

## CARTOGRAFÍA DEL RIESGO DE EROSIÓN HÍDRICA MEDIANTE SIG EN LOS ESPACIOS NATURALES DE CANDELARIO – GREDOS (SALAMANCA, AVILA).

## RAINFALL EROSION RISK CARTOGRAPHY BY MEANS OF GIS IN CANDELARIO-GREDOS NATURE PARK. (SALAMANCA, AVILA).

A. MARTÍNEZ-GRAÑA<sup>1</sup>, J.L. GOY<sup>1</sup>, R. CRUZ<sup>1</sup>, J. FORTEZA<sup>2</sup>, C. ZAZO<sup>3</sup> & I. BARRERA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Geología. Facultad Ciencias. Univ. Salamanca. Pza. Merced s/n. 37008 - Salamanca, e-mail: amgranna@usal.es

<sup>2</sup>Instituto de Recursos Naturales. IRNA - CSIC. Salamanca.

<sup>3</sup>Dpto Geología. Museo Nacional de Ciencias Naturales - CSIC. 28006-Madrid.

<sup>4</sup>Dpto de Biología Vegetal. Fac. CC. Biológicas UCM. 28040. Madrid

**Resumen.** La estimación de las pérdidas del suelo por procesos de erosión hídrica; es de gran trascendencia ya que predicen los efectos medioambientales. En este trabajo se analiza el riesgo de erosión hídrica Potencial y Actual, mediante la cuantificación basada en la aplicación de la USLE, cruzando cada parámetro (litología, precipitaciones, pendientes...). Se realiza un análisis cartográfico utilizando SIG, generando una base de datos necesaria en planificación territorial. De igual forma, se contrastan cartografías de estimación de riesgo erosivo y su aplicabilidad a la zona de estudio por técnicas de extrapolación espacio temporal. Este conocimiento, permite gestionar y ordenar actividades humanas y establecer medidas preventivas y correctoras.

**Palabras Clave:** Ecuación perdida universal del suelo, SIG, Cartografía riesgo de erosión.

**Abstract.** The Soil Loss estimation for Water erosion process is very important in the prediction of environmental effects. In this work will be analyzed water erosion risk, potential and present; with a quantitative evaluation based on application of the Universal Soil Loss Equation crossing each parameter (lithology, precipitation, slopes...). It will make a cartographic analysis by means of Geographic Information System (GIS), with generation of data base necessary in territorial planification. In the same way, cartography of erosion risk estimation, will be contrasted and applied to the study area for space-temporal distribution technics. This knowledge allow us the management and distribution of the human activities; and establish preventive and corrective actuations.

**Key Words:** Universal Soil Loss Equation, GIS, cartography of erosion risk.

### INTRODUCCION.

El suelo constituye un recurso natural no renovable. Desde el punto de vista medioambiental; sus características (textura, estructura, etc.) y cualidades (vulnerabilidad, fertilidad, etc.) condicionan el medio geofísico, biótico, paisaje y socioeconómico de cada área natural. Actualmente cobran interés los estudios sobre

los usos del suelo en la ordenación territorial, cuya finalidad es analizar previamente la aptitud de cada tipología de suelo para un determinado uso, a partir de su capacidad de asumir impactos y la potencialidad que pueda tener ese suelo. El análisis de riesgos erosivos constituye un parámetro a tener en cuenta en dicha ordenación.

La cartografía que se presenta, tanto la

específica de cada factor como la sintética, analiza el problema de los procesos erosivos potenciales y actuales que dan lugar a una pérdida del recurso; pudiendo prever, a priori; las consecuencias naturales y/o antrópicas (diseño de cultivos, repoblaciones forestales, infraestructuras, etc.); de tal forma que puedan establecerse medidas de protección y corrección (bancales, distribución de cultivos, etc.). La estimación de las pérdidas del suelo por procesos de erosión hídrica es de gran transcendencia, ya que predicen los efectos medioambientales. En este trabajo se analiza el riesgo de erosión hídrica Potencial y Actual, mediante la cuanti-

ficación basada en la aplicación de la USLE, cruzando cada parámetro (litología, precipitaciones, pendientes....). Se realiza un análisis cartográfico utilizando SIG, generando una base de datos necesaria en planificación territorial. De igual forma, se contrastan cartografías de estimación de riesgo erosivo su aplicabilidad a la zona de estudio por técnicas de extrapolación espacio - temporal. Este conocimiento, permite gestionar y ordenar actividades humanas y establecer medidas preventivas y correctoras.

