



## METODOLOGÍA UTILIZADA EN LAS SIMULACIONES PARA LA DESIGNACIÓN DE LAS ZONAS CON LIMITACIONES NATURALES

Marzo 2015

---

### 1. INTRODUCCIÓN

Desde el año 2007, con la publicación del documento “Common Biophysical Criteria for Defining Areas which are Less Favourable for Agriculture in Europe” por parte del Joint Research Centre (JRC) de la Comisión Europea, España viene trabajando en la delimitación de las zonas con limitaciones naturales (Intermediate Less Favoured Areas), buscando siempre la forma más adecuada de aplicar sobre el territorio los dictados de la Comisión. Este trabajo, realizado de forma discontinua y en sucesivas aproximaciones, siguiendo el ritmo que marcaba la Comisión, dio como resultado diferentes simulaciones que han ido facilitándose a tanto a la Comisión como a los técnicos del JRC, la última de las cuales fue enviada en el último trimestre de 2014 y fue acompañada de diversas aclaraciones metodológicas remitidas en enero de este mismo año.

Se presenta ahora una nueva delimitación, con la intención de que sea definitiva, cuya realización está motivada por dos razones diferentes:

- en primer lugar, el requerimiento de la Comisión para presentar una información relativa al error matemático de la interpolación realizada mediante kriging para el parámetro de la pedregosidad de los suelos (stoniness), información que por diversas circunstancias no era posible facilitar sin repetir los cálculos;
- y, en segundo lugar, por la constatación de que los trabajos en los que se han basado los cálculos de dicho parámetro, especialmente los del Inventario Nacional de Erosión de los Suelos, han experimentado en los últimos meses un gran avance que permite ofrecer unos resultados mucho más sólidos y completos.

Junto con este documento metodológico se facilita la información cartográfica empleada, así como la base de datos con los resultados obtenidos. En consecuencia, toda la información facilitada anteriormente debe ser considerada obsoleta a los efectos de la delimitación de zonas con limitaciones naturales.

### 2. CRITERIOS EMPLEADOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA DELIMITACIÓN

Los criterios empleados para la delimitación de las zonas con limitaciones naturales han sido los tres que se indican a continuación y que figuran entre los propuestos por la Comisión

Europea en el documento “Updated common bio-physical criteria to define natural constraints for agriculture in Europe” (JRC, 2014):

|                                     | <b>CRITERIO</b>   | <b>UMBRAL</b> |
|-------------------------------------|---|---------------|
| <b>DRYNESS – TOO DRY CONDITIONS</b> | UNEP Aridity Index (P/PET)<br>P – Total Annual Precipitation<br>PET – Potential Evapotranspiration<br>(Penman-Monteith) | $\leq 0.5$    |
| <b>STONINESS</b>                    | Volume of coarse fragments (> 2mm)<br>in topsoil  | $\geq 15\%$   |
| <b>STEEP SLOPE</b>                  | Slope   | $\geq 15\%$   |

El resto de criterios incluidos en dicho documento, o bien no afectan al territorio español, o bien no se dispone de bases de datos que reflejen su incidencia sobre el mismo.

A continuación se describe la metodología empleada para la elaboración de cada uno de ellos y su integración final.

### **2.1. Dryness – too dry conditions (Índice de aridez)**

El documento de partida indica la existencia de severas limitaciones para el cultivo en aquellas zonas en las que el índice de aridez (UNEP) sea inferior a 0.5. Dicho índice lo determina la relación P/PET, donde P es la precipitación anual total y PET la evapotranspiración potencial calculada según el método de Penman-Monteith.

Para su cálculo se han empleado los datos de una selección de 1793 estaciones meteorológicas de la red de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Para su selección se optó por una solución de compromiso entre la resolución temporal (longitud de las series de datos disponibles) y la espacial (densidad de la distribución de estaciones sobre el territorio) de forma que, pese a las recomendaciones de no utilizar estaciones con menos de 20 años disponibles, se mantuvo un cierto número de estaciones que no cumplían este criterio con el fin de obtener una mínima representatividad espacial, considerándose que los resultados serían más fiables con su concurso. No obstante, no se ha utilizado ninguna estación con series inferiores a 10 años. Por otra parte, el cálculo de la ETP según Penman-Monteith requiere de una serie de datos que solamente están disponibles para un reducido número de estaciones en toda España (radiación, viento, etc.) y que ha sido necesario extrapolar a todas las estaciones (la mayoría son únicamente termo-pluviométricas). A pesar del error introducido en los modelos por estas cuestiones, se considera que los datos son mucho más fiables y acertados que los que se obtendrían de la utilización exclusiva de las estaciones que disponen de todos los datos que, además, suelen estar en entornos urbanos.

