa visión integradora del territorio, pero llevarlos a cabo cuesta mucho dinero, tiempo y sobre todo esfuerzo. Es necesario un conocimiento real de cada una de las problemáticas con que cada territorio se enfrenta y después transmitir esas problemáticas a los verdaderos promotores económicos que no son sino los propios habitantes, para que ellos mismos sean conscientes y apoyen con sus actuaciones la solución de las mismas.

El estudio que aquí se presenta es parte de esas herramientas de necesario conocimiento del medio natural para posteriormente poder actuar. Se trata de dar a conocer una problemática, inherente a muchas otras zonas, que tiene que ver con la explotación que el hombre ha hecho de

su medio ambiente; sobreexplotación que en el caso que nos ocupa se remonta a un período en el que por las necesidades de vida, y sobre todo aumento de la población, se castigó al territorio con la aparición de nuevas superficies agrícolas en terrenos que actualmente, por las condiciones topográficas en que se sitúan, se encuentran abandonados. La aparición de estas áreas conllevó fuertes acciones deforestadoras y un notable cambio en las condiciones fisiográficas del terreno, traduciéndose en un modelado de las laderas para adecuar las fuertes pendientes a terrenos escalonados con capacidad agrícola. El problema no solamente fue la deforestación de estas zonas, sino que ésta dejó sin cubierta arbórea a grandes áreas que no tenían esa capacidad agrícola. No vamos a entrar aquí en cuales fueron las razones de una u otra actuación, solamente conocemos que los resultados han sido muy perjudiciales.

La deforestación en sí es uno de los problemas graves a los que desde su comienzo ha tenido que enfrentarse este territorio. A este problema se añade, durante el último medio siglo, el proceso de abandono de aquellas zonas que en su día se pusieron en cultivo. Ambos problemas han derivado en una acentuación de los procesos erosivos y por ende en una pérdida irrecuperable de una porción de la superficie de la tierra vital para la actividad biológica.

En muchos casos las pérdidas de suelo debido a la erosión no sólo conllevan una mayor imposibilidad de recuperación de la vegetación natural (lo que frenaría los procesos erosivos), sino que los problemas derivados van mucho más allá. La inexistencia de masas forestales implica una pérdida de la biodiversidad; especies vegetales asociadas al bosque se han perdido, así como toda una franja de fauna que tendría su hábitat natural en el mismo.

Por otro lado, la pérdida de suelo implica también que los procesos generadores de la erosión se acentúen cada vez más: la infiltración es cada vez menor ya que la existencia de una almohadilla natural que absorba el agua de lluvia es cada vez más reducida, por lo que la escorrentía se acentúa, aumentándose la torrencialidad y con ello la capacidad de arrastre del agua. Esto último tiene también una relación directa con la infiltración en profundidad puesto que el agua se pierde y deja de entrar a formar parte de los acuíferos subterráneos, vitales en muchos casos para un abastecimiento directo de los núcleos de población y para la actividad ganadera, que han visto cómo se han reducido o incluso desaparecido los caudales de fuentes naturales.

Todo este problema tiene se percibe directamente si observamos los caudales fluviales tras un evento tormentoso: grandes masas de agua densas y de un color rojizo debido a la gran cantidad de materiales arrancados a las laderas del entorno que nos rodea. Estos materiales arrancados, y que vemos cómo el agua los arrastra en un mínimo período de tiempo, han necesitado miles de años para formarse; por lo que delante de nosotros, aparte del suelo desaparecido, desaparece con él el delicado y minucioso trabajo que la naturaleza había desarrollado en un perfecto ensamblaje de factores formadores. Son estos factores formadores los que el hombre ha desestabilizado, por lo que debe (y ésta es su obligación) hacer el esfuerzo de volver a unir, o al menos poner las condiciones para que la naturaleza misma inicie de nuevo el camino de la estabilidad.

La erosión, por tanto, es un problema para cuya solución es conveniente conocer los principales factores de los que se deriva, y en qué grado cada uno de ellos es directamente responsable.

1.2. OBJETIVOS

El **objetivo principal** planteado en este trabajo es conocer, desde un punto de vista cualitativo, el riesgo de erosión que actualmente asume una parte del Maestrazgo, pudiendo establecer una caracterización del problema de cara a la aplicación de líneas de trabajo tendentes a la posible actuación y minimización del problema.

El logro de este objetivo principal implica llevar a cabo los siguientes objetivos secundarios: Identificación de los principales factores causantes de la problemática erosiva y la caracterización del estado actual de los mismos.

Todo ello tendente, por un lado, a elaborar una lista de recomendaciones que permita a priori avanzar en la solución del problema y, por otro, plantear estudios específicos y líneas de trabajo concretas que pudieran realizarse en un futuro próximo para establecer los criterios técnicos concretos que den apoyo a la gestión del problema.

1.3. LOCALIZACIÓN DEL AMBITO DE ESTUDIO.

El área de estudio de encuentra situada en el sector oriental de la provincia de Teruel, dentro del Parque Cultural del Maestrazgo, un área de 2.789 km² y 43 municipios.

El estudio se enmarca dentro del área de actuación del Plan de Recuperación de Riberas del Guadalope, incluido dentro del programa de Reactivación de Cuencas Mineras y que afecta a 21 de los 43 municipios que gestiona el centro, incluyéndose en este Plan el municipio de Foz Calanda.

El conjunto de la zona se encuadra en el ámbito de las Serranías Orientales Turolenses, un área de montaña media mediterránea constituida por una serie de sierras y valles drenados en su práctica totalidad por el río Guadalope y los afluentes de éste (Guadalopillo, Bergantes, río Aliaga o de la Val, río Pitarque, rambla de las Truchas, río Bordón y río Cantavieja).

El estudio se centra principalmente en aquellos municipios que forman parte de la Cuenca Alta y Media del Guadalope, y que se distribuyen, atendiendo a su vinculación fluvial, del siguiente modo:

- Cuenca del río Guadalope: Aguaviva, Aliaga, Bordón, Castellote, Cuevas de Almuden, Fortanete, La Ginebrosa, Hinojosa de Jarque, Jarque de la Val, Mas de las Matas, Mezquita de Jarque, Miravete de la Sierra, Pitarque, Seno, Villarluego y Villarrolla de los Pinares
- Cuenca del río Guadalopillo: Alcorisa, Berge, Ejulve, Foz Calanda y Molinos.

1.4. METODOLOGÍA.

Para obtener la cualificación de los diversos estados o valoraciones de riesgo de erosión, tal como se ha definido, se ha considerado que del estudio de los factores concurrentes en cada caso, que son las causas de la erosión, podría obtenerse una información adecuada, por cuanto de una conjunción de factores análogos se debe derivar lógicamente una problemática erosiva similar.

El análisis de estas causas se ha realizado mediante el estudio del complejo físico de la cuenca, estimando como factores principales incidentes en la calificación de los fenómenos de la erosión hídrica: 1) el estado y características de la cobertura vegetal, 2) la pendiente y 3) los rasgos litológicos del terreno en función de la erosionabilidad del mismo.

Se podría achacar a este estudio la falta en el mismo de un detallado estudio climático de la zona, no tanto en cuanto a los valores promedios de precipitación y temperatura, sino a los valores que expresen los principales eventos climáticos relacionados con la cantidad e incidencia de lo que se ha venido en denominar como agresividad climática, condicionada principalmente a la existencia de aguaceros, principales causantes de la actividad erosiva hídrica de un territorio. Esta ausencia viene condicionada en un primer lugar por la falta en el territorio de una red de estaciones meteorológicas con series de datos completas y temporalmente homogéneas, exigiendo para la obtención de esta variable un trabajo excesivo que suponía una salida, tanto en el tiempo disponible, como de los objetivos principales, cubiertos en esta primera aproximación con los factores anteriormente comentados. En segundo lugar, y siguiendo las apreciaciones que hace LUCDEME de este factor, se ha considerado que, dado el nivel de percepción a que se realiza esta primera apreciación cualitativa no resulta necesario tenerlo en cuenta, al menos en esta fase, bastando las variaciones con que las posibles diferencias climáticas aparecen reflejadas en la vegetación, para considerar suficientemente representado este factor.

En este sentido, los elementos del medio tenidos en cuenta para la realización de este estudio han sido las pendientes, la litología y los usos del suelo atendiendo al efecto protector que su cubierta ejerce sobre el soporte físico. Cada uno de estos elementos se ha estudiado en un primer momento individualmente, realizando labores de recogida, tratamiento y elaboración de capas de información que en un proceso posterior se han puesto en relación estableciéndose las principales interrelaciones que se producen entre los mismos y de las cuales se ha obtenido el resultado final.

Explotando la información contenida en estas capas temáticas por métodos de cartografía automática mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG), así como la aplicación a los mismos de resultados de algoritmos que integren la implicación de los distintos elementos del medio físico en la fenomenología propia de la erosión hídrica, se han obtenido una serie de conjuntos erosivos dentro de unos intervalos de significación análoga que establecen la cualificación de los diferentes niveles erosivos del territorio. El resultado final de este estudio ha de servir como punto de partida para una posterior cuantificación de estos procesos.

Por cuestiones de espacio de publicación no es posible detallar en este artículo todo el proceso metodológico seguido y de tratamiento de la información por lo que se recomienda la consulta del trabajo original para tener un seguimiento del mismo y comprender la complejidad que ello ha supuesto. Se recomienda así mismo la consulta de la publicación del ICONA (1982) *Paisajes erosivos del sureste español. Ensayo de metodología para el estudio de su cualificación y cuantificación*. Monografías del proyecto LUCDEME, nº26, Madrid.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES QUE INTEGRAN EL TERRITORIO.

2.1. EL RELIEVE

Datos generales

Si se ha de utilizar algún calificativo para describir el relieve del área de estudio, éste ha de ser sin duda la espectacularidad que se deriva a su vez de la compleja estructuración geológica que presenta toda la zona.

