



La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL)

Enero de 2008-Nº 3

MEMORIA RESUMEN 2006

CONTENIDOS MEMORIA 2006

INTRODUCCIÓN	1
ANÁLISIS Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS DE EROSIÓN Y DESERTIFICACIÓN EN ESPAÑA	1
EVENTOS MÁS IMPORTANTES	5
CONCLUSIONES	8
NOTICIAS Y NOVEDADES	12

INTRODUCCIÓN

Durante el año 2006 no ha habido incorporaciones a la Red RESEL.

No se ha producido cambios de importancia en los sistemas experimentales de las estaciones pertenecientes a la Red, aunque si se han ampliado algunos equipamientos.

En octubre de 2005 se finalizó el proceso de instrumentación de la Cuenca de Araguás con la instalación en el aforo de los elementos necesarios para medir el caudal y el transporte de sedimento junto a una estación meteorológica completa.

En el área experimental de **Vallecebre** no se ha realizado ningún cambio en el sistema experimental respecto al informe anterior, 2005-2006, sin embargo, se ha instrumentado una nueva red de medida de la humedad del suelo en la subcuenca de Cal Parisa y se ha iniciado en agosto la lectura simultánea en ambas redes, a fin de poder sustituir una red por otra en el próximo futuro. También se ha instalado un pluviómetro en la misma estación a fin de obtener datos en la misma salida de la subcuenca, y se han realizado algunas renovaciones de sensores que no afectan el sistema de medidas.

En la cuenca experimental de **Almanzora** se producen, de manera continuada, desperfectos en las instalaciones, habitualmente se reducen a roturas en los caballetes que delimitan las parcelas y son producidos por jabalíes o por el ganado. Sin embargo, durante los últimos años se han cometido robos y destrucción de instrumentos en la estación de Albox (nº 21) por parte de personas. Ello ha obligado a sustituir de

forma continuada el instrumental dañado o desaparecido.

Durante el verano del 2006, en la Estación Experimental de **Rambla Honda** se instalaron nuevas sondas de humedad en la cabecera de la cuenca instrumentada y quedaron operativas justo al final del período. Ha habido cambio de propietario de las fincas que incluyen el área experimental, pero ello no ha afectado ni se prevé que afecte al menos en los próximos años la gestión y/o uso del suelo.

ANÁLISIS Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS DE EROSIÓN Y DESERTIFICACIÓN EN ESPAÑA

En la cuenca de **Izas** la precipitación total del año hidrológico 2005-2006 fue de 2.221 mm, repartidos entre 1.500 de lluvia y 721 de nieve (entre el 3 de noviembre y el 17 de marzo; este año se aleja algo del normal 50% entre ambas formas). Se registró precipitación durante casi la mitad de los días (176), con un máximo diario de 116 mm.

Las dos terceras partes de los materiales que dejaron la cuenca lo hicieron en solución, a pesar de las bajas concentraciones debido a la naturaleza del roquedo. Y eso en un año con extraordinaria producción de gravas, que suponen un 31 % del total, mientras que los solutos alcanzaron un 66% (normalmente el aporte de los solutos suele ser el 85 o 90%).

En la Estación Experimental de **Valle de Aísa** el periodo octubre 2005-septiembre 2006 puede considerarse, en general, un periodo lluvioso, pero sin elevadas intensidades y sin una acumulación excesiva de lluvia en pocos meses.

Los coeficientes de escorrentía son ligeramente más altos que los medios desde que la estación está en funcionamiento, si bien están dentro de los valores normales para este tipo de parcelas.

Los resultados sobre la concentración media de sedimento ponen de relieve la baja concentración a lo largo de todos los meses estudiados y en los distintos usos del suelo.

Todos los usos, salvo el Cereal, la Artica B y la Abandonada, presentan mayor concentración de solutos que de transporte de sedimento en



La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL)

Enero de 2008-Nº 3

suspensión, lo que puede ser debido a que durante el año hidrológico que estamos analizando no ha habido eventos lluviosos de elevada intensidad ni respuestas rápidas de la escorrentía, sino que ésta ha venido siempre de eventos de varios días de lluvia de escasa intensidad, por lo que ha habido tiempo para la dilución de nutrientes en el agua de escorrentía.

Los resultados obtenidos de pérdida de suelo muestran las bajas pérdidas de suelo que tienen lugar en este tipo de ambientes, incluido los usos agrícolas con mayor exportación de sedimento. Las menores pérdidas tienen lugar en la parcela Quemada A (8,99 g/m²), Testigo (4,80 g/m²), el Prado (14,94 g/m²), la Abandonada (41,39 g/m²), la Quemada B (56,16 g/m²) y la Artica A (61,99g/m²).

Al igual que en la concentración de sedimento las mayores pérdidas tienen lugar en la Artica B (297,60 g/m²), el Barbecho (75,19 g/m²) y el Cereal (128,70 g/m²). Se trata, en los dos primeros casos, de usos que apenas cuentan con cubierta vegetal, y en los que el suelo es removido, por lo que dejan material suelto disponible para ser arrastrado por las aguas de escorrentía. Hay que destacar el comportamiento moderado del Barbecho, con unas modestísimas pérdidas de 75,19 g/m².

Como se ha señalado en otras ocasiones, se puede observar la existencia de dos grupos en cuanto a la concentración y pérdida de sedimento. Un grupo lo forman el Prado, la Testigo, la Abandonada de cereal y la Quemada A, caracterizadas por una baja concentración de sedimento y bajas pérdidas de suelo. Se trata de parcelas con un cubrimiento vegetal muy denso, lo que disminuye el transporte de material. En el lado opuesto se sitúan las parcelas labradas (Barbecho, Cereal fertilizado y Cereal de Artiguelo), que presentan valores más altos en concentración de sedimento y en las pérdidas de suelo, en relación con un cubrimiento vegetal más bajo y con la remoción del suelo, lo que favorece una mayor disponibilidad de material para ser transportado.

En la Cuenca Experimental de **Arnás** el año hidrológico 2005-2006 ha estado muy próximo a la normalidad si atendemos a los valores medios de precipitación, con un total de 986 mm. Los meses más húmedos han sido octubre de 2005 (178,4 mm), septiembre de 2006 (150,2 mm) y

marzo de 2006 (132,8 mm).

El caudal medio ha sido de 21 l/s, inferior al que cabría esperar para el volumen de precipitaciones registrado. La razón es que una parte importante de las lluvias cayeron en verano, cuando la cuenca tiene más dificultades para reaccionar debido a la sequedad del suelo y al bajo nivel de los piezómetros.

