

EVALUACIÓN MEDIANTE SIG DE LA AGRESIVIDAD PLUVIAL EN LOS ESPACIOS NATURALES DEL SUR DE SALAMANCA: REBOLLAR, BATUECAS-S. FRANCIA Y CANDELARIO-GREDOS.

EVALUATION BY MEANS OF GIS OF RAINFALL EROSIVITY IN SOUTH SALAMANCA: CANDELARIO-GREDOS, BATUECAS-S. FRANCIA, AND REBOLLAR NATURES PARKS.

A. MARTÍNEZ-GRAÑA¹, J.L. GOY¹, J. MATEOS², C. ZAZO³, J. SANZ² & J. FORTEZA⁴

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

²Dpto. Geología. E. Ciencias. Campus Universitario. Univ. de Alcalá. 28871-Alcalá de Henares. Madrid

³Dpto Geología. Museo Nacional de Ciencias Naturales - CSIC. 28006-Madrid

⁴Instituto de Recursos Naturales. IRNA - CSIC. Salamanca

Resumen. La estimación de las pérdidas del suelo por procesos de erosión hídrica es de gran trascendencia, ya que actualmente en algunas regiones es necesario cuantificar las pérdidas existentes y predecir los efectos medioambientales que generan diferentes usos del suelo, para prevenir consecuencias mayores, en algunos casos irreversibles. En este trabajo se analiza el riesgo de erosión hídrica Potencial y Actual, cuantificando la tasa de pérdida de sedimento mediante el cruce de los diferentes parámetros que influyen en dicha pérdida (pendientes, litología, precipitaciones...). Se realiza un análisis cartográfico utilizando técnicas SIG, generando una base de datos previa a la planificación territorial. Igualmente se contrastan cartografías de estimación de riesgo erosivo y se observa su aplicabilidad a la zona de estudio por técnicas de extrapolación espacio - temporal. El conocimiento del potencial erosivo, permite gestionar y ordenar las actuaciones humanas en sectores de incidencia erosiva; estableciendo medidas preventivas y correctoras.

Palabras Clave: Erosión Hídrica, erosividad pluvial, SIG.

Abstract. The Soil Loss Prediction by rainfall erosion is very important because in some geographic regions is necessary a correct conservation and management soil for prevent the environmental effects and consequent land degradation. In this paper is analyzed a quantitative evaluation of factors in water erosion for know Soil Potential erosion risk and the Soil Present erosion risk. Is realized a cartographic analysis by means of GIS for generate a guide to conservation planning. The study of some parameters (litology, precipitation, , slopes...) establish the use of soil loss tolerances as a strategy for soil conservation in land use and regulation of our soil resources. Is research the utilisation of the soil in the Human activity, and the results permit zones characterized with use recommendations for environmental management effective in the land planning based in the evaluation and interpretation of factors in the Soil-Loss Equation.

Key Words. Hidric Erosion, Rainfall erosivity, GIS.

INTRODUCCION.

El suelo, entendido como soporte para la vida, constituye la base de numerosas actividades humanas; ya sea como aprovechamiento productivo (cultivos agrícolas, regadíos, repoblaciones, recursos extractivos, etc.) o soporte de actividades constructivas (industrias, infraestructuras, viviendas, etc.) Dado el amplio abanico de recursos que ofrece son necesarias actuaciones de prevención y corrección en su conservación. Desde el punto de vista medioambiental; sus características (textura, estructura, etc.) y cualidades (vulnerabilidad, fertilidad, etc.) distribuyen y condicionan el medio geofísico, biótico, perceptual 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.

Las afecciones al recurso suelo; son de naturaleza muy diferente, ya sean impactos de

origen natural, antrópico o mixto. De esta forma la erosión, como proceso natural y generado por la agresividad pluvial; puede minimizarse o favorecerse según los usos o capacidad de acogida que tenga como receptor del impacto. La no consideración de acciones directas e inducidas puede generar consecuencias medioambientales, y en particular socioeconómicas, muy desfavorables como la erosión y pérdida de suelo, degradación de ecosistemas, pérdida de fertilidad y productividad edáfica, contaminación, etc. Una medida de prevención y protección de este tipo de consecuencias a la hora de planificar y ordenar el medio natural, es tener en las precipitaciones y su distribución espacio-temporal, propias del entorno; y que nos pueden ayudar a predecir los riesgos existentes en dicho territorio. Por ello, es necesaria la elaboración de cartografías de índices de agresividad y análisis de su distribución; contrastando la eficacia y validez de cada índice en el sur de la provincia de Salamanca; para su posterior uso en la ecuación universal de Perdida del suelo (USLE).

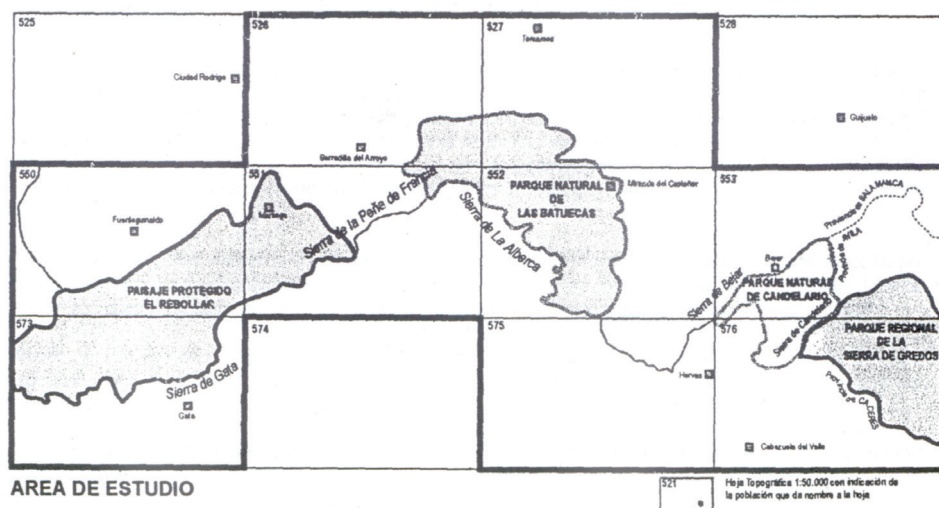


FIGURA 1. Esquema de situación.