Los rasgos del relieve que en la actualidad observamos se derivan de la instalación, durante el cuaternario, de una extensa red fluvial sobre la que se ha venido en denominar como Superficie de Erosión Fundamental. En este sentido, el relieve que actualmente presenciamos es el de un territorio internamente compartimentado, agreste, que contrasta con la planitud de las áreas más elevadas, y, en las que todavía se mantiene la morfología plana de los restos de esa superficie de erosión fundamental que en su día impregnó toda la zona. Ejemplos de todo ello es el relieve de las inmediaciones de Aliaga, el existente en las áreas en torno a San Just, así como el de la parte sur en Fortanete, en donde frente a espectaculares cortados y foces se superponen extensas áreas como la sierra de la Lastra, la propia de San Just, y las denominadas muelas como la de Monchén en Villarlugo.

Como datos que atestiguan el carácter de este relieve cabe citar los siguientes parámetros: la diferencia entre la cota más alta (1863 m. en el Monte de San Victor en Fortanete) y la más baja (443 m. en el embalse de Calanda en Foz Calanda) supone un desnivel de 1420 m. Todo el relieve generado a lo largo de estos dos puntos, situados al Sur y Norte de la zona de estudio respectivamente, se organiza en función de la Superficie de erosión fundamental. Fuertes encajamientos como los del área del río Guadaloque o las áreas de las sierras del Cerro o del Señor en el extremo norte de Villarlugo, en el límite con Aliaga y Ejulve (Organos de Montoro), contrastan con zonas donde la característica dominante es la planitud del relieve. Existen también zonas deprimidas, rellenas por materiales del terciario e incluso del cuaternario, entre ellas cabe citar la Val de Jarque y la Depresión de Mas de las Matas, ambas en donde la dedicación absoluta es la agricultura, ya sea de secano o de regadío. Todo ello aderezado con una predominancia de las áreas con fuertes pendientes

Tabla 1.

Porcentaje de cada clase de pendientes en la zona

Pendientes (%)	Ha.	%
0-12	55633.93	34.06
12-18	23583.45	14.44
18-24	14723.38	9.01
24-35	25902.28	15.86
35-60	35569.37	21.78
>60	7911.74	4.84

2.2. LA LITOLOGÍA

El tipo de litología existente en el área de estudio va a condicionar notablemente la mayor o menor capacidad erosiva del territorio. Esto en función de dos factores: la resistencia ofrecida por los materiales al arrastre a que pudiesen verse sometidos y la capacidad de infiltración del agua de lluvia, lo que sin duda esta en función de la mayor o menor permeabilidad del conjunto litológico. En función de ello diferenciaríamos entre:

Rocas bien cementadas.

Se han agrupado bajo esta clase a todas aquellas formaciones calcáreas compactas que ofrecen, por un lado, una alta resistencia a los procesos erosivos, y, por otro, una relativa capacidad de infiltración debido al alto grado de fisuración que presentan.

Rocas poco consolidas.

Bajo esta clase se agrupan formaciones básicamente calcáreas que presentan una alternancia entre bancos calcáreos y margosos, así como formaciones detríticas terciarias de carácter arenoso y conglomerático. Todo ello en función de una menor resistencia a los procesos erosivos y una mayor impermeabilidad que las anteriores

Rocas blandas.

Son litológicas donde el rasgo característico es la escasa o nula compactación de sus materiales. Son, como la clase indica, formaciones blandas de distinta naturaleza geológica aunque con un rasgo común: la impermeabilidad de muchos de sus materiales. Entran a formar parte litologías yesíferas, margosas, arcillosas, arenosas, lutíticas y limosas

Rocas sueltas.

Son formaciones cuaternarias integradas por materiales detríticos sueltos caracterizados por la heterogeneidad de sus componentes. Arcillas, limos, arenas, clastos calizos, restos de conglomerados....forman un conjunto de formas de relieve que son las que hemos incluido en este apartado: Glacis, abanicos aluviales y depósitos aluviales y aluvial actual.

Tabla 2.

Porcentaje de cada clase litológica en el área de estudio

Clase litológica	% de superficie
Rocas bien cementadas	41.76%
Rocas poco consolidadas	30.87%
Rocas blandas	23.18%
Rocas sueltas	4.19%

2.3. CUBIERTA DEL SUELO.

Las principales formaciones vegetales identificadas en el territorio de acuerdo a las necesidades planteadas en este estudio han sido las siguientes:

Areas de matorral

Un 49,32% del territorio corresponde a este tipo de formación. En su inmensa mayoría son formaciones xerofíticas donde las especies dominantes son las propias de tomillares, aliagares y romerales; *Genista scorpius*, *Thymus vulgaris* y *Rosmarinus officinalis* son las que tienen una mayor representatividad. Junto a ellas especies de gramíneas como *Brachipodium retosum* adquieren especial representatividad como especie con una clara vocación de pasto.

Diferenciamos los *matorrales con suelo desnudo* (47,43 %) y los *matorrales con cubierta herbácea* (1,89 %). La diferenciación radica en la mayor protección del suelo del último frente al primero en el que la escasa presencia de gramíneas reduce la cubierta del suelo a especies leñosas, cuya cubierta puede establecerse entre el 50 y 60%, quedando el resto

expuesto a los procesos de arroyada, hecho que se evidencia por la numerosa pedregosidad superficial exenta de los materiales más finos que han sido lavados y arrastrados por la lluvia.

Áreas con formaciones boscosas.

El tratamiento realizado a las masas boscosas de la zona del Maestrazgo ha estado orientado, más que a la identificación de las diversas especies existentes, al establecimiento de áreas homogéneas en cuanto a cobertura de las mismas, independientemente de la especie.

En este sentido se han diferenciado dos categorías: bosque denso y bosque claro, el primero relativo a las masas arbóreas con densidad superior al 70 % y el segundo todas aquellas con densidad inferior al 70% y superior al 15-20%. Cualquier formación arbórea con una cobertura inferior al 15- 20% se entiende que no debe ser incluida como formación boscosa en cuanto que no cumple con la función, no sólo protectora, sino de retención de suelo, que se supone ha de cumplir este tipo de formaciones, según la orientación que nosotros le estamos dando. Es de suponer, y así se ha contrastado, que en esos casos la formación dominante son los matorrales bajos vistos anteriormente, por lo que la categoría aplicada ha sido el matorral.

Bosque denso.

Bajo esta denominación se encuentra el 14,80 % del territorio y cuyas áreas más extensas y mejor formadas se localizan al sur de la zona de estudio, en el término de Fortanete. También las encontramos, aunque con menor representatividad espacial al este del término de Villarroya de los Pinares y al sur de Villarlengo. Son formaciones de *Pinus sylvestris* muy bien conservadas, lo que implica un altísimo potencial de conservación de suelos, ya no sólo por la protección de su cubierta, sino por el grado de protección que ejercen las especies asociadas a ese bosque, Sabina rastrera (*Juniperus sabina*) y boj (*Buxus sempervirens*), y el conglomerado de raíces asociado. Todo ello bajo un ambiente nemoral que propicia la existencia de extensas áreas con un estrato muscinal muy interesante. Junto a ello, pero en la parte centro-septentrional formaciones de pino carrasco (*Pinus halepensis*) y encinas o carrascas (*Quercus rotundifolia*) se hacen las dominantes. Son masas achaparradas, con multitud de pies debido a la tala continuada y a la altísima capacidad de regeneración que presenta esta especie una vez cortada. Su capacidad de protección del suelo es muy alta debido a la gran densidad que pueden llegar a alcanzar, haciendo prácticamente impenetrable el conjunto de estos bosques

Bosque claro.

Constituido básicamente por las mismas especies anteriores supone un 7,22 % del territorio siendo la causa de esta fisonomía las propias características edáficas. Son masas que aparecen allí donde el desarrollo del espesor edáfico es menor o incluso testimonial, asentándose las especies en los intersticios de las rocas donde la acumulación de suelo es mayor.

Cultivos.

Suponen un 13,79% del total y se han incluido a todos aquellos cultivos, en su inmensa mayoría cerealistas, que se desarrollan en amplias superficies sin ningún tipo de protección contra la erosión, es decir, que las parcelas cultivadas se adaptan a la topografía del terreno, siendo la depresión de Mas de las Matas así como la Val de Jarque y el norte del término de Alcorisa las áreas con mayor representatividad.

Cultivos en bancales.

Se han diferenciado del resto de los cultivos en cuanto que el abancalamiento supone pasar de extensas áreas con unas pendientes, a priori, elevadas, a reducidas parcelas con pendientes prácticamente nulas que impiden los procesos de arrollada. Las áreas de máxima extensión de estas áreas abancaladas se sitúan en la mitad septentrional de la zona, Molinos, Seno, Berge y sobre todo Alcorisa son los términos en donde mayor extensión alcanzan, siendo el espacio ocupado por estos banales el 10,25 % del territorio.

Pastizales.

Suponen el 3,88 % del territorio, ubicándose en las áreas con cotas de altitud más elevadas con temperaturas mucho más frescas y precipitaciones más abundantes. Los encontramos en áreas del entorno de la Val de Jarque (San Just y La Solana) y áreas del alto Maestrazgo en los términos de Villarroya de los Pinares, Fortanete y Villarlengo. Las características intrínsecas de estos pastizales, permiten una protección del suelo total en cuanto suponen un tapiz herbáceo muy denso que impide los procesos de arrollada, a la vez que genera un suelo muy bien estructurado que permite una rápida infiltración del agua de lluvia.