En el fichero “*Estaciones meteorológicas.mdb*” se incluye el listado de estaciones empleadas con sus coordenadas y el nº de años útiles de cada serie.

Para todas las estaciones se ha efectuado el cálculo del índice de aridez medio para toda la serie, interpolando estos datos por grandes cuencas hidrográficas mediante kriging, para después fusionar estos resultados en una única capa nacional. En España se ha optado por utilizar el valor medio de la serie, más restrictivo que el método propuesto (en el que se considera el 20% de probabilidad de que el índice sea menor de 0.5), por varias razones: en primer lugar, al utilizar estaciones con series algo más cortas, se puede sobredimensionar la delimitación, ya que es relativamente más fácil que haya lugares con dos años secos entre diez que seis entre treinta; en segundo, porque se considera que siempre es preferible realizar interpolaciones de parámetros naturales o, en todo caso, de índices derivados directamente de parámetros naturales, que de un valor estadístico derivado de las ocurrencias de uno de estos índices y, en tercer y último lugar, porque el cálculo de éstas probabilidades conllevaba una mayor carga de trabajo (y un mayor impacto presupuestario) al tener que realizar nuevas elaboraciones mientras que de la otra forma se aprovechaban trabajos ejecutados previamente.

Hay que destacar, por último, que todas las elaboraciones realizadas en la estimación de este criterio, son coherentes con la metodología seguida en la “Caracterización Agroclimática de España” (Ministerio de Agricultura, 1988) que es periódicamente actualizada y puesta a disposición del público en la web del Ministerio (<http://sig.magrama.es>).

Los resultados del índice de aridez se pueden consultar en el anejo 2 (mapa 1. TOO DRY CONDITIONS: P / PET (Penman-Monteith)).

## **2.2. Stoniness (Pedregosidad)**

Los datos de pedregosidad del suelo proceden de dos fuentes diferentes, que se corresponden con dos líneas de trabajo desarrolladas por diferentes organismos públicos de la Administración Española. Dado que ambas líneas están en ejecución en la actualidad, hay que hacer constar que los datos empleados para esta delimitación de Zonas con Limitaciones Naturales es la disponible a 20 de febrero de 2015.

Se ha desestimado procesar los datos de pedregosidad correspondientes a las Islas Canarias, dado que el 100% de su superficie agrícola presenta limitaciones por otros criterios.

*Fuente nº 1 – Análisis de suelos realizados para la elaboración del estudio “Metales pesados, materia orgánica y otros parámetros de los suelos agrícolas y pastos de España” (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Ministerio de Ciencia e Innovación, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria - INIA, 2009) y trabajos de investigación posteriores.*

Esta información es parte de los trabajos realizados por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), durante siete años, a través de varios Convenios con la Subdirección General de Medios de Producción de la Dirección General de Agricultura y la Subdirección General de Producción y Consumo Sostenibles de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, ambas del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. El estudio llevado a cabo se basó en una malla de 8 km x 8 km que cubrió toda la superficie agropastoral de España a la que también se incluyeron valores de pedregosidad procedentes de otros estudios realizados en el INIA. Como resultado de estos trabajos se cuenta con 4253 parcelas con determinaciones de elementos gruesos (porcentaje en peso de partículas de tamaño mayor de 2 mm) obtenidas a partir de muestras compuestas recolectas entre 0 y 25 cm de profundidad.

Para conocer con mayor detalle las características del muestreo, se puede consultar la publicación, disponible para su descarga de forma gratuita en el servicio de publicaciones del INIA ([http://libros.inia.es/libros/product\\_info.php?products\\_id=656](http://libros.inia.es/libros/product_info.php?products_id=656)).

*Fuente nº 2 - Inventario Nacional de Erosión de los Suelos 2002-2016 (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente)*

Los trabajos de este inventario están en la actualidad en ejecución, habiéndose finalizado la fase de muestreos y análisis de suelos para todas las comunidades autónomas con excepción de las de Aragón y Castilla – La Mancha y la provincia de Soria en Castilla y León. El muestreo del INES se lleva a cabo estratificando previamente el territorio en función de una serie de factores (subregiones fitoclimáticas, altitud, pendiente, orientación, litología y vegetación y usos del suelo) para a continuación superponer una malla de 5 km x 5 km, que se intensifica para los estratos que resulten insuficientemente muestreados. Se dispone de un total de 15.610 determinaciones de elementos gruesos (partículas de tamaño mayor de 2 mm). La toma de muestra se realiza en el horizonte superficial del suelo (0-10 cm, siempre que sea posible) hasta disponer de 1,5 kg de tierra aproximadamente. El análisis de elementos gruesos se lleva a cabo según la metodología expuesta en la publicación “Métodos Oficiales de Análisis” (Tomo III, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1994).