En la Cuenca Experimental de **San Salvador** el año hidrológico 2005-2006 puede considerarse normal (1.108 mm) en comparación con la media, que está en torno a 1.100 mm anuales. No obstante, su distribución mensual ha sido muy diferente de la habitual, lo que ha tenido importantes repercusiones hidrológicas. El mes más lluvioso ha sido septiembre de 2006, con 176,4 mm, seguido por el mes de octubre de 2005, con 175 mm.

El funcionamiento hidrológico del barranco de San Salvador durante el año 2005-06 no ha coincidido con el régimen de precipitaciones. Así, todo el otoño fue muy seco, a pesar de las lluvias de octubre y diciembre, indicando que el nivel freático estaba muy bajo y era incapaz de producir escorrentía superficial de saturación. En primavera sólo el mes de marzo registró caudales elevados, después de un mes de febrero de lluvias abundantes y un mes de marzo bastante lluvioso.

El año hidrológico 2005-2006 ha estado muy próximo a la normalidad en la Cuenca Experimental de **Araguás**, si atendemos al total de precipitaciones anuales. En Araguás se ha registrado una precipitación total de 799,2 mm. La media anual en estaciones próximas está en torno a 800 mm. Los meses más húmedos han sido octubre de 2005 (169,2 mm) y septiembre de 2006 (146,4 mm).

El caudal medio anual fue de 3,09 l/s, aunque no se ha podido computar el mes de octubre de 2005. El mes más caudaloso fue septiembre de 2006, con 8,8 l/s, seguido por el mes de marzo con 7,33 l/s. Los caudales más bajos se registraron en abril (0,53 l/s) y en enero (1,20 l/s), por debajo incluso de los meses de verano. El pico más alto de caudal ocurrió el día 29 de octubre de 2005, con 2.046 l/s, seguido por el día 22 de septiembre de 2006 con 1.871 l/s.

La cuenca de Araguás muestra una elevada capacidad para exportar sedimento, que está



La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL)

Enero de 2008-Nº 3

relacionada con la densidad de la red de drenaje, la friabilidad del regolito y la bajísima cobertura vegetal en las áreas ocupadas por cárcavas.

La coincidencia entre pico de crecida y pico de concentración suele ser habitual, pero en ocasiones el pico de concentración precede claramente al pico de crecida, lo que se explica unas veces porque el aumento de caudal barre los sedimentos acumulados en el fondo del cauce dejados por una avenida anterior, y otras veces por el acceso súbito de material directamente al cauce (movimiento en masa).

La Estación Experimental de **Valcebre II** presenta coeficientes de escorrentía algo inferiores a los obtenidos en años con precipitación cercana a la media, ya que la precipitación ha sido inferior.

Desde el punto de vista del transporte en suspensión, se ha registrado un transporte por debajo de la media de los 10 últimos años, sobretudo en la estación de Ca l' Isard debido a las bajas intensidades de las precipitaciones que no han erosionado las cárcavas como en años anteriores, no produciendo así la misma cantidad de material susceptible a ser transportado.

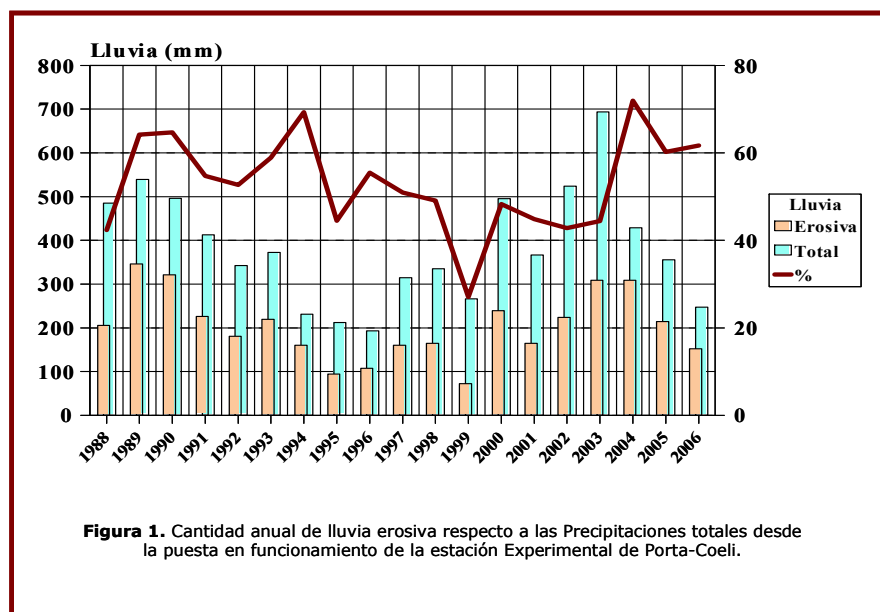


Figura 1. Cantidad anual de lluvia erosiva respecto a las Precipitaciones totales desde la puesta en funcionamiento de la estación Experimental de Porta-Coeli.

durante 2006 (Figura 1), lo que es también reflejo de los cambios antes mencionados.

Los valores de coeficiente de escorrentía tienen unos valores globales un 45,45% inferiores a los del año anterior y un 57,14% respecto al 2003.

En general, los cambios en las características de las precipitaciones, con un descenso continuado en la cantidad de lluvia desde 2004, han dado lugar a una disminución tanto en la escorrentía generada como en la pérdida de suelo. A esto se suma las buenas condiciones generales de los suelos en las diferentes parcelas, que aunque todavía muestran claras diferencias entre los diferentes tratamientos, las cantidades de sedimentos producidas en todos ellos son muy bajas.

En la Estación Experimental de **Porta-Coeli**, la cantidad y características de las precipitaciones ocurridas durante el presente año han reflejado el mantenimiento de la tendencia hacia la disminución de las precipitaciones que se inició en el 2004.

La reducción en la cantidad de lluvia caída ha venido acompañada por un cambio tanto en el número como en las características de las precipitaciones, que han descendido de 131 episodios en 2005 a 90.

El volumen total de las lluvias erosivas también ha descendido gradualmente desde 2003, pasando de 308,4 mm a 152,4 mm en 2006 y con una reducción respecto al año anterior de un 28,78%. Lo que si se ha incrementado es la proporción respecto a la precipitación total anual que suponen este tipo de lluvias, que ha pasado de un 44,45% en 2003 o un 42,37% en 2004 a un 61,65%



La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL)

Enero de 2008-Nº 3

En la Estación Experimental de **Venta el Olivo** la respuesta observada durante este año 2006 permite concluir, que siguen existiendo diferencias entre las parcelas que fueron quemadas y las no quemadas siendo la escorrentía y la erosión mayor en las zonas afectadas por el y por tanto perdurando el efecto negativo del incendio después de 9 años.

En las zonas quemadas se ha generado un total de escorrentía entre 2 y 4 veces mayor que en las zonas naturales y que mientras en las zonas naturales no se genera prácticamente sedimento, los valores siguen siendo significativos en las áreas afectadas por el incendio.