Tabla 3

Porcentaje de cada clase de cubierta en el área de estudio

Clase de cubierta	% superficie
Bosque denso	14.80
Bosque claro	7.22
Matorral con cubierta herbácea	1.89
Matorral con suelo desnudo	47.43
Cultivos	13.79
Bancales cultivados	10.25
Pastizales	3.88
Otros	0.75

3. DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS DIFERENTES GRADOS DE EROSIÓN.

Como introducción a la situación general de la zona estudiada podemos decir que una gran parte de ella aparece con valoraciones altas en cuanto al grado de erosión que afecta a la misma. Un 41,6 % del territorio viene definido por un fuerte riesgo de erosión, presentando un 10,01% del territorio un riesgo de erosión alto y un 31,59 % un riesgo de erosión muy alto. La cifra podría aumentarse de un 41,6 % a un 49,54 % del territorio con riesgo de erosión efectivo si incluimos también el 7,94 % con riesgo de erosión medio. Por el contrario, el área donde los riesgos de erosión son más bajos se eleva a un 49,68 % del territorio, presentando un riesgo de erosión bajo el 25,67 %, y un riesgo de erosión muy bajo el 24,01 % del territorio. El resto, un 0,78 % del territorio corresponde a lo que hemos denominado como zona no considerada, incluyéndose aquí embalses, municipios, etc.

Tabla 4.

Riesgo erosión	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
% superficie	24.01%	25.67%	7.94%	10.01%	31.59%

De las cifras apuntadas en la tabla 4 se deduce claramente una gran bipolaridad del territorio entre zonas con riesgo de erosión efectivo, y, zonas con riesgo de erosión bajo, las

cifras otorgan casi un 50 % del mismo para cada una de estas valoraciones. Esta bipolaridad, resultado de la interrelación entre diferentes variables, se observa también si tenemos en cuenta a esas variables por separado. En el caso de las pendientes (tabla 5), nos percatamos que un 51,49 % del territorio esta por encima del 18 % de pendiente lo que nos indica el alto grado de accidentalidad del mismo. Si a ello sumamos que el umbral del 18 % se considera como el punto a partir del cual el arrastre es total, entendemos parcialmente los datos antes comentados de riesgo de erosión.

Tabla 5.

% pendientes	0-12	12-18	18-24	24-35	35-60	>60
% superficie	34.06%	14.44%	9.01%	15.86%	21.78%	4.84%

Otro dato que avala lo ya dicho es el porcentaje de representatividad que adquieren cada una de las diferentes cubiertas del suelo tenidas en cuenta (Tabla 6). Un dato muy significativo es el porcentaje que llegan a ocupar los matorrales con suelo desnudo, un 47,43 %, casi un 50 %, siendo esta clase una de las que menor protección ofrecen al suelo. Es cierto que esta clase puede aparecer también en valores de pendientes inferiores al 18 %, si bien lo hace en contadas ocasiones pues allí donde la pendiente desciende de ese valor son los cultivos e incluso las zonas boscosas las que adquieren dominancia, cruces estos últimos que lógicamente presentan un riesgo de erosión bajo.

Tabla 6.

Clases de cubierta	Bosque denso	Bosque claro	Matorral con cubierta herbácea	Matorral con suelo desnudo	Cultivos	Bancales cultivados	Pastizales	Otros
% superficie	14.80	7.22	1.89	47.43	13.79	10.25	3.88	0.75

Vista la situación y la trascendencia del problema con el que se enfrenta el territorio estudiado es necesaria una visión mucho más detallada de cada uno de los tipos de riesgo definidos, analizando los diferentes factores que intervienen en la caracterización de los mismos, para posteriormente hacer las oportunas referencias a cada uno de los municipios.

3.1. TIPOLOGÍA DE RIESGOS DE EROSIÓN

3.1.1. RIESGO DE EROSION MUY BAJO.

Las variables que han definido esta tipología de riesgo de erosión son las que se muestran en la tabla 24.

Ocupando un 24,01% del total del territorio estudiado, las áreas definidas por un riesgo de erosión muy bajo presentan una diferencia notable entre el grado de erosividad, definido por el cruce de litología y pendientes, y el grado de protección del suelo de la vegetación, resultado del cruce entre cubierta y pendientes. Mientras que el primero presenta una gran heterogeneidad en cuanto a grado de erosividad, pudiendo ir desde muy baja a muy alta, y estar representado por cualquier tipo de litología y pendiente, en el segundo, el grado de protección tiene una total homogeneidad en cuanto que la protección que ofrece el cruce de cubierta y pendiente es total, estando representado por el bosque denso en cualquier pendiente (63,05 %), bosque claro en pendientes entre 0 y 12 % (7,09 %) y por los bancales cultivados en intervalos de pendiente entre 0 y 12 % y entre 12 y 18 % (29,86 %). (Tabla 7.)

Tabla 7.

**Porcentaje de cubierta del suelo con relación a intervalos de
pendiente en áreas de riesgo de erosión muy bajo**

Cubierta del suelo	Pendiente	% Ha	Ha.
Bosque denso	0-12	16.70	6413.4458
Bosque denso	12-18	10.73	4122.993652
Bosque denso	18-24	7.40	2841.313232
Bosque denso	24-35	11.50	4416.52832
Bosque denso	35-60	13.54	5198.956543
Bosque denso	>60	3.18	1219.713013
Bosque claro	0-12	7.09	2724.854248
Bancales cultivados	0-12	20.13	7733.135254
Bancales cultivados	12-18	9.73	3737.678955
Total			38408.61719

La asignación de este riesgo de erosión muy bajo a las áreas que cumplen estas características es lógica y no necesita de una explicación exhaustiva. Simplemente decir que a pesar de que el grado de erosividad puede llegar a ser muy alto, ya sea por unas litologías blandas o por unos valores de pendiente muy altos, la protección que puede llegar a ofrecer el bosque denso frente a los impactos de la lluvia y al arrastre posterior en cualquiera de las pendientes enmascara totalmente cualquier proceso erosivo que se pudiera derivar de esas situaciones, inclusive allí donde las litologías corresponden a rocas sueltas o blandas.

En estas situaciones bosque y suelo forman un complejo en el que la acción de uno beneficia al otro: la presencia del bosque permite un mayor desarrollo del suelo y un mayor desarrollo del suelo permite una mejora en las propias condiciones del bosque. Es pues un complejo que ha de ser cuidado y mimado para que los procesos de erosión no entren a formar parte de él, ya que si estos, por las razones que sean (más bien por la acción del hombre) interrumpen esta simbiosis, es posible que su actuación pueda llegar a hacer desaparecer por completo el bosque, máxime en situaciones muy críticas de fuertes pendientes y litología blandas en donde de no ser por esa presencia boscosa parte del suelo hubiese desaparecido ya.

El papel que juegan los bancales cultivados, un 29,86 % de la superficie con riesgo de erosión muy bajo, viene justificado cuando estos se sitúan en pendientes entre el 0-12 % y 12-18 %. En estas situaciones la superficie horizontal del bancal suele tener dimensiones amplias y actúa como un buen sistema de infiltración en cuanto que la propia extensión del bancal y las labores agrícolas que descompactan el suelo frenan los procesos de escorrentía. Así mismo, el talud que separa los bancales suele tener muy poca longitud por lo que los procesos de arrastre, si en algún momento llegan a existir, quedan frenados inmediatamente por la superficie del bancal inferior.

3.1.2. RIESGO DE EROSIÓN BAJO

Con un 25,67 % de ocupación total, son áreas definidas por unos valores de erosividad muy bajos o bajos, en donde nos podemos encontrar litologías de cualquier tipo en unos rangos de pendientes entre 0-12 % y entre 12-18 %. En estas condiciones geomorfológicas la acción de la lluvia y más concretamente su agente erosivo, la escorrentía, se ve muy inactivada predominando los procesos de infiltración. Únicamente allí donde los valores de pendiente se

sitúan entre 12 y 18 % los procesos erosivos pueden comenzar a actuar si no existe una cierta cubierta vegetal, no obstante estos valores corresponden a litologías bien cementadas por lo que la capacidad de arrastre queda también muy minimizada.

Tabla 8.

Porcentaje de cubierta del suelo con relación a intervalos de pendiente en áreas de riesgo de erosión bajo

Cubierta del suelo	Pendiente	%	Ha.
Bosque claro	12-18	2.73	1149.279053
Matorral con cubierta herbácea	0-12	1.21	512.2218018
Matorral con cubierta herbácea	12-18	0.33	138.7961731
Matorral con suelo desnudo	0-12	38.45	16214.02246
Matorral con suelo desnudo	12-18	13.10	5524.46582
Pastizales	0-12	4.92	2075.907959
Pastizales	12-18	1.01	424.7648926
Cultivos	0-12	38.25	16129.08691
Total			42168.54688

Son áreas dominadas principalmente por pendientes entre 0 y 12 %, un 82,83 % del área esta en estos valores, repartiéndose la cubierta de las mismas entre matorrales con suelo desnudo que alcanzan un total del 38,45 % y los cultivos sin abancalamiento con un 38,25 %, el resto se reparten entre matorrales con cubierta herbácea, con un 1,21 % y los pastizales con un 4,92 %. En cualquier otra situación de pendientes la cubierta vegetal dominante en estas zonas, ya sean los matorrales o los cultivos sin abancalamiento, tendría una protección muy baja. No obstante, en estas zonas de baja pendiente, independientemente del tipo de cubierta, la protección es alta debido precisamente a las bajas pendientes. Cuando las pendientes alcanzan el intervalo de inicio de erosión 12-18 % (un 17,17 % de la zona) con un mismo tipo de cubierta que en el caso anterior, las litologías han de ofrecer una resistencia mayor al arrastre, es por ello que en este intervalo el tipo de litología corresponda a rocas bien cementadas.

Tanto las áreas con riesgo de erosión muy bajo, como las que acabamos de describir de riesgo bajo, un 49,68 % del territorio, no presentan, a priori, una problemática tal que haya que tener una especial atención sobre las mismas. Si que la habrá que tener en las áreas que a continuación describiremos.