Dado que los datos procedentes de la fuente nº 1, la única que cubre todo el territorio, presentan una densidad de muestras que podría ser algo insuficiente en algunas zonas, y considerando que cuanto mayor sea la muestra mayor será la precisión de los resultados obtenidos, se ha optado por juntar las determinaciones procedentes de ambos estudios para realizar una predicción del contenido de elementos gruesos de todo el territorio mediante kriging ordinario, para una cuadrícula de 250 m. La gran densidad de puntos disponible de esta forma hace innecesaria la división de la muestra por regiones para su interpolación, ya que la influencia local predomina en las predicciones del modelo. La interpolación mediante kriging ofrece una imagen bastante cercana a la realidad de los suelos. Asumiendo que toda predicción siempre conlleva un error, este en su mayor parte está motivado por la gran variabilidad de la pedregosidad a escala local como se refleja en el error cuadrático medio obtenido en el kriging, y que puede tener especial relevancia en las zonas donde la pedregosidad se sitúe en el entorno del valor umbral del 15%. No obstante, es probable que densificar aún más la malla de muestreo tampoco mejore notablemente las estimas ya que se están manejando ya casi 20000 puntos, lo que ya es un gran volumen de muestras para el modelo.

Los datos poblacionales empleados y el error obtenido en el kriging se muestran en las dos siguientes tablas.

Distribución poblacional:

|                      |            |
|----------------------|------------|
| Samples              | 19856      |
| Mean                 | 35,713     |
| Variance             | 484,836361 |
| St. dev.             | 22,019     |
| q1                   | 17,12      |
| q3                   | 52         |
| Skewness             | 0,40786    |
| Kurtosis             | 2,26       |
| C.V. (Variance/Mean) | 13,5759068 |

Error del kriging:

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| Mean:                          | 0,002568  |
| Root-Mean-Square:              | 18,07     |
| Average Standard Error:        | 18,01     |
| Mean Standardized:             | 0,0001933 |
| Root-Mean-Square Standardized: | 1,004     |

En el anejo 2 se incluye la representación gráfica de los resultados obtenidos del kriging (mapa 2. STONINESS: % DE ELEMENTOS GRUESOS (> 2mm) DE LOS SUELOS) así como la de la población muestral (mapa 3. STONINESS: PARCELAS MUESTREADAS).

### **2.3. Steep slope (Pendiente del terreno)**

El cálculo de la pendiente se ha efectuado a partir del Modelo Digital del Terreno de 25x25 m elaborado por el Centro Geográfico del Ejército (CEGET, Ministerio de Defensa), calculándose las pendientes para cada celda de 25 m (pendiente máxima respecto a las 8 celdas adyacentes). A continuación se han clasificado todas las celdas en función del umbral establecido (celdas mayores o menores del 15% de pendiente).

Los resultados de esta elaboración se encuentran en el anejo 2 (mapa 4. ZONAS CON PENDIENTE SUPERIOR AL 15%).

## **3. OBTENCIÓN DE RESULTADOS: DETERMINACIÓN DE LOS MUNICIPIOS CON LIMITACIONES NATURALES PARA LA AGRICULTURA**

El criterio exigido para que un municipio se considere que presenta limitaciones naturales para la agricultura es que al menos un 60% de su Superficie Agraria Útil (UAA) supera al menos uno de los umbrales establecidos para los tres criterios descritos.

Para ello, en primer lugar, se ha obtenido la Superficie Agraria Útil a partir del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España E. 1:50.000 (disponible en la web del Ministerio: <http://sig.magrama.es>). A estos efectos, se ha considerado UAA todas las tierras de cultivo, praderas y prados naturales, pastizales y pastizales asociados con matorral o con arbolado. A partir de esta cartografía se ha elaborado un modelo raster con celdas de 25x25 m clasificadas en función de su ocupación mayoritaria. A continuación, se ha elaborado otro modelo raster con la misma resolución que el anterior (25 m) a partir de la división administrativa de España (municipios, LAU2). Ambos modelos constituyen la base para el cálculo del porcentaje de superficie afectada por limitaciones naturales.

Finalmente, mediante el cruce cartográfico de estos dos modelos con los correspondientes a los tres criterios empleados se ha obtenido el porcentaje de UAA para cada municipio que supera uno o varios de los umbrales propuestos para los tres criterios, clasificando finalmente los municipios en función de este porcentaje y el umbral del 60% de UAA sujeta a limitaciones naturales.