### SITUACIÓN GEOGRÁFICA

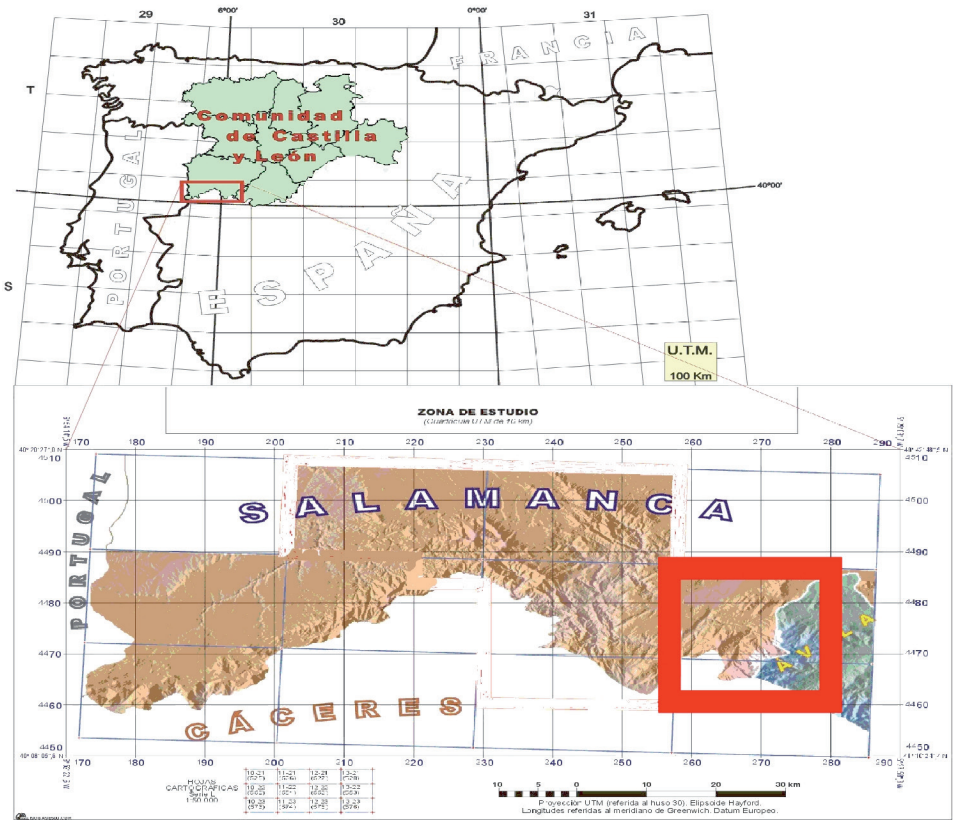


FIGURA 1. Esquema de situación.

## MATERIAL Y METODOS.

La zona de estudio comprende los espacios naturales de Candelario-Gredos (Salamanca-Ávila); abarcando las hojas a escala 1/50.000 de Bejar (553) y N de Cabezuela del Valle (576). En este trabajo, para la predicción o estima del riesgo de erosión se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo - USLE- (Wischmeier & Smith, 1958); adaptándose la cuantificación de sus parámetros para nuestra zona de estudio. Para cuantificar las pérdidas de suelo por erosión hídrica, se ha procedido a realizar dos cartografías:

1. Mapa de Erosión Potencial o estados erosivos del terreno en condiciones naturales hipotéticas: constituye la susceptibilidad que presenta una zona a erosionarse. Para predecir el riesgo potencial de pérdida de suelo, se realiza un estudio pormenorizado de una serie de factores o elementos del medio físico (resistencia mecánica, precipitaciones, pendientes...) que condicionan los procesos de erosión. Conociendo estas variables podremos inventariar y cartografiar las unidades de erosión potencial, utilizando índices de erodibilidad (litofacies y pendientes) e índices de erosividad (agresividad de lluvia).