3.1.3. RIESGO DE EROSIÓN MEDIO

Suponen un 7,94 % del territorio, lo que representa en sí una escasa representatividad de los valores otorgados a los diferentes riesgos de erosión. No obstante, refleja muy bien el tipo de territorio en el que nos encontramos, en que los valores medios tanto de vegetación como de pendientes están muy poco representados. Entran a formar parte de estas áreas zonas en donde cualquier tipo de litología se presenta en pendientes que superan el 12 %, pero sin llegar a superar el 35 %, lo que supone una erosividad con valores desde media a muy alta. Los altos riesgos de erosión que se pudieran derivar de este tipo de situaciones quedan controlados con el tipo de protección media-alta que proporcionan cubiertas como el bosque claro, los matorrales con cubierta herbácea y los pastizales, sobre todo en pendientes entre 18 y 24 % y entre 24 y 35 %. El riesgo de erosión medio de estas zonas queda justificado en que, a pesar de ser zonas con

pendientes superiores a la de arrastre total, la protección que puede suponer un bosque claro, un matorral claro pero con una cubierta herbácea protectora y unos pastizales disminuye ese hipotético arrastre total que la propia pendiente marca, produciéndose únicamente movimientos de suelo pero con un transporte espacial muy corto debido a la barrera que supone ese tipo de vegetación.

En el caso de las zonas con pendientes entre 12 y 18 % (un 44,04 % de la zona con riesgo medio), la adscripción a este tipo de riesgo ha estado condicionada a que suponen áreas con litologías deleznales cubiertas básicamente con un matorral con suelo desnudo que, a pesar de la escasa protección que supone, marcaría un freno a ese inicio de erosión derivado de las moderadas pendientes.

Tabla 9.

Porcentaje de cubierta del suelo con relación a intervalos de pendiente en áreas de riesgo de erosión medio

Cubierta del suelo	Pendiente	%	Ha.
Bosque claro	12-18	5.11	768.2876587
Bosque claro	18-24	8.87	1333.650147
Bosque claro	24-35	14.12	2123.824463
Matorral con cubierta herbácea	12-18	2.02	304.1626587
Matorral con cubierta herbácea	18-24	2.62	394.86203
Matorral con cubierta herbácea	24-35	4.33	651.1981201
Matorral con suelo desnudo	12-18	44.04	6625.647949
Pastizales	12-18	5.59	840.4328613
Pastizales	18-24	5.86	880.9638672
Pastizales	24-35	7.45	1120.637207
Total			15043.66699

3.1.4. RIESGO DE EROSIÓN ALTO.

Constituye el 10,01 % del territorio, estando caracterizado por una erosividad del conjunto litología-pendiente desde valores bajos a altos y una protección de la cubierta con un dominio de los valores bajos-medios.

Un 71,47 % de estas áreas corresponden a matorrales con suelo desnudo en pendientes entre 18- 24 % y 24-35 %, tanto sobre litologías bien cementadas como en litologías poco consolidadas. Dentro de esta tipología de matorrales con suelo desnudo se encuentran también todas aquellas zonas que en su momento fueron abancaladas y desde hace décadas aparecen abandonadas. Constituyen zonas con una especial incidencia de los procesos erosivos en cuanto que tras el abandono se produce un rápido proceso de deterioro de los taludes iniciándose procesos de erosión remontante que acaban por hacer desaparecer el banal, y lo más importante, la tierra fértil que contenía. No obstante sobre este aspecto volveremos en el comentario de las áreas con riesgo muy alto.

Un 19,46 % se dedica a cultivos sin prácticas de conservación en pendientes superiores al 12 % y 18 %, lo que supone claramente un riesgo alto de que se produzcan fenómenos erosivos. Son superficies que una gran parte del año aparecen totalmente desprovistas de cualquier efecto protector de los cultivos. Otro aspecto a tener en cuenta en la acentuación de los procesos erosivos tiene que ver con las prácticas agrícolas realizadas por los propios

agricultores. La realización de labores a favor de la pendiente incide en una acentuación de la escorrentía que no encuentra obstáculo alguno para ejercer su poder erosivo. Las pérdidas ocasionadas en estas condiciones suponen una desaparición de los elementos más finos, lo que a largo plazo incide en una menor productividad de estos campos ya que la asimilación de nutrientes está en clara relación con la presencia de materiales finos.

Los bancales cultivados en pendientes entre 18 y 24 % y entre 24 y 35 % (un 9,07 %) suponen también un riesgo alto de erosión en cuanto que la superficie del bancal se reduce y aumenta la longitud y pendiente del talud. A mayor longitud del talud mayor escorrentía y mayor capacidad erosiva, máxime cuando estos taludes suelen aparecer cubiertos con un matorral con suelo desnudo sin prácticamente protección para el suelo.

Tabla 10.

Porcentaje de cubierta del suelo con relación a intervalos de pendiente en áreas de riesgo de erosión alto

Cubierta del suelo	Pendiente	%	Ha.
Matorral con suelo desnudo	18-24	36.40	7132.285645
Matorral con suelo desnudo	24-35	35.07	6872.166504
Cultivos sin prácticas de conservación	12-18	18.59	3642.566162
Cultivos sin prácticas de conservación	18-24	0.87	171.3110352
Bancales cultivados	18-24	6.44	1261.414917
Bancales cultivados	24-35	2.63	514.8338013
Total			19594.57813

3.1.5. RIESGO DE EROSION MUY ALTO.

Las zonas afectadas por riesgos de erosión muy alto constituyen el 31,59 % del territorio de estudio, una cifra muy alta que viene a significar el carácter agreste y la escasa cobertura vegetal del mismo. No obstante, bajo esta cifra se enmascaran todas aquellas zonas pertenecientes a cortados, escarpes y áreas de este tipo que a efectos reales de erosión no serían contabilizables. Son zonas que suelen coincidir con afloramientos litológicos rocosos en los que el concepto de erosión no es aplicable en cuanto que sobre ellos no hay nada que erosionar. Son zonas estériles carentes de cubierta edáfica. Aún así, el porcentaje de territorio que no entra dentro de estas características y está sometido a un riesgo muy alto de erosión continua siendo muy considerable.

Gran parte de estas zonas, un 91,3 %, supera el 24 % de pendiente, situándose el 23,48 % en pendientes entre 24 y 35 %, el 52,29 % entre 35 y 60 % y el 15,53 % en pendientes superiores al 60 %. Solamente el 8,72 % lo hace entre 18 y 24 %. En este sentido, todas aquellas zonas que corresponden a cortados, escarpes, etc. entrarían dentro de ese 15 % por lo que todavía quedaría al menos un 75 % con un riesgo muy alto de erosión efectivo.

Tabla 11.

Porcentaje de cubierta del suelo con relación a intervalos de pendiente en áreas de riesgo de erosión muy alto

Cubierta del suelo	Pendiente	%	Ha.
Bosque claro	35-60	6.00	2828.433594
Bosque claro	>60	1.86	877.361084
Matorral con cubierta herbácea	35-60	1.81	854.6637573

Matorral con cubierta herbácea	>60	0.52	242.915802
Matorral con suelo desnudo	18-24	4.62	2179.216797
Matorral con suelo desnudo	24-35	18.44	8687.685547
Matorral con suelo desnudo	35-60	39.02	18389.45703
Matorral con suelo desnudo	>60	12.64	5956.075684
Pastizales	35-60	1.91	901.2293701
Pastizales	>60	0.21	97.6346817
Cultivos sin prácticas de conservación	18-24	2.58	1214.849243
Cultivos sin prácticas de conservación	24-35	2.01	945.453186
Cultivos sin prácticas de conservación	35-60	0.86	403.3285217
Cultivos sin prácticas de conservación	>60	0.05	23.2377739
Bancales cultivados	18-24	1.52	716.9484253
Bancales cultivados	24-35	3.03	1428.852905
Bancales cultivados	35-60	2.68	1261.504883
Bancales cultivados	>60	0.25	116.5491486
Total			47125.39743

Zonas de bosque claro situadas sobre cualquier tipo de litología y con pendientes superiores al 35 %. Constituyen el 7,86 % de estas áreas y presenta un fuerte riesgo de erosión en cuanto que la presencia de ese bosque claro no garantiza en este tipo de pendientes una protección efectiva del suelo. Son bosques claros, en su mayor parte encinares y pinares, con una cubierta del suelo inferior al 70 %, llegando en muchos casos al 25 %. En estas condiciones de clareo el bosque es incapaz de generar una cubierta herbácea lo suficientemente importante como para permitir una efectiva protección; todo lo contrario, el aspecto del sotobosque es lo más parecido a las áreas con matorral con suelo desnudo, siendo ésta la vegetación que tiene que ejercer el papel protector. Los pies arbóreos, debido a la dispersión en que se encuentran, no cumplen el papel que ya habíamos comentado al inicio de estas valoraciones, y la protección de los mismos no es más que testimonial; no hay protección contra la escorrentía, pues no existe un sotobosque o un manto de materia orgánica que la frene, y la lluvia no encuentra ningún obstáculo para llegar directamente al suelo.

Áreas de matorral con cubierta herbácea sobre cualquier tipo de litología y en pendientes superiores también al 35 %. Ocupan el 2,33 % y a pesar de constituir un matorral con una protección relativamente alta al presentar una cubierta herbácea bajo los mismos, el hecho de situarse en pendientes tan pronunciadas hace que esa protección sea considerada como baja-media y la erosividad como muy alta.

El problema más grave de erosión lo constituyen aquellas zonas cuya cubierta corresponde a matorrales con suelo desnudo, situándose sobre todo en litologías muy deleznales y en unas pendientes que superan en todos los casos el 24 %, constituyendo el intervalo 35-60 % el 39,02 % de estas áreas. Son espacios de clara vocación forestal pero que han sufrido una fuerte deforestación encontrándose en estos momentos en un periodo regresivo y además estabilizado. Corresponden en su mayor parte a las laderas de las grandes estructuras de relieve de la zona, pudiéndose encontrar éstas en dos tipos de situaciones: zonas de matorral que conservan la fisonomía original de la ladera, y, zonas en donde esas laderas fueron abancaladas y más tarde abandonadas. Junto a ello, unas litologías que en la mayoría de los casos entrarían dentro de las clases de rocas poco consolidadas, blandas y sueltas. Entrarían a formar parte de estas zonas gran parte de las áreas incendiadas en 1994 que de una situación de

bosque han pasado directamente a una situación inicial de matorral con un suelo expuesto a la actuación de las condiciones climáticas.