Se sigue observando respecto a años anteriores un incremento en los umbrales de intensidad para la movilización de sedimento. Este resultado sigue apoyando la hipótesis de un posible "agotamiento" del material en estas parcelas cerradas como se apuntó en informes anteriores.

En la Estación de **Burete**, dado que es el primer año de monitorización no se pueden establecer comparaciones con otros años o con eventos diferentes.

Lo que si se observa es un claro efecto del cambio del uso del suelo en la erosión del suelo de tal forma que el paso de un suelo forestal a cultivo provoca un incremento en 5 veces de la tasa de erosión. También se observan diferentes mecanismos implicados en la generación de escorrentía y sedimentos dependiendo del uso de suelo.

En la Cuenca Experimental de **Almanzora** las precipitaciones de este año hidrológico son moderadas como, por otra parte, suele ser habitual en esta zona. La mayor pluviometría se produjo el mes de mayo con una precipitación total de 95,8 mm, lo que supone 37% de la precipitación total anual.

En el área experimental de Jauca, como viene siendo habitual la parcela que más escorrentía produce y más sedimentos exporta es la parcela 6, en tanto que la parcela 1 es la que menos escorrentía y exportación de sedimentos genera a pesar de que su pendiente sea mayor,

motivado por la mayor densidad de la cobertura vegetal natural.

En el área experimental de Geva, el comportamiento de las 3 parcelas sigue siendo similar al de años anteriores, aunque en este año se han producido menos eventos generadores de escorrentía y por tanto, de exportación de sedimentos. La tasa de erosión es muy baja en todos los casos, oscilando entre 1,35 t/ha para la parcela testigo (T), 1,81 t/ha para la arada (A) y 2,18 para la revegetada (R). Dada las bajas tasas de erosión encontramos que prácticamente la totalidad de la materia erosionada lo ha sido en suspensión, tan sólo en 2 eventos en cada parcela se exporta una pequeña cantidad en acarreo, coincidiendo con los eventos de lluvia más abundante.

En **Rambla Honda**, el año hidrológico 2005-2006 ha sido similar a la media en cuanto a precipitación y más cálido respecto a temperatura. La precipitación total ha sido de 266 mm, repartida irregularmente en las 4 estaciones. Contrariamente a la media de los últimos 16 años, primavera ha sido la estación más lluviosa (87,5 mm), seguida del invierno (85 mm), verano (36,2 mm) y otoño (22,3 mm). El total del días con precipitación ha sido de 64, si bien más del 50% de las veces la precipitación fue inferior a 1 mm.

En la Finca Experimental **La Higuera**, durante el año hidrológico 2005/2006 la precipitación total acumulada fue 446,1 mm, un valor 8% inferior a la precipitación anual media para la serie de la estación meteorológica de 55 años de duración (485,7 mm).

Durante el presente año hidrológico la producción de escorrentía fue extraordinariamente reducida en todas las parcelas. La mayor pérdida de agua por escorrentía tuvo lugar en la parcela de Barbecho con una producción total de 262 litros que equivalen a un coeficiente de escorrentía del 0,87%. Mientras que en el resto de parcelas la generación escorrentía fue significativamente más reducida, las parcelas de Laboreo Convencional y Siembra Directa registraron volúmenes similares de escorrentía, en torno a 25 litros que equivalen a un coeficiente de escorrentía de apenas el 0,05%. En el caso extremo, la parcela de Abandono donde el

La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL)

Enero de 2008-Nº 3

coeficiente de escorrentía fue nulo y, por tanto, el coeficiente de infiltración del 100%.

En cuanto a las tasas de erosión, de forma paralela al caso de la escorrentía, en todos los casos se registraron valores extremadamente reducidos. La mayor pérdida de suelo correspondió a la parcela de Barbecho en la que se registró una tasa de erosión anual de 479,5 kg ha⁻¹, seguida de la parcela de Siembra Directa con una tasa anual de 34,7 kg ha⁻¹ y la parcela de Laboreo Convencional con apenas el 9,1 kg ha⁻¹; en la parcela de Abandono la pérdida de suelo por erosión hídrica fue nula.

En las estaciones de la Universidad de Salamanca, observando los valores anuales, las precipitaciones registradas en el año hidrológico 2005-06 en el conjunto de las tres cuencas vuelven a aproximarse a los valores medios, correspondientes a las estaciones del Instituto Nacional de Meteorología más próximas, en el período 1967-2000 (906 mm en **Rinconada**, 494 mm en **Morille** y 432 mm en **Villamor**), e incluso en las dos últimas son superiores. De esta forma, parece que se cierra un ciclo de sequía, que abarcó los dos años hidrológicos anteriores, y que tuvo una incidencia muy notable en los procesos hidrológicos. Esto ha hecho que, por ejemplo, a pesar de la recuperación de la precipitación los valores de escorrentía, especialmente en Rinconada, sigan siendo muy bajos.

El año hidrológico ha seguido siendo pobre en términos de generación de escorrentía. Los datos anuales la cuenca de Rinconada muestran la singularidad del último año hidrológico. La precipitación registrada (89% del promedio) ha estado muy cerca de la media de los cuatro años precedentes, sin embargo la generación de escorrentía ha mostrado los valores más bajos desde que está en funcionamiento la cuenca experimental.

En el año hidrológico analizado se ha puesto de manifiesto una vez más el diferente comportamiento de las tres cuencas en relación, sobre todo, con su diferente uso del suelo y tipo de cubierta vegetal. Como ya se había observado con anterioridad, la cuenca con mayor cantidad de precipitación es la que registra un menor coeficiente de escorrentía en los episodios registrados. Se pone de manifiesto la enorme influencia que tiene el factor uso del suelo en la capacidad de generar escorrentía.

EVENTOS MÁS IMPORTANTES DEL AÑO

En la Cuenca Experimental de **Izas**, entre el 28 y el 31 de octubre ocurrieron los eventos de pluvio/escorrentía que originaron los aportes de sedimentos en suspensión. En poco más de 24 horas cayeron 173 mm de lluvia, (28-29 de octubre), que originaron el primer suceso; y 77 mm cayeron un día después, esta vez en menos de 24 horas. Con toda probabilidad, fue en esos momentos cuando se produjo la descarga de las diez toneladas de gravas. Las concentraciones de sedimentos en suspensión alcanzaron los 100 mg/l.

Finalizando el año hidrológico, entre el 22 y el 23 de septiembre, de nuevo se produjeron lluvias muy intensas: la primera de 103 mm en doce horas (con un pico de intensidad de 25 mm/hora) seguida a menos de 24 horas por una segunda de 79 mm (intensidad de 20 mm); en ambos casos el caudal subió a 800 l/s, aportando la energía suficiente para arrastrar las otras diez toneladas de gravas; las concentraciones de sedimentos en suspensión pasaron de 120 mg/l.