MATERIAL Y METODOS.

La erosividad pluvial o Factor "R" en la ecuación de la USLE, constituye el poder que tiene la lluvia para producir erosión en el suelo (Hudson, 1971). Para conocer esta capacidad erosiva existen dos vías de cálculo con problemáticas asociadas:

1. A partir de datos de volúmenes e intensidad y/o energía liberada. Suelen existir escasez de datos en el espacio y sobre todo en el tiempo. Existen una serie de índices: Índice EI30 (Wischmeier, 1959), que representa el producto total de la energía liberada por la precipitación (E) y la intensidad máxima en 30 minutos (I30). Se obtienen a partir de bandas pluviométricas. Intenta cuantificar el impacto de la gota de lluvia (Efecto "splash") y la turbulencia del flujo de transporte superficial. Es de difícil evaluación pues hay que definir la distribución de tamaños de gota (diferente en el tiempo en una misma tormenta), velocidad de caída, etc. (Gilley & Finker, 1985). Índice KE > 25 (Hudson, 1970); que tiene en cuenta la erosión generada por la energía cinética mayor a 1 pulgada o 25 milímetros. Índice Alm (Lal, 1976), que tiene en cuenta el producto del volumen de lluvia y la intensidad máxima en un intervalo (m) de 7.5 minutos. Índice QEA (Kinnell, 1983) tiene en cuenta la cantidad de flujo (Q) y la energía cinética (EA;), teniendo en cuenta una infiltración constante, y evaluando la salpicadura y la arroyada.

2. A partir de los caudales liberados. No se tiene en cuenta el modo de precipitación (valores mensuales, anuales...). Los índices más utilizados son: Índice de Fournier (F) (Fournier, 1960). Este índice tiene en cuenta únicamente los volúmenes de precipitación, siendo el cociente entre el cuadrado de la precipitación del mes más lluvioso y la precipitación anual. $F = P2 \text{ máx.} / Pt$. Este índice para áreas mediterráneas presenta problemas, ya que el régimen pluvial presenta más de un máximo anual. Índice Fournier modificado (Fm) (Arnoldus,

1980). Este autor intenta corregir la problemática anterior, de tal forma que tiene en cuenta todos los meses del año. $Fm = \epsilon \sum_{i=1}^{12} Pi^2 / Pt$. Arnoldus ha contrastado el índice Fm y el EI30, mediante correlaciones simples, obteniendo buenos resultados. Otros autores lo han confirmado (Bergsma 1980), (Bolline 1980). Índice PCI (Oliver, 1980). Índice de Concentración de Precipitaciones. Este índice es el resultado de dividir la suma de los cuadrados mensuales de la lluvia por la precipitación anual elevada al cuadrado. $PCI = 100 \times (\epsilon \sum_{i=1}^{12} Pi^2) / (\epsilon \sum_{i=1}^{12} Pi)^2$. Índice Fp y PCIp (Gabriels, 1992). Debido a la variabilidad espacial y temporal de la lluvia, este autor indicaba que las posibles concentraciones puntuales que generaban gran erosión, no se aprecian en este método de cálculo, para lo cual modifica los índices F y PCI, de tal forma que hace un cálculo anual de cada uno de ellos y genera las medias ponderadas de todos estos valores anuales (índices ponderados: Fp y PCIp) Esta metodología requiere tener una secuencia de datos muy extensa en el tiempo. En la Comunidad Valenciana se ha aplicado con intervalo temporal de 1950-1990 (de Luís, 1995).

En general, de los índices del primer grupo, únicamente el más representativo para su aplicación en la ecuación de la USLE es el EI30; pero en nuestra zona de estudio la escasez de registros pluviográficos, falta de series temporales largas que no confirman su validez estadística y la distribución irregular espacial de la ubicación de las existentes, con los problemas de variabilidad existente entre estaciones; sugieren que este índice no se tenga en cuenta como representativo. En este trabajo se ha optado por utilizar un índice del segundo grupo, que tiene en cuenta el volumen de precipitaciones, las cuales presentaban un registro a partir del cual los resultados pudieran ser fiables teniendo en cuenta el empleo de periodos de tiempo prolongados (periodos normales) que aconseja la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Las estaciones seleccionadas