Las dos situaciones comentadas anteriormente participan de una misma problemática erosiva: el fuerte arrastre de materiales que sufren este tipo de zona, no es que exista una grave problemática erosiva en cuanto a fuerte presencia de extensas áreas acarcavadas, pero sí una fuerte erosión del tipo laminar y concentrada en pequeños canalillos que recorren la totalidad de las laderas, acentuándose claramente al pie de las mismas generando en algunos casos acarcavamientos incipientes. Este tipo de erosión deja como consecuencia un extenso tapiz pedregoso que evidencia claramente el lavado continuo de los materiales más finos, cuya traducción directa es la inexistencia de procesos de génesis de suelos. El suelo no presenta ningún tipo de evolución, más bien una estabilidad tendente a la regresión en muchos casos. Junto a zonas donde todavía se mantiene algo de espesor edáfico, existen otras en las que éste ha desaparecido casi por completo, actuado los procesos erosivos directamente sobre el material litológico de partida.

Esta problemática se acentúa todavía más cuando son las zonas abancaladas y abandonadas sobre las que actúa la erosión. Ya hemos comentado algunos aspectos en relación con estas zonas en apartados anteriores, no obstante nos gustaría profundizar algo más sobre el tema. Las fuertes pendientes de estas laderas obligaron a realizar unos abancalamientos con una superficie muy estrecha por lo que el talud de los mismos presenta una longitud mayor que en otras zonas. La superficie del bancal, abandonada desde hace décadas, ha sufrido un proceso de compactación que implica una menor infiltración del agua de lluvia, por lo que en el momento que se rebasa el grado de saturación el agua comienza a fluir hacia el talud. Cuando esta agua, notable en cantidad, llega al borde del talud se precipita por el mismo adquiriendo, debido a la gran longitud del mismo, una fuerte aceleración que incrementa el poder de arrastre e incluso de incisión sobre el mismo. Una vez se ha consolidado este proceso se inicia un proceso de erosión remontante muy difícil de detener y que implica la desaparición paulatina del mismo. Junto a él, la tierra fértil que en su día albergó los diferentes cultivos. En este sentido sobre los taludes se pueden apreciar varias situaciones de menor a mayor grado de gravedad:

- 1- Taludes con arroyamiento difuso predominantemente laminar.
- 2- Taludes con desprendimientos formados por pequeños movimientos en masa. Puntuales en momentos de lluvia excepcionales.
- 3- Taludes con canales y rigolas –arroyamiento concentrado.

El pisoteo repetido del ganado lanar, compacta los taludes y disminuye su cobertura vegetal, transformando situaciones 2 en 3.

Existe también otra tipología de bancal en la que los procesos erosivos pueden actuar todavía con mucha más virulencia. Nos referimos a aquellos en los que la sujeción del mismo no es mediante talud de tierra, sino que se hace mediante un muro de piedras apoyada una sobre otra y sin ningún cemento entre las mismas. Durante el período de cultivo de estos banales los propietarios realizaban una continua labor de reparación de estos muros, labor que dejó de realizarse cuando éstos fueron abandonados. El abandono ha propiciado un desmoronamiento de los muros consecuencia de la presión ejercida por la masa de tierra que contienen. Una vez el muro comienza a destruirse se deja a descubierto la acumulación de tierra que en ocasiones fue transportada íntegramente al bancal desde otras zonas, por lo que el grado de compactación de

la misma es escaso. La inexistencia de esa protección hace que los procesos erosivos actúen de manera implacable; el acarcavamiento de los bancales comienza entonces a incidir sobre el terreno, evacuando toda la tierra y aumentando todavía más la destrucción de las paredes.

Las zonas dominadas por pastizales, un 2,12 %, también pueden suponer un riesgo de erosión muy alto en cuanto que aún a pesar de que la cubierta de pastizal supone una protección muy efectiva, cualquier alteración del mismo puede suponer, en condiciones de altas pendientes, como son las que superan el 35 %, y litologías muy lábiles, una rápida alteración del conjunto con el resultado de un imparable proceso erosivo que puede llegar a afectar a áreas muy extensas. El pastizal es efectivo como agente consolidante para mantener un buen estado del suelo, pero si por cualquier causa desaparece una mínima parte, el proceso remontante de la erosión no encuentra ningún obstáculo que lo detenga y el área erosionada se extiende rápidamente.

En relación con los cultivos sin abancalamiento aparecen situados sobre todo en pendientes entre 18-24 % y 24-35 %. En estas situaciones se agrava todavía más el problema que ya comentamos con relación a las áreas cultivas con riesgo de erosión alto. Problemas derivados de la continua exposición de la tierra de labor durante largos períodos de tiempo y de las malas prácticas agrícolas. No volveremos pues a incidir sobre ello.

Lo dicho en el apartado anterior serviría también para el caso de los bancales cultivados con este tipo de riesgo de erosión. El riesgo aumenta en cuanto que también aumenta la pendiente en la que están situados.

3.2. PRINCIPALES TIPOLOGÍAS DE ZONAS AFECTADAS POR RIESGO DE EROSIÓN MEDIO, ALTO Y MUY ALTO.

Zonas con pendientes entre el 12 y 18%, con litologías que van desde rocas poco consolidadas a rocas sueltas y rocas blandas, y con una cubierta vegetal dominada por el matorral con suelo desnudo. Son zonas con un **riesgo de erosión medio** y ocupan dentro de esta clasificación un 44,04 %. Las pendientes, relativamente moderadas, son las que llevan a considerar a estas zonas con este tipo de riesgo, caracterizándose por no estar excesivamente castigadas y en donde los inicios de erosión han mantenido a las mismas en un estado relativamente aceptable en cuanto a la situación edáfica de las mismas.

Zonas con pendientes entre 18-24 % y 24-35 %, con litologías bien cementadas y poco consolidadas y con cubierta de matorral con suelo desnudo. Suponen el 71,47 % de las áreas con **riesgo de erosión alto**. Son zonas con un riesgo alto que en la actualidad aparecen muy castigadas por el fenómeno erosivo. Las altas pendientes de estas zonas, el tipo de cubierta y el extenso periodo de tiempo transcurrido en esta situación han propiciado que los fenómenos erosivos de las mismas hayan actuado hasta tal punto que muchas de estas áreas se vean en la actualidad desprovistas de gran parte de su cubierta edáfica.

Zonas dedicadas a cultivos sin prácticas de conservación. Suponen un 19,46 % de las áreas con **riesgo alto** y vienen definidas por unas pendientes situadas entre el 12 y 18 % y entre el 18 y 24 %. Áreas dedicadas al cultivo cerealista que no presentan prácticamente ningún método de conservación de suelos. Muchas de estas zonas han visto incluso desaparecer gran

cantidad de protecciones contra la erosión consecuencia del desarrollo de una maquinaria más voluminosa cuyos espacios anteriores resultaban pequeños y poco rentables para la misma

Zonas de bosque claro situadas sobre cualquier tipo de litología y con pendientes superiores al 35 %. Constituyen el 7,86 % de estas áreas y presenta un fuerte riesgo de erosión en cuanto que la presencia de ese bosque claro no garantiza en este tipo de pendientes una protección efectiva del suelo. Son bosques claros, en su mayor parte encinares y pinares, con una cubierta del suelo inferior al 70 %, llegando en muchos casos al 25 %.

Zonas de matorral con suelo desnudo situándose sobre todo en litologías muy deleznales (rocas blandas y rocas sueltas) y en unas pendientes que superan en todos los casos el 24 %. Constituyen el 74 % de las zonas con riesgo de erosión alto. Corresponden en su mayor parte a las laderas de las grandes estructuras de relieve de la zona, pudiéndose encontrar éstas en dos tipos de situaciones: zonas de matorral que conservan la fisonomía original de la ladera, y, zonas en donde esas laderas fueron abancaladas y más tarde abandonadas. Forman parte también las áreas incendiadas del año 1994.

Zonas de banales abandonados, ya sea con talud de tierra o con muros de piedra. En ambos casos aparecen desdibujados ya por los fuertes procesos de erosión a que han estado sometidos..

Zonas de acarcavamiento. Son zonas en donde la actuación de la incisión de los torrentes ha sido tan brutal que se han llegado a generar extensos campos de cárcavas. Coinciden con áreas de litologías sueltas y blandas, cuya presencia se hace más extensiva en las laderas de la Val de Jarque y en el entorno del embalse de Santolea. Estas zonas aparecen representadas en el mapa adjunto.

4. AVANCE DE POSIBLES ACTUACIONES COMO INDICADORAS DE LA CORRECCIÓN DEL PROBLEMA EROSIVO

La solución a cualquiera de los problemas comentados en las páginas anteriores requiere de un estudio minucioso y particularizado de cada situación en particular, delimitando la zona de actuación y elaborando un pliego de condiciones técnicas que evalúen con suficiente rigor todos los aspectos que definen a la misma, pudiendo optar así a una solución que se adapte perfectamente al problema.

La escala a la que se ha realizado este estudio sólo nos permite acercarnos de manera orientativa y generalizada a posibles soluciones que deberían de tenerse en cuenta como inicio de soluciones particulares.

Entre las más sencillas, y generalmente, más económicas, figuran las llamadas medidas biológicas y culturales: laboreo racional, ordenación de cultivos, alternativas de cultivos racionales, tratamiento de rastrojos, control de pastoreo, etc. Con un coste económico mayor se encontrarían todas aquellas labores ligadas a la conservación, mejora y creación de pastizales; conservación y mejora de masas forestales; y repoblación forestal. También llamadas medidas preventivas, que protegen el suelo contra los agentes erosivos o refuerzan su resistencia al arrastre. Su aplicación conlleva una mejora de las propiedades y condiciones hídricas de los suelos, lo que produce una menor génesis de escorrentía.

Las medidas de defensa, más costosas que las anteriores, y orientadas a la corrección de cauces y torrentes son obras cuyo fin es detener la acción del agua o del viento y evitar la degradación y pérdida de suelo. Es decir, desde el punto de vista hidrológico refuerzan los objetivos de las medidas preventivas y controlan la escorrentía que se produce.