2. Mapa de Erosión Actual, teniendo en cuenta las condiciones existentes en la actualidad. Determina el grado de pérdida edáfica actual existente en cada zona, teniendo en cuenta el "momento presente" analizando los factores formadores y protectores del suelo; así como su distribución espacial (tipos de cultivo y masas vegetales autóctonas, prácticas de conservación).

La cartografía del índice R, o agresividad pluvial, se obtiene mediante el índice de Fournier modificado -Fm- (Arnoldus, 1980). Se genera una cartografía con la distribución espacial del índice Fm; mediante el SIG Arc Wiew 3.2, de tal forma que cada pixel, queda representado por un valor de "agresividad pluvial", pero dada la dispersión de las estaciones pluviométricas,

se realiza una operación de krigeaje lineal.

La cartografía del factor K o erodibilidad del suelo, constituye la susceptibilidad o vulnerabilidad a la erosión de un suelo. Se analizan la resistencia de las formaciones geológicas y las propiedades físico-químicas de los suelos (análisis químicos y granulométricos). Este factor edafológico determina parámetros de textura, estructura, permeabilidad, etc. Utilizando el Nomograma de Wischmeier, Johnson & Cross 1971 en Morgan, R.P.C. & Kirkby, M.J. (1984); se obtiene el factor K.

El factor topográfico (LS); dado que la erosión se intensifica con la concentración de aguas de arroyada, hacia las zonas más bajas, se deben determinar además de la pendiente (Subfactor S), el declive (subfactor L), para así obtener con mayor exactitud las direcciones de flujo y la capacidad erosiva por arroyada laminar o canalizada.

El cálculo del Factor C; tiene en cuenta la ordenación de masas vegetales y cultivos; utilizando el Mapa de Dominios Fisiognómicos, realizado a partir del mapa de vegetación actual sintetizando sus unidades. En este factor se analiza la influencia que tiene el cultivo en la susceptibilidad erosiva, por lo que se tienen en cuenta el tipo de especie vegetal, alternancia de cultivos, forma y número de labores; así como la productividad del suelo.

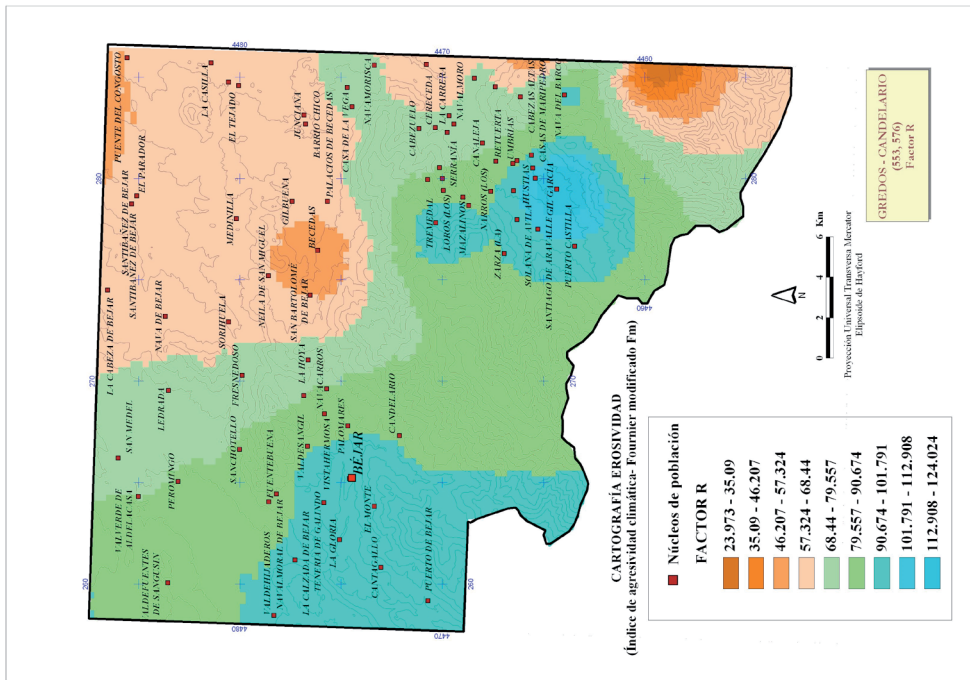


FIGURA 2. Cartografía del Factor “R”