En la Estación Experimental de **Valle de Aísa** dos eventos pluviométricos registran coeficientes de escorrentía relativamente elevados en las parcelas de Artica B, Cereal y Barbecho y altas concentraciones de sedimentos en suspensión. Corresponden a precipitaciones de 46,2 l/m², en 12 días, y 48,4 l/m² a lo largo de 204 horas. Las concentraciones de sedimento fueron también altas en las parcelas labradas.

En el primero de los eventos mencionados y, como consecuencia de un coeficiente de escorrentía elevado y altas concentraciones, las pérdidas de suelo fueron también altas en la parcela de Cereal y Artica. Por el contrario, fueron bastante moderadas en el resto de los usos.

En el segundo evento, las mayores pérdidas de suelo fueron más elevadas en la Artica B (20,50 g/m²) y el Cereal (20,42 g/m²), como consecuencia tanto de los elevados coeficientes de escorrentía como de una concentración muy alta en ambos usos, especialmente de sedimento en suspensión, que fue de 1,1 g/l en ambos usos. Las tasas de sedimento más bajas corresponden a la Quemada A y a la Testigo,



La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL)

Enero de 2008-Nº 3

debido más a sus bajos coeficientes de escorrentía que a la carga de los flujos que presentaron concentraciones próximas al Prado, Artica A y Abandonada.

En la **Cuenca Experimental de Arnás** el pico máximo de caudal se registró el día 23 de septiembre de 2006, con 4.141 l/s. En total se han registrado 12 nuevas avenidas. Las lluvias de otoño han tenido un reflejo muy limitado en la respuesta hidrológica, a pesar de las elevadas precipitaciones de octubre de 2005.

Varias crecidas han mostrado elevadas concentraciones de sedimento en suspensión, llegándose a superar en algunas de ellas (en julio, agosto y septiembre) la capacidad de saturación del turbidímetro, establecida en 4.291,3 mg/l.

En la Cuenca Experimental de **San Salvador**, la precipitación más voluminosa se registró el día 13 de octubre de 2005, con 57,4 mm. La máxima intensidad en 5 minutos se alcanzó el día 19 de julio con 12,8 mm, reflejando la ocurrencia de una típica tormenta de verano. Sin embargo, en esa fecha no hubo ningún cambio hidrológico, de manera que toda la precipitación (43,4 mm), incluso a pesar de su elevada intensidad en 5 minutos, se destinó a recargar los exhaustos acuíferos.

El pico máximo de caudal se registró el día 11 de marzo de 2006, con 179 l/s. Durante el mes de octubre, que fue cuando se registraron las precipitaciones más elevadas del año, el caudal más elevado alcanzó 9,4 l/s, lo que indica que la inmensa mayoría de la lluvia se destinó a recargar los acuíferos, y que no hubo prácticamente escorrentía superficial.

En total, durante el año hidrológico 2005-06 se han contabilizado 44 crecidas en la Cuenca Experimental de **Araguás**, una cifra muy superior a la registrada en las cuencas de San Salvador (2) y Arnás (12), a pesar de que el total de precipitaciones ha sido ligeramente inferior en Araguás.

En el área experimental de **Vallcebre**, el período del informe año 2006 se inició con un otoño con una crecida importante seguida de otras pequeñas a moderadas acabando el mes de diciembre con un solo día de lluvia.

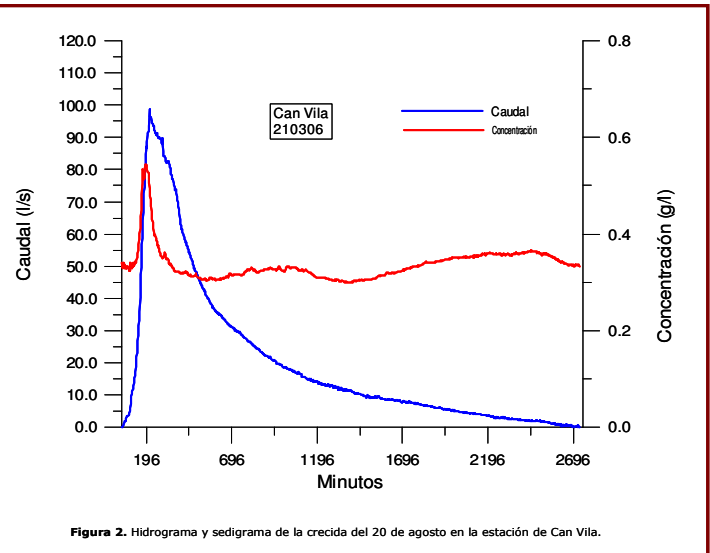


Figura 2. Hidrograma y sedigráfico de la crecida del 20 de agosto en la estación de Can Vila.

En la figura 2 se muestra la crecida del 21 de marzo en la estación de Can Vila, que muestra un correcto funcionamiento de los sistemas. Esta crecida mediana muestra una antecendencia de los sedimentos respecto a los caudales líquidos, que es el tipo de respuesta más usual en esta estación.

En la estación experimental de **Porta-Coeli**, durante el presente año se han registrado 90 episodios de lluvia de los que solo siete han producido escorrentía de forma apreciable. (Ver Figura 3)

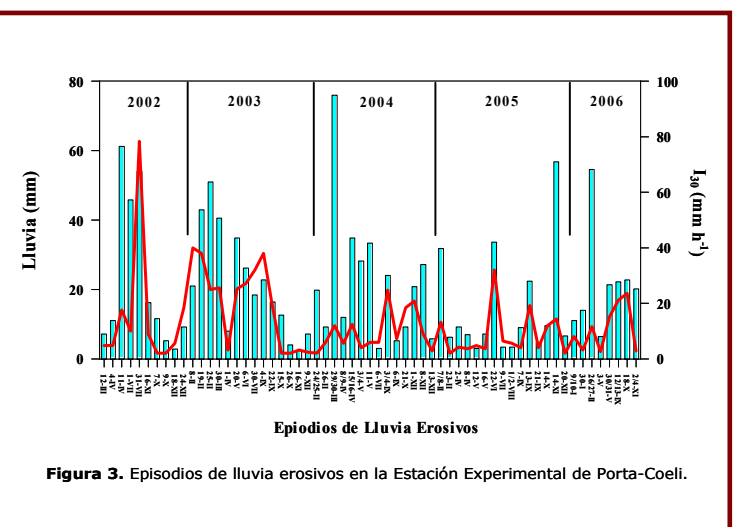


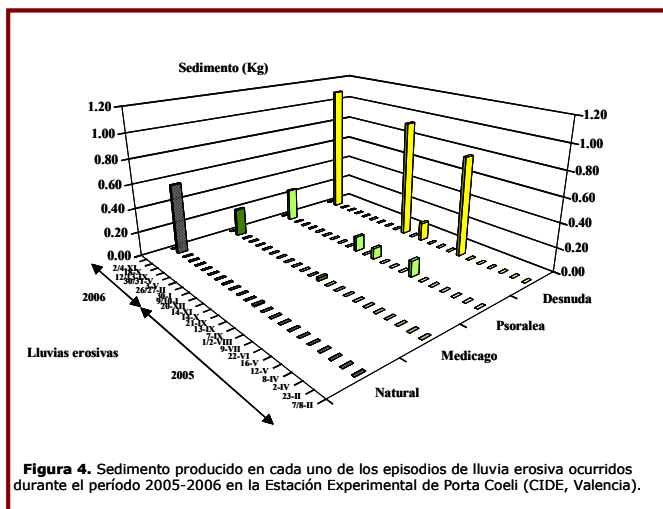
Figura 3. Episodios de lluvia erosivos en la Estación Experimental de Porta-Coeli.