4.1. MEDIDAS A ADOPTAR:

4.1.1. ZONAS DE CULTIVOS SIN PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN.

Los principales problemas erosivos en este tipo de zonas corresponden a cultivos que superan el 12 % de pendiente y que han quedado englobadas dentro del riesgo de erosión alto y muy alto.

Por debajo de esta pendiente los riesgos de erosión para estas zonas corresponden a los grados bajo y muy bajo. En este sentido, y aunque los riesgos de erosión sean bajos es posible que estos se produzcan, máxime cuando las técnicas de laboreo no son lo más apropiadas posibles. Una gran cantidad de zonas de este tipo son las que se encuentran en las áreas más llanas de la Val de Jarque y en el entorno de Mas de las Matas. En este tipo de zonas con pendientes inferiores al 12 % la principal medida efectiva en control de la erosión tiene que ver con el cultivo a nivel.

El cultivo a nivel consiste en realizar las labores y otras prácticas de cultivo en el sentido de la curva de nivel del terreno, con objeto de eliminar o reducir la escorrentía superficial del agua y el correspondiente arrastre del suelo. A este respecto se recomienda la consulta de Moldenhauer (1979)

En muchos de estos campos de cultivos podían existir pequeñas barreras protectoras, a modo de aterrazados, que aprovechaban el desnivel y que cumplían un importante papel protector. La destrucción de estas protecciones, apoyándose en una mayor efectividad del laboreo, ha provocado por el contrario un incremento importante de los procesos de arroyada.

4.1.2. ZONAS CON MATORRAL CON SUELO DESNUDO.

Es en estas áreas, donde los riesgos de erosión son mayores, allí donde se deberá aplicar una estudiada política de restauración vegetal tendente a crear espacios natural y socialmente integrados.

Partimos del hecho de que estos espacios presentan, en la mayoría de los casos, una clara vocación forestal por lo que las actuaciones a realizar en los mismos han de guiarse por ese fin: lograr un espacio forestal que frene los actuales procesos erosivos a la vez que se incrementan los valores naturales y económicos de la zona. En este sentido CEBALLOS (1945) afirmaba que *la repoblación no puede plantearse como una plantación monótona de árboles iguales, como puede serlo un campo de trigo; el bosque es una población vegetal, pero no un ejército de árboles.*

En terrenos erosionados como estos se necesita mucho tiempo para restaurar la vegetación y reconstruir los ecosistemas forestales más estables. Por esto, para no hipotecar el futuro de los montes repoblados, es muy conveniente que con la repoblación, se puedan

diversificar los usos y las producciones de los montes, fomentando la biodiversidad desde el comienzo de la repoblación y la ordenación de sus recursos naturales y renovables.

Junto a estas actuaciones de reforestación que conllevan la implantación de especies arbóreas, es posible también iniciar solamente un proceso de restauración mediante la implantación y mejora de los propios matorrales, introduciendo aquellas especies serialmente avanzadas a partir de las cuales y por un proceso de evolución natural de la vegetación se consiga llegar a la aparición de las especies arbóreas propias de estas áreas. Es sin duda una opción mucho más conservacionista y con unos resultados a un plazo más largo que el anterior.

4.1.3. ZONAS DE BOSQUE CLARO.

Ya hemos comentado que corresponden a áreas con una pendiente alta o muy alta por lo que la protección que puede suponer este tipo de bosque claro se asimila en ocasiones a la escasa protección que generan los matorrales con suelo desnudo.

Sobre estas zonas se podrían efectuar una serie de acciones encaminadas a una mejora de estas masas forestales como son: Mejora de la cubierta herbácea y de matorral existente en los claros de estos bosques, acompañada de una introducción de las especies arbóreas de que se trate el conjunto.

4.1.4. BANCALES ABANDONADOS.

Las medidas a adoptar en el caso de los banales abandonados tienen que ver en muchos casos con las posibles medidas que hemos comentado para el caso de las áreas con matorrales, facilitándose en este caso las labores de recuperación vegetal en cuanto que la superficie horizontal del bancale facilita enormemente cualquier labor de reforestación.

En los taludes se podrían aplicar medidas tendentes a afianzar el matorral evitando que el ganado transite por los taludes de estos banales desmoronando los mismos, evitando así la canalización de agua y proceso de arrastre. En el caso de taludes de piedra se propone la restauración de los mismos, una labor eficaz tanto ambiental como económicamente, en cuanto supondría una inyección económica a los propios habitantes de las zonas rurales.

4.1.5. ZONAS DE ACARCAVAMIENTO.

Constituyen zonas en donde la pérdida de suelo alcanza tasas exageradamente altas. Son zonas en donde la propia dinámica geomorfológica y la práctica inexistencia de cubierta edáfica impide cualquier revegetación natural. Es por ello que es en estas áreas donde las obras de ingeniería cobran un mayor protagonismo para controlar la erosión. Obras como la construcción de empalizadas en cárcavas o albarradas en pequeños torrentes pueden retener el suelo evacuado y crear un ambiente de mayor humedad propicio para iniciar una revegetación de los mismos.

En ambos casos se trata de obras completamente manuales por lo que el objetivo pretendido con este tipo de trabajos es doble, puesto que además de intentar recuperar el suelo de nuestros montes, mediante estructuras de fácil implantación y bajo coste, se pretende fomentar el empleo de mano de obra de las poblaciones rurales cercanas.

4.1.6. ZONAS DE CAUCE FLUVIAL.

A pesar de que no ha sido este un aspecto a tratar en el estudio aquí presentado, puesto que la escala del mismo no permitía un tratamiento tan detallado como requieren estos aspectos, sí que queremos hacer algunas apreciaciones respecto a la problemática erosiva que se puede presentar en estas zonas.

Acciones como el progresivo estrechamiento del cauce, o la modificación de su cauce suponen un claro riesgo de erosión de los márgenes del mismo. En este sentido las acciones encaminadas a corregir esta problemática se sitúan en los siguientes puntos:

Defensa contra la erosión de márgenes. Tienen por finalidad aumentar la resistencia de márgenes inestables. El sistema de protección de márgenes más utilizado actualmente corresponde a la implantación de escolleras, aunque también existen otros como los espigones o los gaviones y corazas metálicas.

Defensa contra la inundación de márgenes. Tienen por finalidad minorar el riesgo de inundación de terrenos limítrofes con el cauce mediante la mejora de las características hidráulicas del mismo de forma que permita evacuar sin riesgo los caudales de crecida ordinaria y extraordinaria de alta probabilidad de ocurrencia. Esta situación se puede lograr a través del recrecimiento de los márgenes mediante motas, malecones, diques...y de los dragados del cauce con el fin de mejorar o conservar la capacidad de desagüe del mismo.

5. ZONAS PILOTO DE ACTUACIÓN.

Se presentan a continuación una serie de zonas piloto sobre las que se podría actuar aplicando las técnicas correctivas de erosión comentadas anteriormente. No obstante son zonas amplias que en el caso de una decisión positiva de actuación sobre ellas se necesitaría de una mayor concreción de las mismas de cara a una planificación eficaz, atendiendo sobre todo a las necesidades locales y también en función de la titularidad de las parcelas o de los montes.

ZONA 1.

Aparecería localizada en la cuenca alta del Guadalopec, en los términos de Aliaga, Miravete de la Sierra y Villarroya de los Pinares. El área aparecería situada al oeste de la Sierra de la Lastra, concretamente en las laderas que jalonan dicha sierra hacia los barrancos del Peral y del Enebral.

Son zonas caracterizadas con riesgos de erosión alto y muy alto, dominadas por una cobertura vegetal que corresponde al matorral con suelo desnudo, sobre litologías blandas en la mayoría de los casos y con unas pendientes que superan en las partes altas de las laderas el 35 %, descendiendo en las bajas hasta los intervalos de 18-24 % y 24-35 %; a partir de los valores más bajos, un descenso generalizado hacia el fondo del valle.

Al plantear la restauración de la vegetación mediterránea, y en particular la de estos terrenos, es necesario considerar que, un medio determinado puede ser el adecuado para el mantenimiento de una determinada cubierta vegetal, pero no para su creación, porque faltan las modificaciones que crea en el medio esa misma cubierta (GANDULLO, 1992).

Atendiendo a las especificaciones establecidas por RIVAS MARTINEZ (1987) para este sector de la zona, la etapa final de desarrollo de la vegetación correspondería a un quejigar. No obstante, ninguno de los estadios de regresión de esta serie aparecen en la zona debido a la degradación que ha sufrido la cubierta edáfica en donde el óptimo biológico para una nueva restauración del encinar es nulo. La restauración forestal en estos casos ha de ir encaminada a una regeneración del encinar en cuanto que las condiciones del medio si que se adaptan a los requisitos biológicos de la encina. A partir de aquí sería posible una recuperación del quejigar debido a la propia recuperación de las variables antes comentadas..¹

ZONA 2.

Localizamos esta área de actuación en las laderas que jalonan la Val de Jarque en los municipios de Hinojosa de Jarque y Jarque de la Val, al norte de la carretera comarcal que une Aliaga con la N-420, en los parajes denominados como Peñuela, El Raboso, El Blanquizar, Zugarrero y Cabezo Rubio.

Son zonas con una escasísima cobertura de vegetación, aliagas y tomillares de carácter puntual con presencia de grandes claros, dominando unas litologías caracterizadas dentro de los que hemos denominado como rocas poco consolidadas y rocas blandas pertenecientes en su gran parte al terciario de conglomerados sueltos, areniscas y arcillas. Caracterizando el conjunto unas pendientes que superan en la mayoría de las ocasiones el 35 %.

Plantear cualquier acción reforestadora en estas zonas conlleva un riesgo alto de no obtener los resultados deseados, Es necesario en estas zonas comenzar con una labor técnica de control de la erosión y mejora de los suelos.