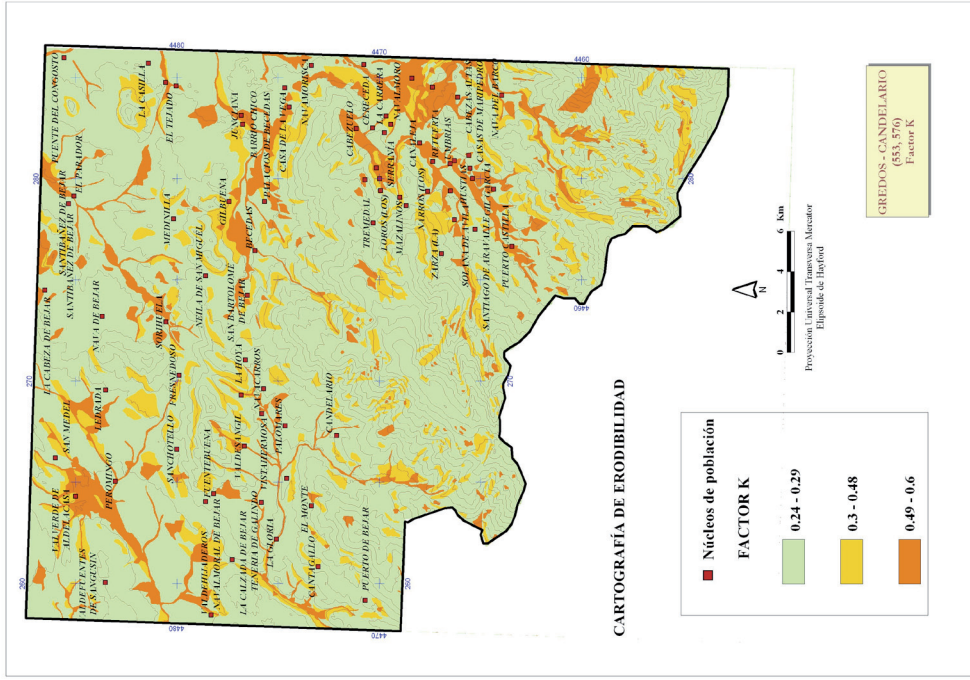


FIGURA 3. Cartografía del Factor “K”