ESTACION	INDICES DE EROSIVIDAD (AGRESIVIDAD PLUVIAL)												ANUAL	F	PCI	Fm
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.				
NAVALGUIJO	191.2	170.9	106.9	162.8	174.2	79.7	24	24	77.3	210.9	236.5	231.9	1690	33.09	10.56	23.57
NAVAMURES	90.3	76	72.7	69.1	72.5	36	13.8	13.8	50.4	84.1	109.6	95.5	783.8	15.53	10.04	27.45
EL BARCO DE AVILA	72.9	64.7	74.1	57.5	56.6	34.7	11.7	12.2	39.1	61.5	73.7	77.2	635.7	9.38	9.82	62.44
PANTANO DE STA. TERESA	57.9	56	49.3	54.5	57.2	32.1	12.6	11.1	43.5	62.2	66.7	68.2	571.3	8.14	9.6	54.85
PEDROSILLO DE LOS AIRES "CASTILLEJO"	49.2	49.1	34.9	47.9	54.5	30.5	12.1	9.7	31.5	52.4	55.8	62.6	490.1	8	9.68	47.45
RINCONADA DE LA SIERRA	110.9	92.5	85.1	84.7	89.4	48.1	17.7	15.3	53.3	95.5	120.1	105.3	917.8	15.72	9.92	91.08
EL MAILLO	150.4	128.5	104.7	79.5	100.2	48	17.8	17.4	43.4	99.1	107.1	109.8	1006	22.49	10.34	104.01
PUEBLA DE YELTES	63.2	50	39.2	62.2	71.1	42.5	18.7	16	43.4	69.2	78.4	81.7	635.6	10.5	9.62	61.14
NAVASFRÍAS	181.2	144.1	168.6	100.1	100.2	49.8	11.8	13.9	65.7	145.4	188	182.3	1351	26.16	10.9	147.24
EL PAYO	195.9	152.1	83.1	129.9	132.1	45.3	15.8	15.6	46.2	164.4	191.1	194.1	1366	28.1	11.19	152.77
FUENTEAGUINALDO	83.6	61	61.9	66.9	71.4	33.4	15.2	9.9	40.5	81.3	70	104.5	727.6	15.01	9.37	68.21
SERRADILLA DEL ARROYO	81.3	74.3	85.4	60.2	75.1	42.3	18.6	16.4	39.9	86.6	86.1	86.8	752.9	10.01	9.73	73.22
PANTANO DE AGUEDA	54.2	41.9	53.8	51.5	59.6	32.3	14.2	11	35	58.3	59.1	62.3	533.3	7.28	9.55	50.92
CIUDAD RODRIGO	52.8	45.9	48.5	49.3	58.3	31.6	20.4	15.3	38.2	55.3	58	56.8	530.4	6.41	9.18	48.7
VILLAR DE ARGANAÑ	66.7	59.3	49.5	54.5	61.9	34.9	13.4	13.4	42.1	67.2	82.4	70.5	615.9	11.02	9.71	59.82
VALERO DE LA SIERRA	142.1	139.3	99.1	89.3	84.9	51.7	14.2	17.4	58.3	112.6	120.7	146.1	1076	19.84	10.35	111.35
LA ALBERCA	216.2	173.7	147.2	116.3	128.9	58.2	16.3	15.1	67.4	158	197	200.7	1495	31.26	10.79	161.33
MIRANDA DEL CASTAÑAL	117.4	97	93	69	75.4	41.3	12	11.6	50.5	83.5	121	98.3	870.1	16.88	10.32	89.76
SOTOSERRANO	156.8	142.8	75	98.7	94.6	45.1	16.4	18.8	59.3	117.9	133.4	157.7	1119	22.8	10.6	118.61
HERGÜJUELA DE LA SIERRA	156.5	123.6	61.3	112.7	119.4	46.7	15.9	13	63.2	144.7	157.9	207.7	1223	35.28	11.11	135.84
NUÑOMORAL VEGAS DE CORIA	151	131	103.1	100.2	99.7	47.1	14.5	13.4	63.2	130.8	158.8	161.8	1175	22.29	10.56	124.04
PINOFRANQUEADO	171.3	168.2	104.4	103.6	78.4	52.5	16.2	15.4	56	119.5	155.7	182.7	1224	27.27	10.93	133.76
PANTANO GABRIEL Y GALAN	94.1	86.7	54.3	64.2	70.5	31.6	11.5	9	43.6	88	95.6	95.8	744.9	12.32	10.38	77.31
HERVAS	125.3	121.9	139.8	94.5	88.6	49.2	12.6	12.1	55.1	104.4	133.5	129	1066	16.72	10.38	110.7
NAVALONGUILLA	122.2	91.5	81.2	87.4	92.7	44.1	15	19.2	66.3	118.9	142.8	132.8	1014	20.11	10.23	103.76
NAVA DEL BARCO	110.2	101.2	69.4	72.9	72.7	36.9	13.6	18.3	49.5	105.9	125.8	115.5	891.9	17.74	10.37	92.51
NAVATEJARES	93.1	61.4	53.2	68	65.2	32.5	11.7	12.8	37.4	74.5	78.6	93.4	681.8	12.79	10.19	69.45
GIL GARCIA	137.2	127.3	122.3	108.5	93.9	46.8	16.7	14.2	58.3	125.7	152.1	175.5	1179	26.13	10.54	124.2
TREMEDAL	106.1	89.9	62.9	105.3	95.8	43.9	15.9	14	53.8	101.6	119.7	131.2	940	18.31	10.26	96.49
EL LOSAR DEL BARCO	92.5	70.7	64.8	64.5	63.3	33.2	13.7	12.4	46.5	72.3	84.8	97.1	715.8	13.17	10.03	71.77