En este sentido, en los principales cursos de la zona elegida (Bco. del Villarejo, Bco. de la Viña, Cañada del Raboso, Bco. del Abuelo, Rambla de Remundo, Bco. Derecho y Bco. Lenar), coincidiendo además con la cabecera de los mismos se plantea una actuación ligada a la construcción de diques de contención o albardas de piedra con armazón metálico de forma escalonada a lo largo del cauce de los mismos. De esta forma se pretende la corrección estabilizando y alcanzando la pendiente de compensación. Sobre las laderas de estos cauces, y para controlar esa escorrentía difusa y concentrada en regeros e incluso cárcavas de cierta entidad se recomienda la instalación, siguiendo las curvas de nivel, de pequeñas empalizadas que hagan las veces de pequeños abancalamientos. Se pretende con ello controlar la escorrentía superficial por disminución de la velocidad de las aguas, lográndose una mayor retención de humedad por el suelo. Posteriormente un semillado con especies de matorral presentes en la zona.

ZONA 3.

Area del entorno del Embalse de Santolea. Localizada en el municipio de Castellote se trata de una zona muy afectada por la erosión, máxime en los aledaños de la cola del embalse, en donde las fuertes pendientes, unas litologías blandas y poco consolidadas y un matorral claro con suelo desnudo hacen de ella un área con riesgos de erosión muy altos, sumándose a ello las áreas incendiadas en 1994 en la zona de Luco de Bordón.

¹Por cuestiones de espacio no es posible presentar aquí el modelo completo de restauración por lo que para conocer el modelo a seguir en este tipo de restauración se recomienda la consulta del trabajo original y la publicación de GANDULLO(1992)

En este caso, no se trata solamente de la corrección de un problema de erosión, sino que las actuaciones van mucho más allá en cuanto inciden directamente en la solución de un problema con repercusiones económicas y sociales directas: el progresivo aterramiento del embalse

Las actuaciones más inmediatas en cuanto a un comienzo de solución se centran, por un lado, en el entorno del Barranco de Dos Torres, un área con fuertes problemas de acarcavamiento cuya solución pasa por las actuaciones comentadas para la zona 2 y quizá actuaciones directas relacionadas con la repoblación en cuanto que la zona, no tan desprovista de cubierta edáfica como la anterior, permitiría una intervención con especies de rápido crecimiento como los pinos. Por otro lado, en la margen derecha de la cola del embalse también se plantearía una repoblación de ese mismo estilo que alcanzaría los sectores drenados por los barrancos de Gómez, Grigulleras, la Roza y Camorra.

ZONA 4.

Más que de una zona concreta, pues el problema es generalizado, se trata de una intervención relacionada con la restauración de bancales que presentan un estado de deterioro muy alto. Corresponden en su gran parte a bancales con muro de piedra, abandonados la mayoría y conservando, sólo unos pocos, el cultivo de olivo.

Area 1:

Entorno de Ejulve: Existen dos zonas principales con este tipo de problemática, la primera de ellas en la ladera de la margen derecha de la carretera que desde Ejulve llega hasta La Zona. Una segunda zona corresponde al entorno más cercano de la población.

Area 2:

Localizada en el entorno de Las Parras de Castellote, las áreas de actuación aparecen ubicadas a lo largo de los kilómetros 8 y 9 de la carretera que llega desde Aguaviva. Otro punto con especial incidencia se localiza a la salida del núcleo de población en dirección a Jaganta.

Area 3:

Aparecería situada en el entorno del tramo de la carretera Molinos-Seno y en el núcleo de Molinos. Aunque abandonados una gran parte de ellos, otros todavía conservan los usos de cultivo, olivo principalmente. Se mejoraría así su calidad paisajístico-ambiental e incluso la cultural, sumada a la que presenta el propio núcleo de población.

6. CONCLUSIONES

El estudio aquí presentado nos ha mostrado una primera visión de conjunto de la problemática erosiva en la que se encuentra una buena parte del Maestrazgo turolense. Hemos conocido el estado de los principales factores que intervienen en dicha problemática y como, tras un análisis combinado de los mismos, se ha llegado a conocer el estado general de la zona atendiendo a una valoración de riesgos de erosión clasificados en los valores de Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto; y cuales han sido las principales variables que han intervenido en la definición de los mismos, llegando a establecer una serie de áreas tipo en donde los riesgos

de erosión, atendiendo a la gravedad de los mismos, presentaban problemáticas con una clara necesidad de ser corregidas.

La corrección de los problemas erosivos de cualquier zona esta directamente relacionada con una ordenación agrohidrológica de la misma. En este sentido, y dadas las posibilidades limitadas de modificar las características morfológicas y climáticas, se deben explotar al máximo las posibilidades que ofrece el manejo de la vegetación para controlar el proceso hidrológico; por tanto, la interacción de la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea en el ciclo hidrológico, debe ser estudiada en las condiciones particulares de cada caso.

Las masas boscosas tienen una gran influencia en la regulación de la escorrentía y, consecuentemente, en el control de la erosión del suelo. Esas masas se encuentran, generalmente, en las partes altas de las cuencas, áreas de producción de agua, donde están bajo la influencia de diversas condiciones climáticas, edáficas, geológicas y antrópicas. Por tales razones, se deben manejar de acuerdo al objetivo previamente establecido: si se trata de restaurar suelos deteriorados y controlar las avenidas y los fenómenos erosivos, deben hacerse esfuerzos para implantar el bosque. Si el objetivo es mantener la cuenca hidrográfica en buenas condiciones, a la vez que darle un uso múltiple, se tratará de controlar las actividades que se desarrollen en la cuenca de manera que se altere lo menos posible el suelo y la vegetación.

Cualquier actuación encierra dos enfoques, el curativo, enfrentar el problema una vez que existe y esta localizada la causa, debiéndose plantear la solución sobre opciones tecnológicas de distintos tipos; y el preventivo, es decir, prever y considerar el problema antes de que se produzca. Realmente, ambos planteamientos no son alternativos sino interactivos y complementarios.

La solución pues del problema erosivo implica las consiguientes acciones conservadoras, correctoras y restauradoras.

Estas acciones son: distribución racional de cultivos; prácticas de conservación de suelos agrícolas; conservación, mejora y creación de pastizales; conservación y mejora de masas forestales; repoblación forestal; y corrección de cauces y torrentes.

En este sentido, cualquier actuación ligada a la protección del suelo y control de la erosión relacionada con acciones forestales incide directamente en una mejora de la regulación hídrica y en una protección de la fauna y la vegetación silvestres, lo que directamente supone la mejora del medio natural. Pero también se incide sobre la mejora de los recursos económicos y creación de empleo en cuanto que muchas de las actuaciones estarán ligadas a la adecuación de la ganadería, el fomento del sector forestal y en último término un fomento del turismo ligado sobre todo a esa mejora del medio natural.

Debe considerarse, y esto es transcendente, la participación de los afectados. En estas áreas montañosas, con una problemática compleja, hay que contar con la población autóctona. Y para ello hay que conseguir que el proceso participativo esté acompañado de transparencia informativa, de claridad en las decisiones y de consideración de las aportaciones recibidas.

ANEXO.

DATOS MUNICIPALES

Se presenta a continuación una relación municipal con la situación porcentual de las diferentes variables estudiadas y el porcentaje de riesgo de erosión presente en cada uno de los municipios.

En las tablas adjuntadas se puede observar una relación completa de los porcentajes de cada variable y riesgo de erosión existentes con relación al total municipal.

Tabla 1.

PENDIENTES	0-12	12-18	18-24	24-35	35-60	>60
MUNICIPIOS						
AGUAVIVA	49.78%	12.86%	7.15%	12.36%	15.97%	1.88%
ALCORISA	60.09%	13.70%	6.74%	9.71%	9.24%	0.52%
ALIAGA	23.13%	13.81%	9.10%	17.38%	28.13%	8.44%
BERGE	24.53%	14.18%	9.38%	19.96%	29.11%	2.84%
BORDON	18.33%	15.22%	13.26%	21.66%	28.17%	3.36%
CASTELLOTE	21.95%	12.33%	9.25%	18.80%	29.86%	7.81%
CUEVAS DE ALMUDEN	49.38%	11.72%	7.99%	14.81%	15.58%	0.51%
EJULVE	32.07%	13.97%	9.83%	19.04%	23.84%	1.24%
FORTANETE	37.19%	18.80%	9.86%	15.06%	17.56%	1.53%
FOZ CALANDA	34.17%	14.96%	8.03%	13.90%	24.08%	4.86%
HINOJOSA DE JARQUE	44.21%	15.58%	9.04%	14.85%	15.61%	0.71%
JARQUE DE LA VAL	52.58%	16.09%	9.39%	12.85%	9.00%	0.08%
LA GINEBROSA	43.21%	14.81%	8.70%	14.01%	17.74%	1.54%
MAS DE LAS MATAS	68.68%	12.91%	5.97%	7.70%	4.71%	0.02%
MEZQUITA DE JARQUE	73.81%	13.56%	4.41%	4.89%	3.23%	0.10%
MIRAVETE DE LA SIERRA	34.05%	14.82%	9.33%	17.67%	21.44%	2.68%
MOLINOS	32.11%	13.64%	9.52%	18.83%	23.43%	2.46%
PITARQUE	22.23%	16.06%	11.32%	16.24%	23.63%	10.52%
SENO	29.45%	16.37%	12.63%	19.93%	19.89%	1.73%
VILLARLUENGO	19.61%	12.16%	8.16%	16.08%	29.15%	14.84%
VILLARROYA DE LOS PINARES	41.40%	20.55%	10.88%	14.04%	12.34%	0.78%

Tabla 2.