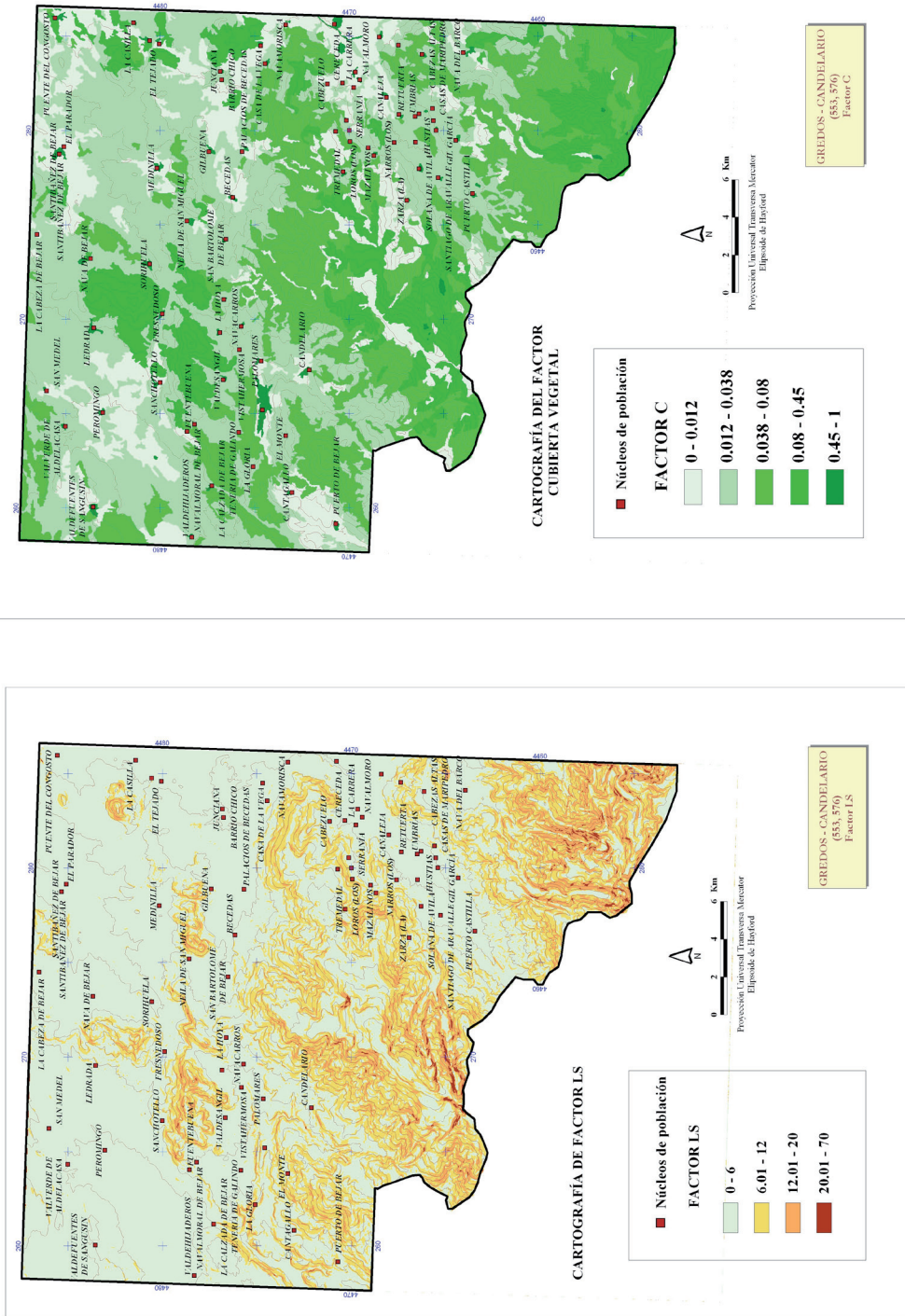


FIGURA 4. Cartografía del Factor ‘LS’.

FIGURA 5. Cartografía del Factor ‘C’.

## RESULTADOS Y DISCUSION.

Las diferentes cartografías de factores se multiplican y se obtiene el Mapa de Erosión Potencial. La cartografía del riesgo de erosión actual, se genera a partir del Mapa de Erosión Potencial; añadiéndole dos términos a la USLE, los cuales son: el factor cultivo o vegetación (Factor C) y el factor Prácticas de Conservación (Factor P). Con respecto al factor "P" en

este estudio se presupone la inexistencia de prácticas de conservación en la zona, con lo cual el valor de dicho factor es la unidad. La clasificación de los grados erosivos, se realiza reagrupando la clasificación inicial en intervalos reducidos, utilizando criterios de la FAO.