BECEDAS	64.2	52.8	37.2	48.1	54.8	32.3	16.2	9.1	25.8	58.1	57.6	54.8	510.9	8.07	9.72	49.64
JUNCIANA	67.2	72.2	76.7	63.5	66.4	46.6	27.8	17.2	45.2	61.2	71.4	76.1	691.5	8.51	9.2	63.59
GUIJUELO	78.1	79.8	92.2	56.9	56.1	37.4	16.4	11	48.8	63.2	95.6	66.3	701.6	9.08	9.97	69.92
GUIJUELO IBERDUERO	77.2	80.8	55.3	60	64.4	39.3	18.5	8.1	38.5	59.9	71.3	79.4	652.6	10	9.79	63.91
CESPEDOSA DEL TORMES	39.2	47.5	46.9	50	53.9	35	11.6	11.7	27.7	42.1	49.7	48.8	464.1	5.32	9.42	43.71
CASAFRANCA	90.9	83.7	50.6	70.3	79.8	38.7	13.8	12.5	43.3	83.2	79.8	97.4	744	12.75	10.05	74.78
PIZARRAL	52.6	51.4	35.9	49.6	53.6	33.7	11.3	8.3	27.8	50.4	56.3	63.9	495	8.25	9.77	48.34
GALINDUSTE	50.2	47.4	37.9	49.2	50	31.2	15.2	11.8	36.6	52.5	58.2	52.9	493.2	6.87	9.35	46.13
TEJEDA Y SEGOYUELA	91	79.8	65.6	68	75.3	43.4	15.8	13.7	44.5	78.7	105.1	88	768.9	14.37	9.9	76.12
TAMAMES	66.3	65	58.2	52.8	77.1	35.3	15.9	12.4	41.1	67.9	80	71.7	633.7	10.1	9.66	61.21
ALDEHUELA DE YELTES	51	46.6	31	54.6	65.5	32.6	15.4	11.5	36.5	63.8	60.3	65.6	534.3	8.05	9.73	51.99
GUADAPERO	73.4	84.5	78.2	59.2	75.8	37.1	22.3	13.9	31.3	69	80.5	81.7	706.8	9.44	9.78	69.12
TENEBRON	75.1	65.2	45.1	59.2	74.5	36.5	14.9	15	32	68.6	72	67.2	625.3	9.02	9.77	61.07
VILLASRUBIAS	107.6	107.5	54	82.3	77.6	42.1	12.8	16.5	37.1	113.5	132.5	116.4	899.8	19.51	10.67	96.04
ROBLEDA	106.5	67.1	89.6	60.6	70.5	37.3	12.1	16.3	37.6	79.4	91.4	82	750.4	15.11	10.14	76.11
MARTEAGO	67.5	55.7	53.2	55	70.8	31.3	11.1	9.1	37.1	68	81.4	69.1	609.3	10.87	10	60.91
SERRADILLA DEL LLANO	72.8	60.8	55	62.5	75.3	44.3	17.1	12.9	41.7	67.1	91.2	76.7	677.5	12.28	9.69	65.62
PASTORES	50.8	46.5	40.7	47.9	50.9	34.5	19.5	16.7	31.3	54.2	60.3	48.5	501.9	7.24	9.15	45.9
CASILLAS DE FLORES	110.7	84.7	79.2	77	75.8	38.4	12.2	9.4	46.6	90.7	124.6	122.7	872.2	17.8	10.52	91.8
ALBERGUERIA DE ARGANAÑ	93.5	74.2	44.4	67.2	70.9	36.2	16.7	12.5	36.4	88.5	93.6	89.4	723.4	12.11	10.21	76.84
LA ALAMEDILLA	73.5	70.1	52.2	58	63	32.3	15	13.3	40.6	76.5	77.6	81.9	654	10.26	9.83	64.3
ITUERO DE AZABA	75.3	76.7	62.8	55.3	55.9	34.6	16.5	13.3	39.7	55.2	74.2	67.8	627.3	9.38	9.67	60.66
GALLEGOS DE ARGANAÑ	86.5	95.7	66.8	64.6	55.5	45.5	19.3	14	44.9	78.3	85.1	85.7	741.8	10.09	9.76	72.43
SAELICES EL CHICO	57	47.3	40.8	46.2	58.4	31.3	16.1	10.4	31.2	53	66	61.4	519.2	8.39	9.63	49.98
FUENTES DE OÑORO	74.2	58.8	37	59.4	67	33.7	17.8	14.6	36.6	72.1	73.9	75.1	620.2	9.09	9.79	60.71
MONLEON	130.6	101.3	59.8	84.8	89.4	37.7	6.8	7.1	42.3	92.3	103.5	122.5	878.2	19.42	10.84	95.22
LINARES DE RIOFRIO	149.2	112.3	71.8	108.2	107.9	48.9	17.1	11.7	56.1	117.5	121.7	158.6	1081	23.27	10.54	113.9
CRISTOBAL	97.2	77.5	50.6	82.7	78.9	40.3	17.8	12	48	92.3	92.2	117.5	807	17.11	10.18	82.15
BEJAR	106.3	414.4	93.9	76.5	74.7	46.7	18.9	13.9	64.1	97.6	111.5	91.1	936.5	21.35	10.11	94.65
VALDELAGEVE	134.6	103.3	67.3	93.6	104.3	43.8	16.9	14.8	57.2	113.8	119.2	150.6	1019	22.25	10.44	106.45
LA ALBERCA LAS BATUECAS	196.5	157.1	142.9	122.6	125.8	51.4	19	18.9	80.7	165.8	193.1	189.9	1464	26.38	10.52	153.92
ALDEANUEVA DEL CAMINO	98.3	93.2	81.8	73.8	83.7	45.6	14	10.4	58.7	90.7	103.8	108.4	862.6	13.62	9.96	85.87
ABADIA	93.8	80	82.2	55.1	71.1	39.9	8.5	8.2	48.6	64.6	90.6	70.3	713	12.34	10.12	72.18
VALVERDE DEL FRESNO	143.4	139.8	106.8	86.5	80	48.3	12	12.3	52.9	110.1	147.4	142.6	1082	20.08	10.68	115.53