La estabilidad funcional de las parcelas frente a los procesos erosivos se manifiesta claramente en los parámetros relacionados con la pérdida de suelo. Los valores observados de pérdida de suelo neta

La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL)

Enero de 2008-Nº 3

(Figura 4) reflejan el cambio en las características de las precipitaciones, con un solo episodio de lluvia durante 2006 en el que se apreció producción de sedimento. A lo largo del presente año la pérdida de suelo total en el conjunto de las parcelas ha sido de $0,017 \text{ T.ha}^{-1}$, muy similar a la observada en el año anterior, aunque contrasta con los valores de 2003 que fueron diez veces mayores.

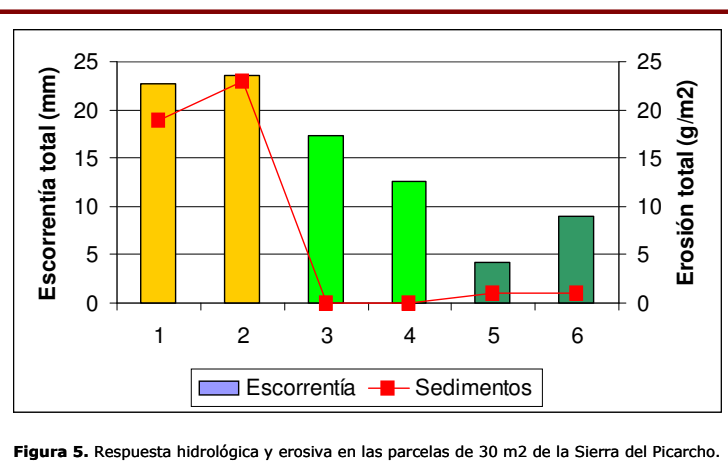


En la Estación Experimental de **Venta el Olivo**, 2 eventos acaecidos en abril y noviembre movilizaron sedimentos, no solo a escala de parcela si no también a escala de cuenca. En la estación de Burete, donde las lluvias totales e intensidades más moderadas han sido capaces de movilizar sedimento destacan 4 eventos en los meses de mayo, septiembre y noviembre, que son han generado mayor respuesta hidrológica y erosiva.

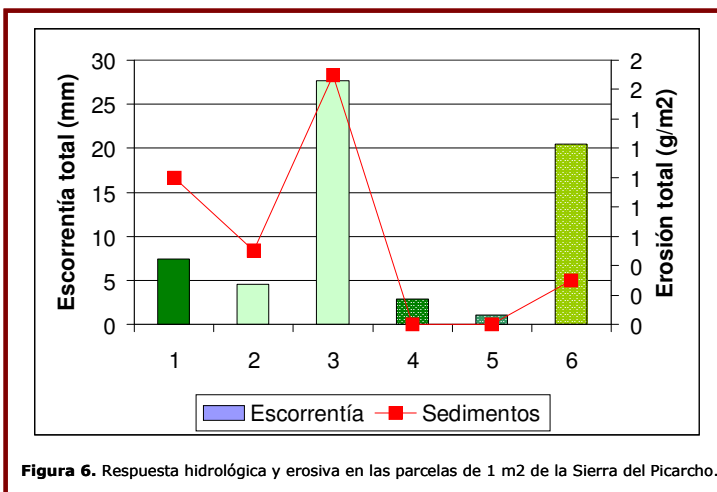
En la Estación Experimental de Venta el Olivo, las intensidades medias de lluvia, referidas a I_{30} , fueron de $10,81 \text{ mmh}^{-1}$ con un 70% de los eventos con intensidades inferiores a 10 mmh^{-1} y un 12% de eventos con intensidades superiores a 20 mmh^{-1} . La intensidad máxima registrada fue de $50,40 \text{ mmh}^{-1}$ coincidiendo con el evento de precipitación máxima que alcanzó 115 mm. El pico máximo de lluvia se concentra en noviembre representando un 39% de la lluvia anual.

En las parcelas de 30 m^2 , los resultados de las correlaciones entre la respuesta hidrológica y erosiva y las características de la precipitación nos indican que dicha respuesta viene determinada por ambas, precipitación total e intensidad máxima en 30 minutos en las parcelas de esparto quemado (correlaciones próximas a 0,80 y 0,60 para

escorrentía y erosión, respectivamente) mientras que en las zonas no quemadas la precipitación tiene un peso ligeramente superior que la intensidad (0,85 y 0,70) en la respuesta hidrológica y no existe correlación alguna entre las características de la precipitación y la erosión. (Ver figura 5)



En las parcelas de 1 m^2 , los resultados de las correlaciones entre la respuesta hidrológica y erosiva y las características de la precipitación nos indican que ambas respuestas vienen determinadas fundamentalmente por la precipitación total más que por la intensidad máxima en 30 minutos en la mayoría de las parcelas. (Ver figura 6)



Dos eventos han generado escorrentía y movilización de sedimentos a escala de cuenca en una de las dos cuencas (cuenca 1) afectadas por el incendio.

Los eventos generadores son aquellos de mayor intensidad y se corresponden con los días 28/04/06 y 06/11/06.



La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL)

Enero de 2008-Nº 3

En éste último se produjo desbordamiento por lo que no se pueden presentar los resultados de escorrentía. En estas cuencas no se había movilizad o sedimento desde el año 2000. Se observa un caudal máximo alto en comparación con los obtenidos para intensidades de lluvias similares del año 2000.

CONCLUSIONES

En la Cuenca Experimental de **Izas**, localizada en un entorno de la alta montaña mediterránea, con la importancia de los aportes en forma de nieve (aproximadamente la mitad de las entradas al ciclo) y la intensidad (elevada precipitación), destaca la importancia de la erosión química, la mayoría del material (80 a 90 %) abandona la cuenca disuelto en el agua de escorrentía.