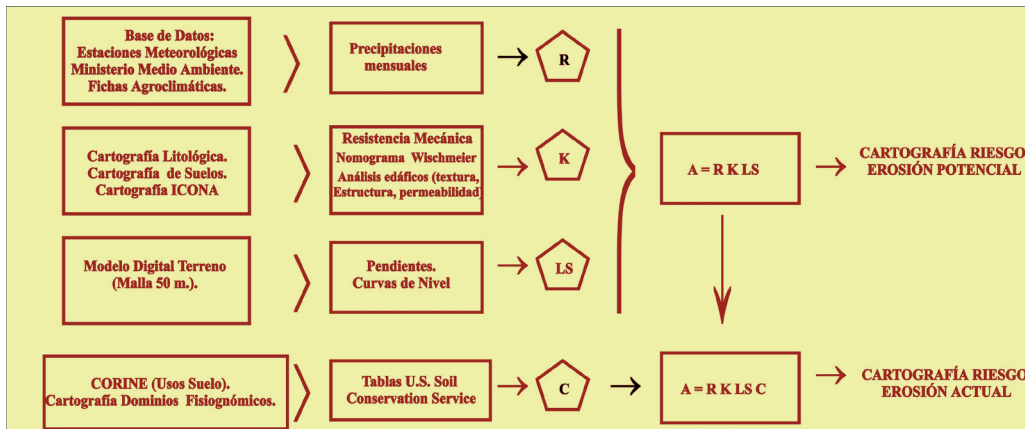


FIGURA 6. Diagrama con los procesos y la Cartografía Resultante.

A continuación mostramos las cartografías de Erosión Potencial y Erosión Actual, resultantes de la estimación de pérdidas de suelo en el Espacio Natural de Candelario – Gredos, mediante la utilización de la USLE.

## CONCLUSIONES.

La utilización de técnicas SIG han permitido crear un banco de datos y analizar la información de los parámetros elementales del medio físico (previamente digitalizados) y superponer las capas temáticas correspondientes a cada variable de la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE), para obtener los mapas de erosión Potencial y Actual de estos espacios naturales. Se han reagrupado las siete clases de grados de erosión obtenidas, en las cuatro de la FAO, expresadas en Tm/Ha/año y mm/año; para su posible comparación con

otros sectores. De la observación de estas clases se deduce que el estado actual del riesgo de erosión en estos espacios naturales es grave deduce que el ( $> 2.67$  mm/año) e importante ( $2.67 - 1.3$  mm/año); en las zonas altas de las sierras (Candelario, Cancha Oscura, Carrascal), debido a la topografía escarpada, pendientes elevadas, precipitaciones abundantes y grado de cobertura vegetal escasa; ligera ( $1.3-0.3$  mm/año) en las zonas entre ambas sierras y estrificaciones de los relieves y débil ( $< 0.3$  mm/año) en la periferia tendida fuera de estos espacios naturales.

## AGRADECIMIENTOS.

Proyectos SA 119/04 (JCyL), SA041A08 (JCYL), CGL2008-03998/BTE y CGL2008-04000/BTE.

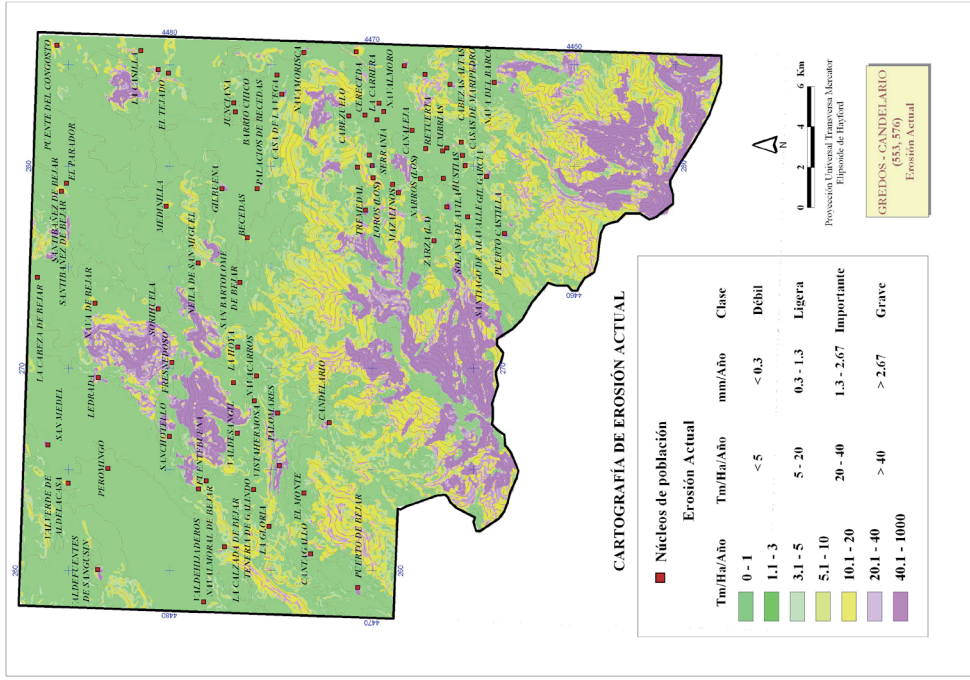


FIGURA 8. Cartografía del Riesgo de Erosión Actual.