FIGURA 2. Índices de Erosividad.

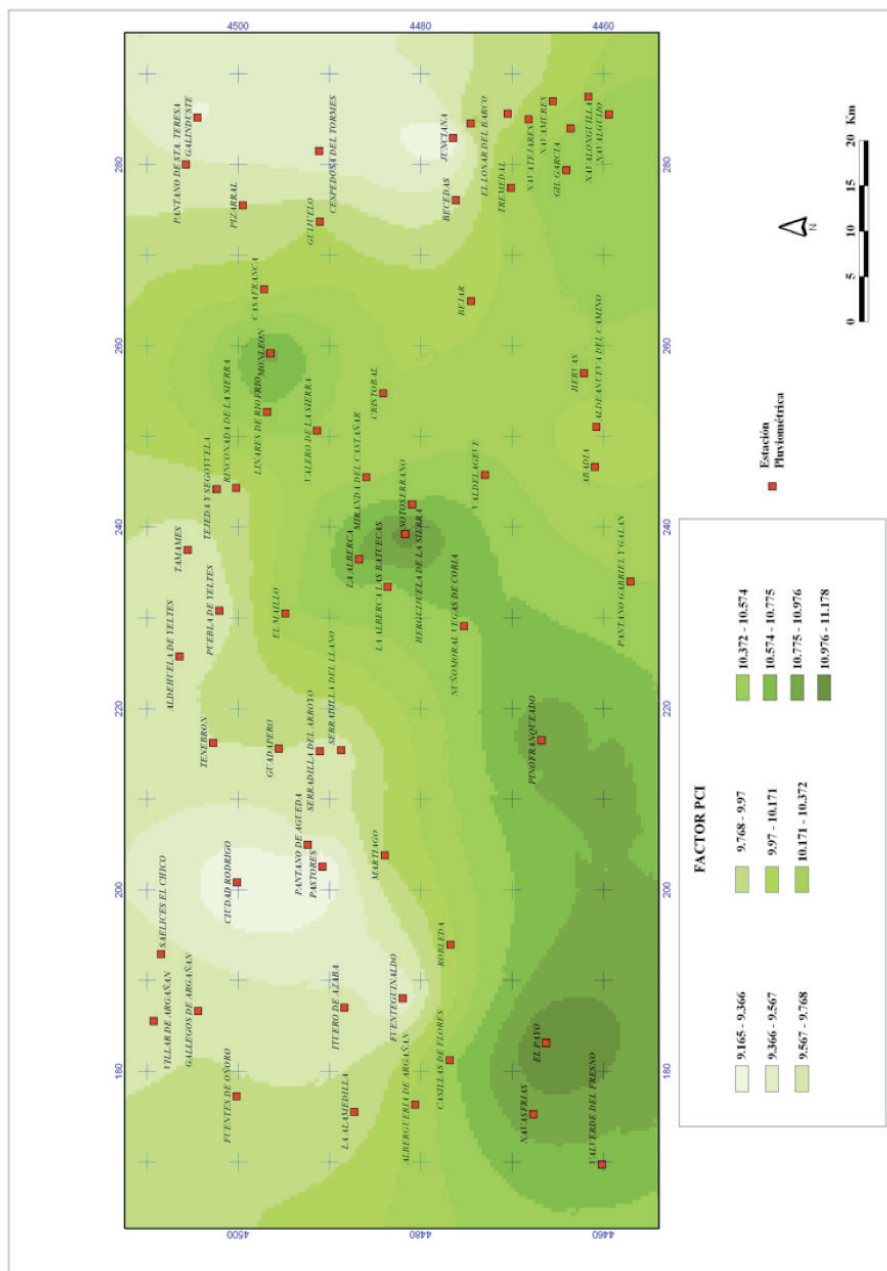


FIGURA 3. Cartografía Índice “PCI” 0.2 Unid.