Respecto a la relevancia de los resultados obtenidos en relación al conocimiento de los problemas de degradación de suelos, aguas y vegetación, al ser la intervención antrópica prácticamente nula, la cuenca puede ser una referencia en relación con otras áreas donde las intervenciones humanas pueden ser muy destructivas (por ejemplo, estaciones de esquí).

El proyecto de la Cuenca Experimental de Izas sólo puede ser rentable desde el punto de vista científico a largo plazo, pues a pesar del "experimental" no se realizan experimentos con intervenciones humanas que varíen los usos tradicionales. El único experimento es natural: la posibilidad de detectar, en esos ambientes relativamente extremos, las lentas variaciones (en el ciclo hidrológico, los procesos erosivos, las variables meteorológicas, tal vez en la composición de los ecosistemas) que podrían derivarse del cambio global climatológico.

Los resultados obtenidos en la estación experimental de **Valle de Aísa** confirman, una vez más, el importante papel que desempeña la cubierta vegetal y la mayor o menor intensidad de las perturbaciones antrópicas. El funcionamiento de la Estación Experimental Valle de Aísa contribuye a explicar la dinámica hidromorfológica de diferentes usos del suelo en áreas de montaña y ayuda a predecir los efectos de determinadas decisiones de gestión:

- ✓ El matorral denso y el pasto natural representan excelentes opciones para la conservación del suelo y del agua.
- ✓ El cultivo cerealista en alternancia con el barbecho o mediante el sistema de artigueo tiene un comportamiento muy negativo para la conservación del suelo, por lo que se aconseja su sustitución por pastos.
- ✓ A la vez el abandono de tierras de cultivo supone la disminución de la producción de sedimento hasta valores próximos a las parcelas de pasto; en cualquier caso, la reducción de las tasas de erosión es mucho más rápida cuando el abandono se produce a partir de rastrojo de cereal fertilizado con abono químico que a partir del cultivo de cereal mediante artigueo.
- ✓ Los incendios del matorral significan una pérdida brusca de sedimento particulado y de nutrientes durante los primeros meses después del fuego, pero si no hay nuevas perturbaciones la recolonización vegetal es suficientemente rápida e intensa como para establecer tasas de erosión próximas a las anteriores al incendio. La existencia de fuegos frecuentes parece, sin embargo, retrasar la recuperación de la vegetación, incrementando los coeficientes de escorrentía y las pérdidas de suelo.

La información disponible hasta septiembre de 2006 sobre la Cuenca Experimental de **Loma de Arnás** permite llegar a las siguientes conclusiones sobre el funcionamiento hidrológico y geomorfológico de la cuenca:

- ✓ La cuenca de Arnás reacciona de forma rápida frente a casi cualquier precipitación. Sin embargo, durante las primeras lluvias de otoño la respuesta hidrológica es mucho menos eficaz debido a la necesidad de recarga de los acuíferos.
- ✓ La forma del hidrograma repite muy bien la forma del hietograma. Este paralelismo sugiere que, al menos parte de la cuenca, funciona siguiendo un patrón hortoniano, con escasa influencia de la infiltración. Sin embargo, los análisis estadísticos realizados con las avenidas demuestran que el modelo de funcionamiento es más complejo.
- ✓ Habitualmente, las fuentes de sedimento se localizan en el cauce y sus proximidades. Así lo sugieren las relaciones entre hidrogramas y sedigramas durante crecidas. Por lo general, el pico de sedimento en suspensión precede al pico de crecida, dando lugar a curvas de histéresis positivas. Sin embargo, durante lluvias prolongadas toda la cuenca se convierte en productora de escorrentía de agua y sedimento, disminuyendo la concentración de material en suspensión (debido a que contribuyen áreas menos erosionadas) y además el pico de

La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL)

Enero de 2008-Nº 3

sedimento en suspensión se retrasa en comparación con el pico de caudal (curva de histéresis negativa). Esto explica el que las relaciones entre pico de caudal y pico de concentración de sedimento no sean muy estrechas, pues las avenidas de mayor intensidad coinciden con lluvias prolongadas y, por lo tanto, la escorrentía se genera en toda la cuenca, dando lugar a menores concentraciones de sedimento.

- ✓ Los resultados obtenidos y publicados hasta ahora sugieren que aunque la precipitación es un factor muy importante para explicar la forma y altura del hidrograma, el estado de la cuenca inmediatamente antes del inicio de la avenida contribuye mucho a explicar la intensidad de la respuesta.
- ✓ El comportamiento hidrológico de la cuenca de Arnás refleja la coexistencia de áreas heredadas de un uso humano muy intenso, con escasa cubierta vegetal y predominio de de la erosión difusa, y áreas donde la recolonización vegetal cubre la mayor parte de las laderas, reduciendo la generación de escorrentía. Las primeras reaccionan inmediatamente ante cualquier precipitación, mientras las segundas necesitan condiciones de elevada humedad previa para contribuir de manera generalizada al hidrograma.

Del mismo modo, la información disponible de la cuenca de **San Salvador** empieza a dar una idea acerca de su comportamiento hidrológico y geomorfológico.

- ✓ La cuenca de San Salvador reacciona de forma muy moderada frente a cualquier precipitación. El número de eventos pluviométricos que tienen reflejo hidrológico es muy inferior al de la vecina cuenca de Arnás, como lo prueba, por ejemplo el hecho de que en este último año hidrológico se hayan registrado 2 crecidas en la cuenca de San Salvador frente a 12 en la cuenca de Arnás. Esto indica, por un lado, el efecto regulador de la cubierta forestal y, por otro, la mayor capacidad de infiltración del suelo, no alterado por la erosión, a diferencia de lo que ocurre en gran parte de Arnás.
- ✓ Como consecuencia de lo anterior la forma de los hidrogramas de crecida en San Salvador suele mostrar ascensos lentos y descensos muy prolongado, reflejando la

importante pérdida por interceptación pero también la elevada regulación del sistema, en el que predominan los procesos de infiltración frente a los de escorrentía directa. La generación de escorrentía está por ello más relacionada con la saturación del suelo que con procesos de tipo hortoniano, que son casi imposibles en esta cuenca. Las precipitaciones sólo provocan respuesta hidrológica cuando el nivel piezométrico está muy alto. Ocasionalmente la respuesta puede ser intensa, con tramo ascendente del hidrograma muy empinado si coinciden condiciones de saturación del suelo con lluvias voluminosas, generalmente en primavera.

- ✓ De la información aislada (correspondiente a años anteriores a 2003) de que disponemos sobre transporte de sedimento puede deducirse que predominan los solutos en el balance anual frente al sedimento en suspensión (75% frente a 25% respectivamente). Este balance es congruente con el funcionamiento hidrológico: el predominio de la infiltración frente a la escorrentía superficial hace que el agua incorpore una mayor proporción de elementos disueltos, hasta hacer que las aguas vayan saturadas.