CLASE LITOLÓGICA	Rocas bien cementadas	Rocas poco consolidadas	Rocas blandas	Rocas sueltas
MUNICIPIO				
AGUAVIVA	29.53%	3.87%	47.56%	19.04%
ALCORISA	17.02%	67.96%	11.99%	3.03%
ALIAGA	38.32%	43.44%	17.76%	0.48%
BERGE	41.30%	31.96%	25.57%	1.17%
BORDON	9.18%	69.97%	17.71%	3.13%
CASTELLOTE	36.36%	35.58%	25.45%	2.61%
CUEVAS DE ALMUDEN	16.59%	48.75%	25.70%	8.96%
EJULVE	49.88%	32.26%	17.86%	0.00%
FORTANETE	95.59%	0.00%	1.52%	2.89%
FOZ CALANDA	40.81%	41.44%	12.78%	4.98%
GINEBROSA, LA	37.61%	3.16%	42.17%	17.07%
HINOJOSA DE JARQUE	9.50%	43.70%	31.17%	15.64%
JARQUE DE LA VAL	12.04%	42.92%	32.14%	12.91%
MAS DE LAS MATAS	15.30%	0.13%	71.95%	12.61%
MEZQUITA DE JARQUE	5.12%	35.90%	37.46%	21.53%
MIRAVETE DE LA SIERRA	0.00%	57.12%	42.88%	0.00%

MOLINOS	35.00%	35.13%	23.63%	6.23%
PITARQUE	76.65%	10.93%	12.41%	0.00%
SENO	69.27%	2.50%	28.24%	0.00%
VILLARLUENGO	51.76%	28.42%	19.82%	0.00%
VILLARROYA DE LOS PINARES	39.20%	10.95%	49.86%	0.00%

Tabla 3.

CLASE CUBIERTA	Bosque denso	Bosque claro	Bancales cultivados	Cultivos	Matorral con cubierta herbácea	Matorral con suelo desnudo	Otros	Pastizales
MUNICIPIO								
AGUAVIVA	17.26%	1.35%	2.44%	44.66%	0.00%	33.87%	0.43%	0.00%
ALCORISA	11.32%	0.51%	38.60%	28.23%	0.00%	20.46%	0.89%	0.00%
ALIAGA	9.25%	11.50%	2.63%	8.65%	8.03%	59.63%	0.31%	0.01%
BERGE	17.46%	9.67%	30.80%	5.13%	0.00%	36.09%	0.86%	0.00%
BORDON	0.00%	0.00%	16.78%	1.36%	0.00%	81.86%	0.00%	0.00%
CASTELLOTE	6.02%	4.20%	15.41%	3.70%	0.00%	67.55%	3.11%	0.00%
CUEVAS DE ALMUDEN	12.04%	1.03%	0.00%	33.76%	0.93%	27.39%	0.18%	24.67%
EJULVE	22.85%	15.84%	3.32%	8.88%	0.04%	48.53%	0.05%	0.51%
FORTANETE	49.28%	14.83%	2.11%	5.43%	1.68%	20.74%	0.08%	5.86%
FOZ CALANDA	10.82%	1.71%	33.44%	7.26%	0.00%	43.90%	2.88%	0.00%
GINEBROSA, LA	13.58%	3.78%	6.43%	37.38%	0.00%	37.67%	1.16%	0.00%
HINOJOSA DE JARQUE	0.00%	0.00%	1.46%	41.25%	2.55%	45.19%	0.14%	9.41%
JARQUE DE LA VAL	4.80%	0.00%	0.20%	48.56%	3.48%	33.64%	0.16%	9.16%
MAS DE LAS MATAS	1.42%	4.24%	13.12%	64.45%	0.00%	15.99%	0.76%	0.00%
MEZQUITA DE JARQUE	1.08%	5.73%	0.00%	56.27%	0.00%	4.51%	0.00%	32.41%
MIRAVETE DE LA SIERRA	0.00%	3.57%	2.54%	8.16%	1.81%	83.83%	0.00%	0.10%
MOLINOS	12.31%	5.68%	17.50%	5.31%	0.00%	59.04%	0.16%	0.00%
PITARQUE	17.02%	13.65%	0.97%	1.49%	4.48%	62.39%	0.00%	0.00%
SENO	1.21%	7.62%	25.54%	2.37%	0.00%	63.18%	0.08%	0.00%
VILLARLUENGO	12.64%	10.00%	3.12%	1.80%	4.47%	59.73%	0.03%	8.22%
VILLARROYA DE LOS PINARES	19.63%	1.04%	8.97%	6.28%	0.00%	41.72%	0.08%	22.27%

Tabla 4.

RIESGO DE EROSIÓN						Zona no considerada
MUNICIPIOS	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
AGUAVIVA	19.67%	46.75%	4.36%	10.52%	18.28%	0.42%
ALCORISA	45.61%	30.33%	1.81%	8.44%	12.89%	0.92%
ALIAGA	14.06%	20.74%	11.28%	10.02%	43.57%	0.32%
BERGE	37.68%	9.97%	6.18%	9.93%	35.34%	0.90%
BORDON	9.08%	12.38%	8.91%	10.74%	58.90%	0.00%
CASTELLOTE	15.73%	13.95%	4.92%	11.29%	50.91%	3.19%
CUEVAS DE ALMUDEN	12.58%	47.42%	12.82%	7.09%	19.89%	0.20%
EJULVE	29.01%	24.07%	8.75%	12.78%	25.34%	0.05%
FORTANETE	55.67%	23.34%	5.74%	7.06%	8.12%	0.08%
FOZ CALANDA	39.18%	12.22%	2.88%	11.65%	31.17%	2.89%
HINOJOSA DE JARQUE	1.00%	42.73%	11.69%	10.61%	33.85%	0.13%
JARQUE DE LA VAL	5.12%	53.66%	12.98%	12.93%	15.16%	0.17%
LA GINEBROSA	19.37%	37.93%	2.82%	15.23%	23.40%	1.25%
MAS DE LAS MATAS	13.22%	60.70%	3.52%	11.18%	10.61%	0.78%

MEZQUITA DE JARQUE	4.45%	69.56%	14.51%	5.09%	6.39%	0.00%
MIRAVETE DE LA SIERRA	4.80%	27.64%	12.45%	4.07%	51.03%	0.00%
MOLINOS	24.73%	25.08%	5.69%	11.86%	32.47%	0.16%
PITARQUE	19.66%	28.79%	7.22%	13.23%	31.10%	0.00%
SENO	17.42%	25.62%	5.65%	22.11%	29.12%	0.08%
VILLARLUENGO	15.88%	17.23%	12.00%	7.87%	46.98%	0.03%
VILLARROYA DE LOS PINARES	28.01%	25.38%	19.70%	5.59%	21.23%	0.09%

BIBLIOGRAFIA.

ALLOZA, J.A. & IBAÑEZ, J. (1992). Mapa de erosión de suelos. Parque cultural de Molinos

CHAPARRO, J. & ESTEVE, M.A. (1996). Criterios para restaurar la vegetación en ambientes semiáridos. En: *Quercus*, pp 14-17.

CEBALLOS, L. (1945). *Los matorrales españoles y su significación*. Escuela especial de Ingenieros de Montes. Madrid.

DE ARANDA, G. (Coord.) (1992). *Hidrología forestal y protección de suelos. Técnicas y experiencias en dirección de obras*. Colección Técnica, Mministerio de agricultura, Pesca y Alimentación, ICONA. Madrid.

DE SIMON, E.; BOCIO, I. & DE SIMON, J.A. (1999). “Restauración de la vegetación en cuencas hidrográficas”. En *Montes*, nº 58, Ed. Asociaciones y colegios de ingenieros de montes e ingenieros técnicos forestales, Madrid.

GARCIA RUIZ, J.M. (1996). Marginacion de tierras y erosión en áreas de montaña. En: *Erosión y Recuperación de Tierras Marginales*, Lasanta, T. & García Ruiz, J.M. Ed. Instituto de Estudios Riojanos, Soc. Española de Geomorfología.

HERRERO-BORGOÑON, J.J. (1994). Impacto de las técnicas forestales de repoblación sobre los procesos erosivos y la fertilidad del suelo en condiciones ambientales mediterráneas. Conselleria d’Agricultura, pesca y Alimentació. Generalitat Valenciana. Valencia.

ICONA (1982). *Paisajes erosivos en el sureste español*. Ensayo de metodología para el estudio de su cualificación y cuantificación. Monografías del proyecto LUCDEME, nº 26, Madrid.

LOPEZ BERMUDEZ, F. (1996). La degradación de tierras en ambientes áridos y semiáridos. En: *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*. Lasanta T. & García Ruiz J.M. Ed. Instituto de Estudios Riojanos, Soc. Española de Geomorfología

LOPEZ CARDENAS, F. (Dir.) (1994). *Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión*. TRAGSA-TRAGSATEC. Madrid.

MOREIRA MADUEÑO, J.M. (1991). *Capacidad de uso y erosión de suelos. Una aproximación a la evaluación de tierras en Andalucía*. Agencia de Medio Ambiente, Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla.

PEÑA, J.L. (1985). *Geomorfología de la Provincia de Teruel*. Instituto de Estudios Turolenses. Teruel.

PEREZ CABELLO, F. *La dinámica ambiental posterior al incendio forestal: modelización en el Prepirineo occidental oscense*. Tesis de Licenciatura. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza. Inédita.

PERLES ROSELLÓ, M.J. (1997). *Medir la erosión: fragilidad erosiva en el valle del río Vélez*. Centro de ediciones de la Diputación de Málaga. Málaga.

POESEN, J. (1995). Soil erosion en Mediterranean enviroments. In: Desertificaion in a European context. Fantechi, Balabanis & Rubio. Ed. European comission, Brusels pp: 123-152

QUEROL MONTERDE, J.V. (1995) *Ecogeografía y explotación forestal en las serranías de Albarracín y Gudar-Maestrazgo*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie: Investigación. Zaragoza.

RIVAS-MARTINEZ, S. (1987). *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I.C.O.N.A. Madrid.

SAZ GONZALVO, J. (2001). *Del Paisaje Integrado a la Cartografía de Suelos. Sector Intraibérico en el Entorno del Pancrudo y del Jiloca*. Tesis de Licenciatura. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza. Publicada en Geoforma ediciones e Instituto de Estudios Turolenses. Logroño.

THORNES, J.B. (1995). Mediterranean desertification and the vegetation cover. In: Desertificaion in a European context. Fantechi, Balabanis & Rubio. Ed. European comission, Brusels, pp: 169-194