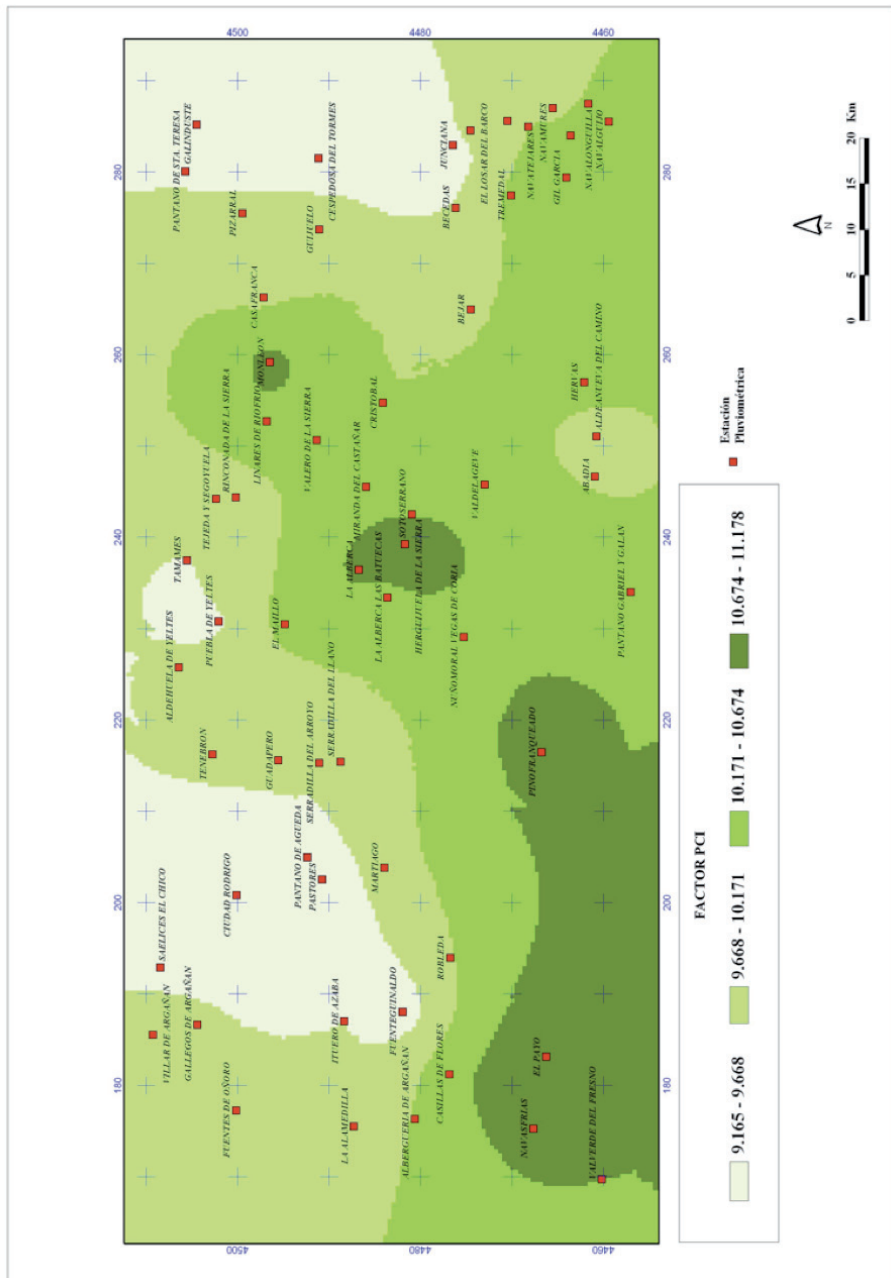


FIGURA 4. Cartografía Índice "PCI" 0.5 Unid.

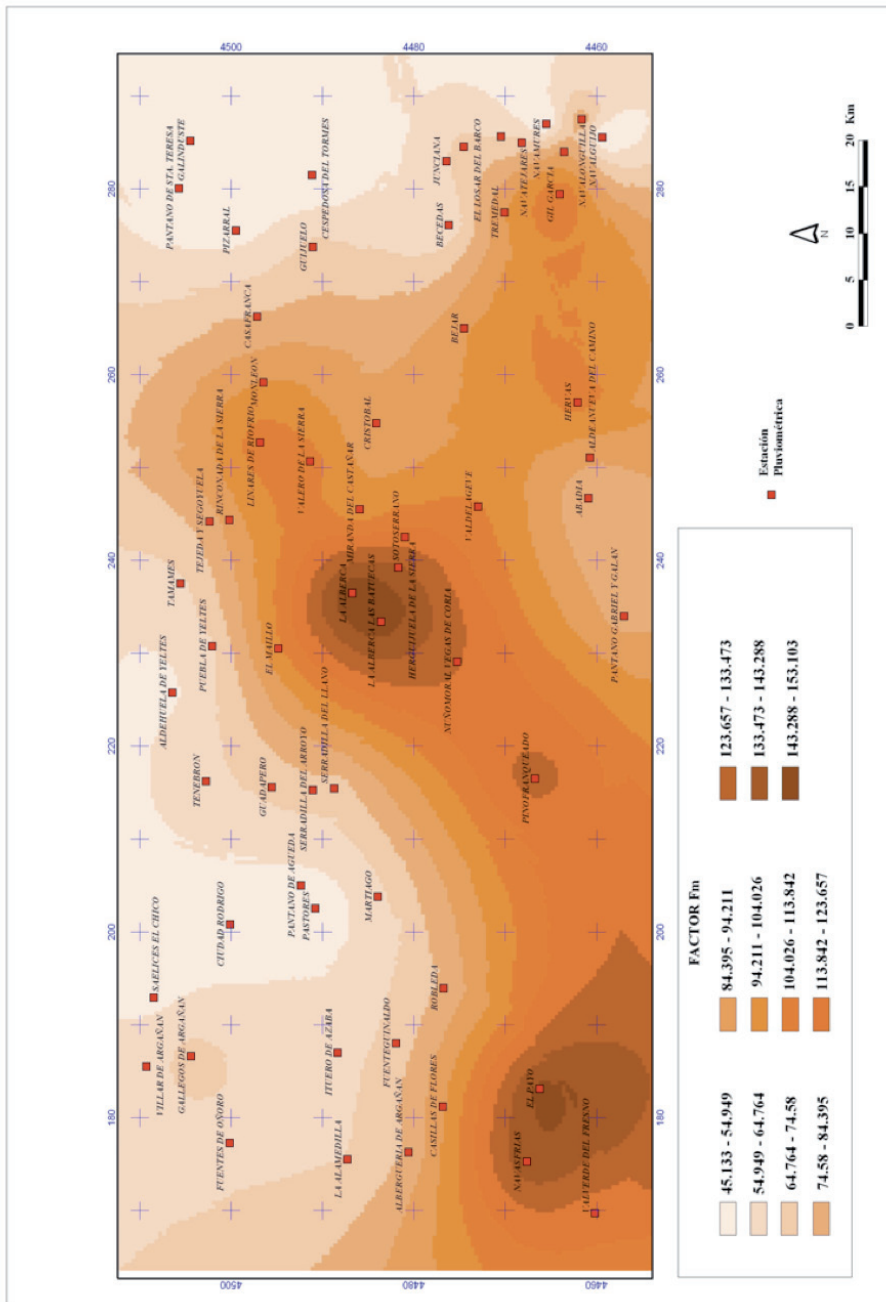


FIGURA 5. Cartografía Índice “Fm” 10 Unidades.