Los resultados de que disponemos hasta el momento son suficientemente alentadores para establecer diferencias sobre el comportamiento hidrológico y geomorfológico entre las dos cuencas experimentales (San Salvador y Arnás), con muy diferente cubierta vegetal. Los resultados obtenidos de los piezómetros están siendo muy valiosos para explicar la intensidad de la respuesta hidrológica, y las tres estaciones para el estudio de la interceptación están funcionando muy bien.

Se dispone sólo de un año de información hidrológica y de transporte de sedimento en la cuenca de **Araguás**. Con todo ello podemos llegar a las siguientes conclusiones sobre el funcionamiento de esta cuenca:

- ✓ El invierno y la primera mitad de la primavera es el periodo en que más intensamente se activan los procesos de meteorización en las margas, debido tanto a la presencia de humedad constante en el regolito como a la penetración del hielo.



La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL)

Enero de 2008-Nº 3

- ✓ La meteorización es más intensa en umbría que en solana, precisamente por la mayor presencia de agua en todo el perfil del regolito y por el mayor número de ciclos de hielo-deshielo. Además, las heladas penetran más profundamente en la umbría.
- ✓ Si la estación húmeda y fría corresponde a la preparación del regolito, la erosión tiene lugar en la segunda mitad de la primavera y durante el otoño. Las tormentas estivales también contribuyen a la erosión de las margas.
- ✓ La cuenca de Araguás responde inmediatamente frente a cualquier precipitación.
- ✓ La generación de escorrentía es extraordinariamente elevada, con un coeficiente de escorrentía en torno al 50%. Este valor debe considerarse un mínimo, dado que la parte alta de la cuenca está ocupada por un pinar denso de repoblación y que, por lo tanto debe interceptar, consumir e infiltrar una proporción elevada de la lluvia.
- ✓ El hidrograma de crecida reproduce bastante bien la forma de hietograma, reflejando que gran parte de la lluvia se transforma de manera inmediata en caudal, por exceso de infiltración. Se ha comprobado, no obstante, que durante las primeras lluvias de otoño el regolito margoso dispone de una cierta capacidad de infiltración, que se agota muy pronto.
- ✓ El transporte de sedimento es asimismo paralelo al hidrograma. Existe, no obstante, una elevada variabilidad en el transporte de sedimento en suspensión, debido a la actividad de pequeños movimientos en masa (mudflows), que ocurren de manera imprevisible en el tiempo y en el espacio. Hasta el momento, los resultados obtenidos indican una elevada concentración, que supera en muchas ocasiones los 200 g/l, muy por encima de los valores obtenidos en las otras dos cuencas. En situaciones extremas, por el cauce discurre casi un mudflow que provoca abundante sedimentación en el propio lecho, que posteriormente es removida por otras crecidas menores.

En la estación experimental de **Vallecebre**, durante el período informado se ha iniciado un análisis de los errores cometidos en la medida de los transportes de sedimento en suspensión. Los resultados preliminares muestran que la principal fuente de error es la gran variabilidad interanual de los volúmenes transportados, de modo que es necesario disponer de series largas para poder tener una estimación con un error que no supere el $\pm 60\%$. La segunda fuente de error es el mal funcionamiento esporádico de alguno de los instrumentos durante las principales crecidas, a causa de las dificultades impuestas por el tránsito de grandes volúmenes de agua, sedimento y restos vegetales de diverso tamaño.

La actividad experimental iniciada en 1988 en la Estación Experimental de **Porta-Coeli** ha dado lugar a notables resultados en el estudio de los procesos hidrológicos y de erosión hídrica en condiciones ambientales representativas del área mediterránea española, que se han visto reflejados a lo largo de los años en diferentes publicaciones y presentaciones en congresos y foros tanto nacionales como internacionales.

En la estación de **Venta el Olivo** cabe destacar las siguientes consideraciones:

- Las parcelas cerradas muestran una clara limitación metodológica para el estudio a largo plazo de los procesos de erosión y degradación del suelo. En este sentido, creemos que para estudios superiores a los 7 años de duración se deben utilizar parcelas abiertas, microcuencas o pequeñas cuencas experimentales
- La respuesta hidrológica a nivel de cuenca presenta una gran variabilidad interanual y entre eventos. La obtención de una base de datos hidrológicos y de pérdida de suelo es una premisa imprescindible para poder formular y contrastar hipótesis del funcionamiento hidrológico de las zonas semiáridas
- Los datos obtenidos en las diferentes escalas de estudio (parcelas de distintos tamaño y cuenca) en la estación de la Venta del Olivo son de indiscutible valor para profundizar en las relaciones erosión-escala y servir de base para el desarrollo de modelos de erosión.

En la estación experimental de **Rambla Honda**, las escalas espaciales y temporales de generación de escorrentía dependen del efecto combinado de la variabilidad temporal de la



La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL)

Enero de 2008-Nº 3

lluvia y de la organización del suelo y la estructura de la vegetación.

El comportamiento hidrológico en estas cuencas semiáridas de unas pocas hectáreas es diferente según el mecanismo por el que se genere la escorrentía:

a) al exceder la capacidad de infiltración (Horton): pequeños flujos en las fases iniciales de escorrentía, de corta duración y espacialmente heterogéneos por lo que no hay conectividad hidrológica.

b) por saturación de las capas sub-superficiales: flujos mayores después de las fases iniciales de escorrentía, de mayor duración y espacialmente homogéneo por lo que puede haber conectividad hidrológica.

En Rambla Honda, como en muchas regiones áridas y semi-áridas, la distribución espacial de la humedad del suelo está más controlada por factores locales (vegetación, pedregosidad superficial, porosidad del suelo, contenido en limo + arcilla y materia orgánica) que por la topografía.

Las escalas espaciales y temporales de generación de escorrentía dependen del efecto combinado de la variabilidad temporal de la lluvia y de la organización del suelo y la estructura de la vegetación.