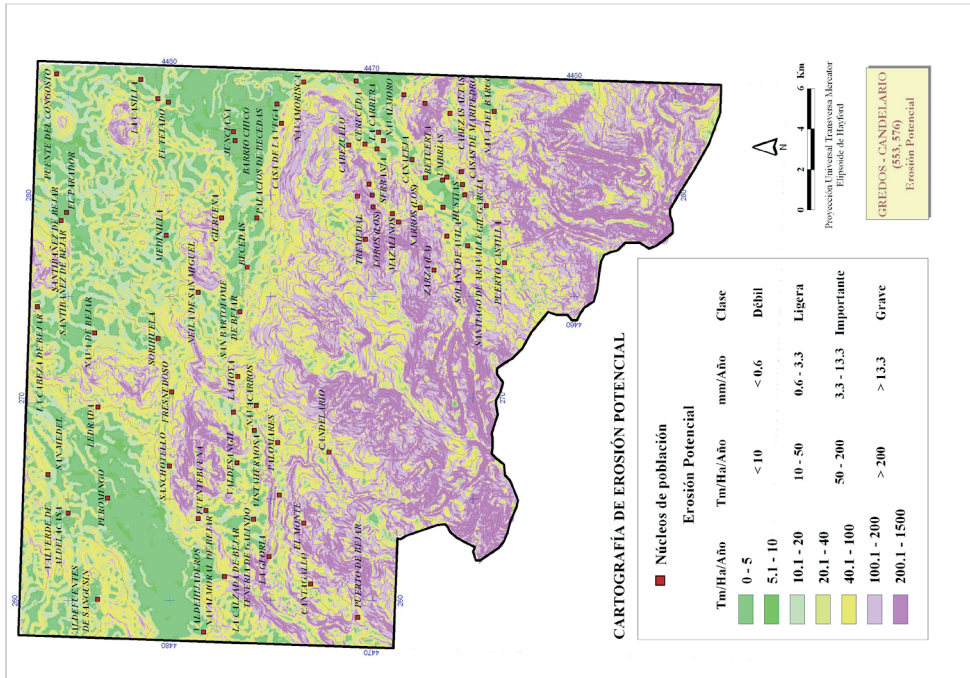


FIGURA 7. Cartografía del Riesgo de Erosión Potencial.

**REFERENCIAS**

- De Luis, M.; González-Hidalgo, J.C.; Raven-tós, J.; Sánchez, J.R. & Cortina, J.(1997). "Distribución Espacial de la concentración y agresividad de la lluvia en el territorio de la comunidad valenciana" en *Cuaternario y Geomorfología* 11: 3-4 pp 33-44.
- Diputación Provincial de Valencia. (1986). Mapas de Erosión Actual (grado) y erosión Potencial (Riesgo). En Mapa Geocientífico de la Provincia de Valencia. Tomo I, pp 71.
- Gisbert Blanquer, J.M.; *et al.* (2001). Estudio comparativo de diferentes métodos de cálculo del factor "LS" para la estimación de pérdidas de suelo por erosión hídrica. *Edafología* Vol. 8 pp. 57-66.
- ICONA .1990. Mapas de Estados Erosivos. Cuenca Hidrográfica del Duero, pp 96.
- Morgan, R.P.C. & Kirkby, M.J. (1984). Erosión de Suelos. *Editorial Limusa*. Madrid pp. 368.
- Van Der Knijff, J.M., *et al.* (2000). Estimation du risque d'erosion en Italie. *Joint Research. Centre European Comission* pp. 45 .