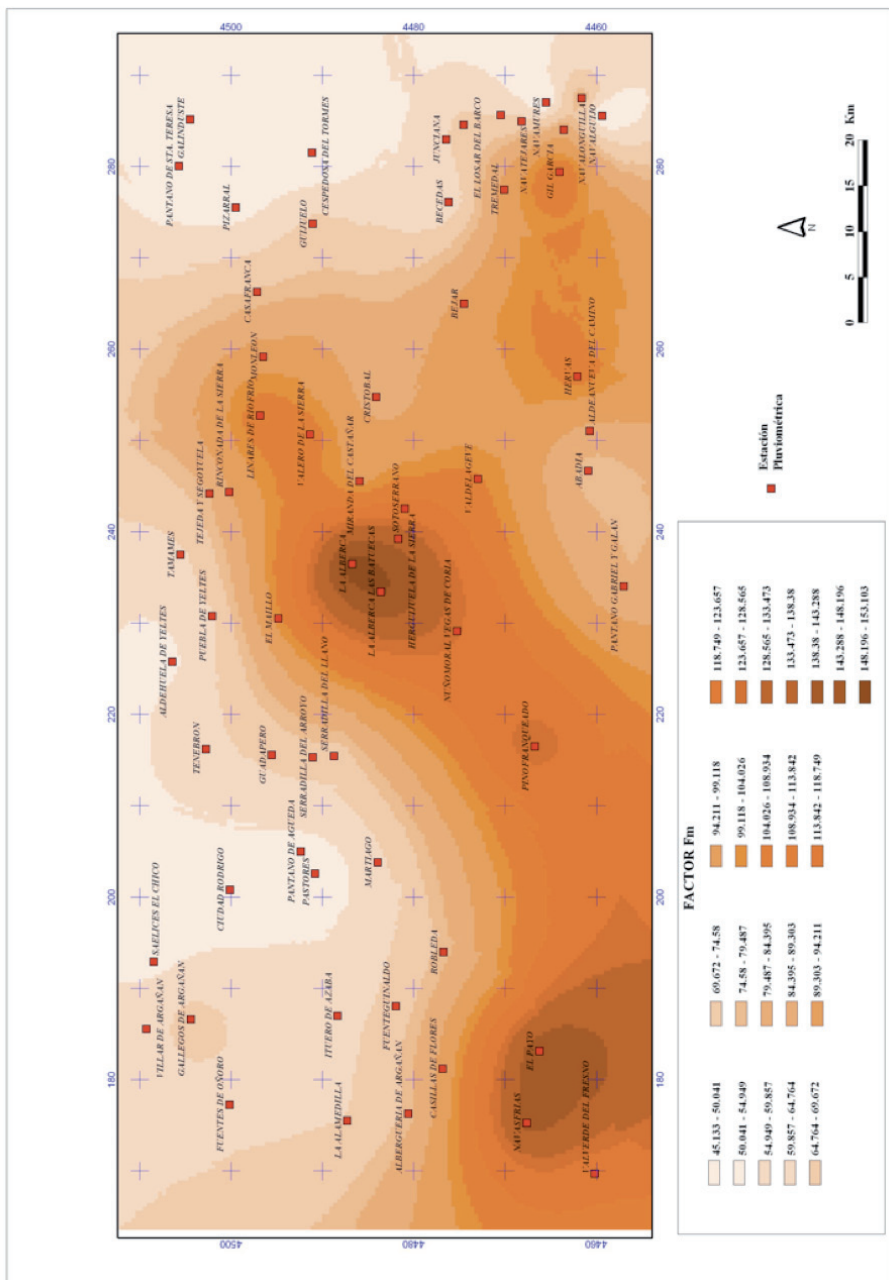


FIGURA 6. Cartografía Índice "Fm" 5 Unidades.