A la vista de los procesos geocológicos dominantes en el área, por el tipo de propiedad de la tierra (todo propiedad privada) y teniendo en cuenta las actuales circunstancias socio-económicas, las recomendaciones de uso y gestión son:

- Descartar el uso agrícola intensivo, por la escasez de agua, lo accidentado de la topografía y el valor paisajístico del entorno. Por lo mismo, descartar también el uso industrial. Cabe mantener el uso agrícola tradicional en los fondos de valle en bancales regados por boqueras, el cual podría contribuir a evitar la expansión de redes de sufusión y su consiguiente acarreamiento. Sin embargo, se desconoce si ello puede resultar rentable hoy actualmente (tal vez lo sea seleccionando determinados cultivos ecológicos).
- Permitir (quizás impulsar) la ganadería extensiva de caprino y ovino, con un número bajo de cabezas por hectárea, dadas las características de la vegetación y la escasez de agua, y concentrándola particularmente en las áreas de *Retama* y *Anthyllis* (mucho más rica en herbáceas la primera, que además son favorecidas por dicho arbusto).
- La reforestación clásica no es recomendable porque el clima no permite una cobertura arbórea generalizada, sólo árboles aislados en situaciones microclimáticas. Sin embargo podría ser muy buena una reforestación con especies seleccionadas de arbustos autóctonos y el mínimo movimiento de tierras. La implantación de pequeños rodales de árboles y arbustos en los bancales abandonados por la agricultura podría contribuir a la estabilización de los mismos, evitando su desmoronamiento.
- La urbanización y las instalaciones para uso recreativo podrían aceptarse siempre que se localizaran en pequeños núcleos situados en los antiguos cortijos, terrazas fluviales y abanicos aluviales. En todo caso, su densidad total debería ser muy baja, evitando siempre la impermeabilización de grandes extensiones de terreno y la acumulación de desmontes que favorecerían las avenidas y el cambio de régimen de la rambla. En ningún caso se considera apropiada la urbanización en las laderas.
- Una vez constatado que las comunidades de retama y albaida se encuentran en fase de regeneración y que las de esparto se encuentran estabilizadas, un abandono monitorizado de la mayoría del territorio es una opción adicional. Ello implicaría un incremento general de biomasa y una contribución a los bienes y servicios asociados a las tierras marginales, en términos de regulación hidrológica, protección frente a la erosión y biodiversidad. Para que se cumplieran dichos procesos sería deseable alguna clase de protección o control.
- Una vez constatado que las comunidades de retama y albaida se encuentran en fase de regeneración y que las de esparto se encuentran estabilizadas, un abandono monitorizado de la mayoría del territorio es una opción adicional. Ello implicaría un incremento general de biomasa y una contribución a los bienes y servicios asociados a las tierras marginales, en términos de regulación hidrológica, protección frente a la erosión y biodiversidad. Claro que asegurar la obtención de dichos beneficios requeriría una mínima inversión en seguimiento y control.



La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL)

Enero de 2008-Nº 3

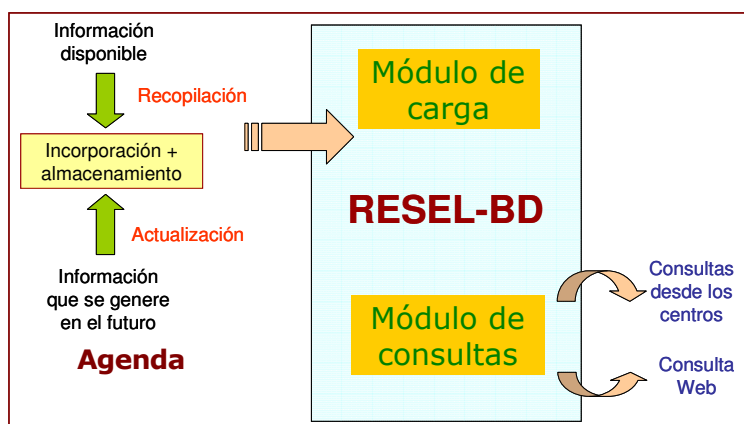
NOTICIAS Y NOVEDADES

El pasado 22 de noviembre de 2007 tuvo lugar una reunión informativa en la que Tragsatec informó a los responsables de las Estaciones experimentales que forman parte de la Red de los trabajos que se estaban llevando a cabo de Coordinación, Explotación y Difusión de los resultados de la Red.

El orden del día de la reunión fue el siguiente:

- Caracterización de las Estaciones de la Red: Base de datos de Estaciones. BD-Est
- Base de datos RESEL-BD
- Protocolo de entrega de datos
- Sistema de coordinación y comunicación
- Web RESEL
- Próximos desarrollos: algunas propuestas

La base de datos de la RESEL almacena las mediciones de las distintas variables relacionadas con el clima, la hidrología y la erosión en cada una de las cuencas y parcelas que constituyen cada Estación Experimental. Esta base de datos, llamada RESEL-BD, permite un tratamiento homogéneo de la información disponible.



El primer punto que se detalló fue la base de datos de estaciones, llamada BD-Est. La base de datos de estaciones contiene información que caracteriza las estaciones de la Red (situación geográfica, descripción del medio físico y biótico, situación administrativa, dimensiones, mediciones llevadas a cabo, periodicidad, instrumentación, estado actual, etc.).

El Protocolo contiene las especificaciones necesarias en cuanto a unidades y formato de presentación de los datos obtenidos en las Estaciones Experimentales de la red RESEL. Los datos o variables que se incluyen son los que figuran en los Protocolos de Condiciones Técnicas de los acuerdos de colaboración entre el Ministerio de Medio Ambiente y los Centros responsables de las Estaciones.





La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL)

Enero de 2008-Nº 3

EXPLOTACIÓN Y MEJORA DE LAS BASES DE DATOS CREADAS

- ✓ Desarrollar la **vinculación** entre las dos bases de datos generadas en esta etapa de trabajo: BD-Est, que caracteriza a las Estaciones y sus Lugares, y RESEL-BD, que contiene los datos generados en las cuencas y parcelas de la Red.
- ✓ **Homogeneización** de los campos descriptivos para mejorar y ampliar la explotación de ambas bases de datos.
- ✓ Explotación, por parte de la DGB, de los datos y resultados obtenidos, como apoyo a las tareas que tiene encomendadas en cuanto a seguimiento, evaluación y control de los procesos de erosión y degradación del suelo y desertificación del territorio, así como para la planificación y realización de trabajos de restauración hidrológico-forestal.

Próximos desarrollos: algunas propuestas

COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN

- ✓ Ampliación de la información de la página **web de acceso público** para la difusión y divulgación de los trabajos de la Red.
- ✓ Diseño de una página **web corporativa (intranet)** para la comunicación interna e intercambio de información entre los diferentes centros y organismos involucrados, así como para el acceso directo a RESEL-BD y BD-Est.
- ✓ Preparación de un programa, a corto y medio plazo, de jornadas técnicas y publicaciones temáticas a desarrollar a partir de los resultados de la RESEL.

Próximas citas

ENERO 2008						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

■ No hay citas

Se anunciarán los congresos, seminarios y otros eventos de interés.

Boletines anteriores

- ⇒ Nº1. Noviembre de 2007. Boletín de bienvenida
- ⇒ Nº2. Diciembre de 2007. Memoria resumen del año 2005
- ⇒ Nº3. Enero de 2008. Memoria resumen del año 2006

Su opinión

Puede mandar sus comentarios a la dirección de correo mgav@tragsatec.es