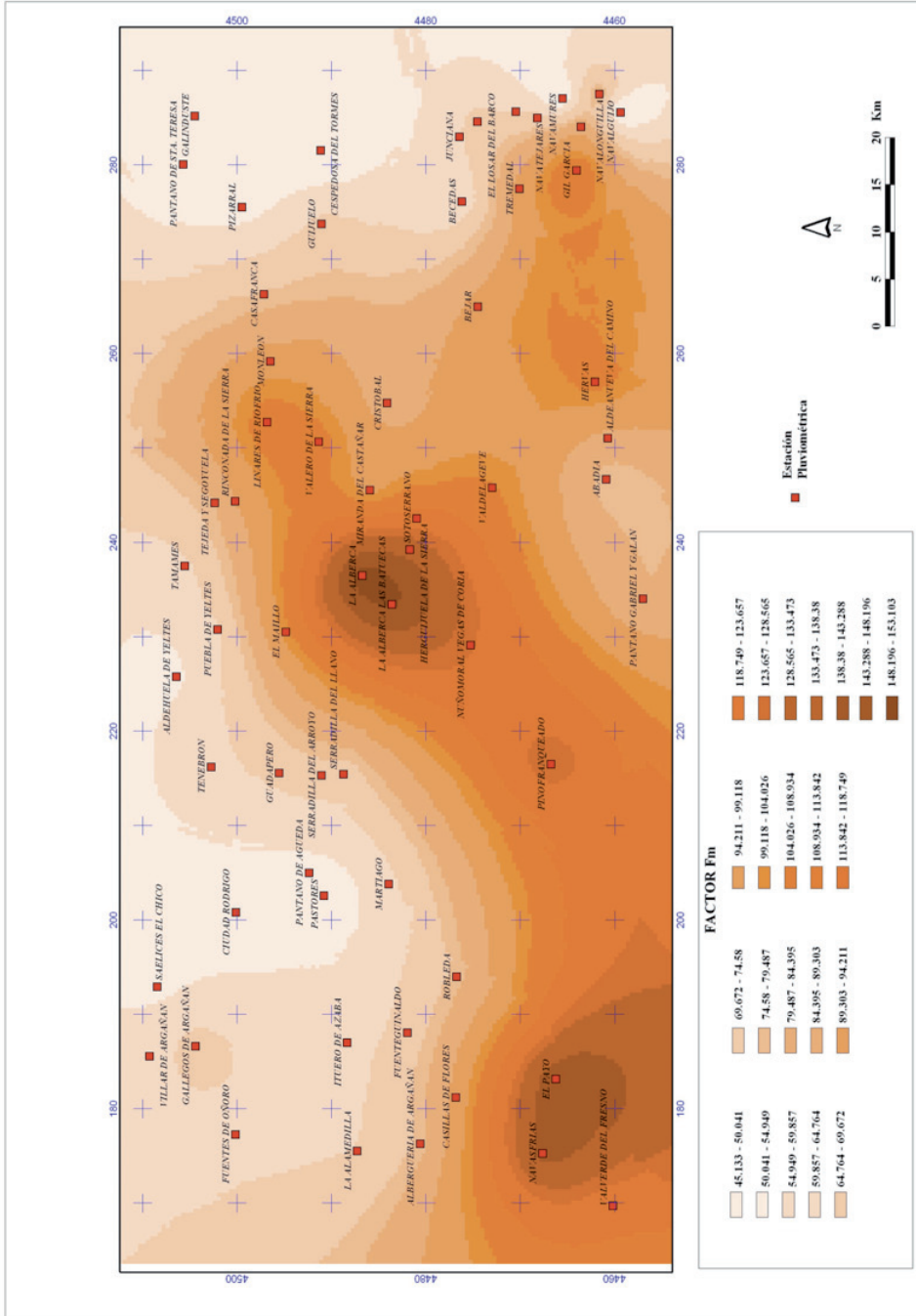


FIGURA 7. Cartografía de Erosividad Pluvial.

presentaban al menos 20 años de registro pluviométrico continuo.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Se realizó un resumen pluviométrico completo de todas las estaciones existentes en la zona de estudio. Posteriormente se analizó su distribución espacial y temporal; y a partir de estos datos se desestimaron las estaciones cuyo registro mensual de precipitaciones fuese inferior a 20 años consecutivos. Finalmente se calcularon los índices de agresividad pluvial siguientes: índice de Fournier (F); índice de Fournier modificado (Fm) e índice de Oliver (CPI). El índice de Gabriels ponderado (CPIp) no se calculó al considerar que el periodo de registro no era representativo, ya que su cálculo por otros autores consideraban al menos 40 años de registro (De Luis, 1995).

Dado que este factor debe multiplicarse por el resto de parámetros que componen la fórmula de pérdida de suelo de la USLE; se opta por generar una cartografía con la distribución espacial del índice Fm; mediante el Sistema de Información Geográfica (ArcGis 9.2), de tal forma que cada pixel, quede representado por un valor de agresividad pluvial. Dada la dispersión de las estaciones pluviométricas, se realiza una operación de interpolación mediante el método del krigeaje lineal. De esta forma el valor de cada celda o pixel que compone nuestra cartografía se obtiene basándose en las estaciones georeferenciadas más próximas de tal forma que la semejanza disminuye con la distancia. Una vez se obtienen las diferentes cartografías correspondientes a cada índice; se analiza el patrón espacial que más se ajuste a la distribución estándar de las precipitaciones medias anuales (Mapa de Isoyetas); y que, además, presente una variabilidad espacial que nos permita sectorializar la zona de estudio. Se establecen las cartografías del índice "PCI" con intervalos de 0.5 unidades y 0.2 unidades; mientras que la cartografía del índice

"Fm" se realiza cada 10 y cada 5 unidades. A través de este análisis se procede a validar como cartografía de distribución espacial en esta zona la que muestra el índice de Fournier modificado (Fm) con un intervalo de 5 unidades para su aplicación en la USLE.

CONCLUSIONES.

Mediante la utilización de técnicas SIG se obtiene la Cartografía del índice de agresividad pluvial "Fm". La representación espacial del índice de agresividad pluvial es de gran utilidad ya que el índice "R" es un factor dominante en los procesos de erosión, constituyendo la erosividad o capacidad de erosión un parámetro fundamental en los modelos de evaluación del riesgo erosivo (USLE, European Soil Bureau, etc.). En el sector sur de la provincia de Salamanca, de todos los índices manejados, el Índice de Fournier modificado (Fm) es el que mejor conjuga los volúmenes y la concentración de la lluvia, teniendo en cuenta la dispersión de las estaciones pluviométricas y la distribución de la precipitación, topografía semejante con las isolíneas de agresividad; y por ello el que mejor evalúa la agresividad pluvial en esta zona. No obstante hay que indicar que los datos de trabajo han sido mensuales, es decir el efecto de la concentración de las lluvias es mensual, no teniendo en cuenta las variaciones diarias y horarias de dicha concentración que producen eventos erosivos importantes. La agresividad pluvial, aumenta hacia el sur y con la elevación topográfica.

AGRADECIMIENTOS.

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

REFERENCIAS.

- Bork H.R. y Rohdenburg, H. (1979). Rainfall Simulation in Southeast Spain: Analysis of Overland and Infiltration. Proceedings, Seminar on agricultural soil erosion in temperate non mediterranean climate. Strasbourg Colmar. pp. 298-301
- De Luis *et al.* (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 35-39.
- ITGE. (1990). Erosión Potencial y Actual en Navarra. Instituto del Suelo y Concentración Parcelaria de Navarra.
- FAO. (1967). La erosión del suelo por el Agua. Roma pp. 207.
- 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.
- González Hidalgo, J.C. (1996). Los índices de agresividad de la lluvia y su aplicación en la valoración de la erosión del suelo. Sociedad Española de Geomorfología Cuaderno técnico de la SEG nº 10. *Geoforma* Ediciones pp. 1-36.
- Hudson, N. (1982). Conservación del suelo. Editorial reverté S.A. pp. 335.
- ICONA. (1990). Mapas de Estados Erosivos. Cuenca Hidrográfica del Duero.
- 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 .