Pese a que el cómputo de la superficie con limitaciones naturales se realiza con el conjunto de los tres criterios, atendiendo a la solicitud de los técnicos de la Comisión se han elaborado



una serie de mapas que se incluyen en el anejo 2 representando la UAA que cumple cada uno de los tres criterios empleados: mapa 5. SUPERFICIE AGRÍCOLA ÚTIL CON P/ETP INFERIOR A 0.5, mapa 6. SUPERFICIE AGRÍCOLA ÚTIL CON PEDREGOSIDAD SUPERIOR AL 15% y mapa 7. SUPERFICIE AGRÍCOLA ÚTIL CON PENDIENTE SUPERIOR AL 15%; así como un mapa adicional representando la UAA con limitaciones naturales, es decir, que cumple alguno de los tres criterios (mapa 8. SUPERFICIE AGRÍCOLA ÚTIL CON LIMITACIONES NATURALES).

El resultado obtenido a nivel de municipio de esta clasificación se ofrece en la base de datos *Resultados marzo 2015.mdb*, que se remite junto a este documento. La clasificación de municipios resultante de la aplicación de esta simulación en la determinación de las zonas con limitaciones naturales se presenta gráficamente en el mapa 9. ZONAS DESFAVORECIDAS DE ESPAÑA SEGÚN LA NUEVA SIMULACIÓN (marzo 2015).



## ANEJO 1 RELACIÓN DE CARTOGRAFÍA DIGITAL

| Layer                      | Type                | Description                                       | Geographical extension                 | Coordinate system      | Attributes/values                           |
|----------------------------|---------------------|---|--|------------------------|---|
| AI.shp                     | Shapefile (polygon) | Aridity index (classified)                        | Spain                                  | ED_1950_UTM_Zone_30N   | AI.DAT                                      |
| ai_class_c                 | Raster dataset      | Aridity index (classified according to criterion) | Canary Islands                         | WGS_1984_UTM_Zone_28N  | 0 - AI < 0.5<br>1 - AI >= 0.5               |
| ai_class_pb                | Raster dataset      | Aridity index (classified according to criterion) | Peninsula & Balearic Islands           | ED_1950_UTM_Zone_30N   | 0 - AI < 0.5<br>1 - AI >= 0.5               |
| ccaa_2013_pb_ETRS89H30.shp | Shapefile (polygon) | Autonomous Communities                            | Peninsula & Balearic Islands           | ETRS_1989_UTM_Zone_30N | Name & code                                 |
| muni_2013_c_WGS84H28.shp   | Shapefile (polygon) | Municipalities                                    | Canary Islands                         | WGS_1984_UTM_Zone_28N  | MUNI.DAT                                    |
| muni_2013_pb_ETRS89H30.shp | Shapefile (polygon) | Municipalities                                    | Peninsula & Balearic Islands           | ETRS_1989_UTM_Zone_30N | MUNI.DAT                                    |
| muni_c                     | Raster dataset      | Municipalities                                    | Canary Islands                         | WGS_1984_UTM_Zone_28N  | Municipality code                           |
| muni_pb                    | Raster dataset      | Municipalities                                    | Peninsula & Balearic Islands           | ED_1950_UTM_Zone_30N   | Municipality code                           |
| prov_2013_c_WGS84H28.shp   | Shapefile (polygon) | Provinces   | Canary Islands                         | WGS_1984_UTM_Zone_28N  | PROV.DAT                                    |
| prov_2013_pb_ETRS89H30.shp | Shapefile (polygon) | Provinces   | Peninsula & Balearic Islands           | ETRS_1989_UTM_Zone_30N | PROV.DAT                                    |
| sl_class_c                 | Raster dataset      | Slope (classified according to criterion)         | Canary Islands                         | WGS_1984_UTM_Zone_28N  | 1 - Slope < 15%<br>2 - Slope >= 15%         |
| sl_class_pb                | Raster dataset      | Slope (classified according to criterion)         | Peninsula & Balearic Islands           | ED_1950_UTM_Zone_30N   | 1 - Slope < 15%<br>2 - Slope >= 15%         |
| st_class_pb                | Raster dataset      | Stoniness (classified according to criterion)     | Peninsula & Balearic Islands           | ED_1950_UTM_Zone_30N   | 0 - Stoniness < 15%<br>1 - Stoniness >= 15% |
| ST_INES_H29.shp            | Shapefile (point)   | Stoniness sample parcels (source: INES)           | Peninsula (Western)                    | ED_1950_UTM_Zone_29N   | EG - % of coarse (>2mm) elements            |
| ST_INES_H30.shp            | Shapefile (point)   | Stoniness sample parcels (source: INES)           | Peninsula (Middle)                     | ED_1950_UTM_Zone_30N   | EG - % of coarse (>2mm) elements            |
| ST_INES_H31.shp            | Shapefile (point)   | Stoniness sample parcels (source: INES)           | Peninsula (Eastern) & Balearic Islands | ED_1950_UTM_Zone_31N   | EG - % of coarse (>2mm) elements            |
| ST_INIA.shp                | Shapefile (point)   | Stoniness sample parcels (source: INIA)           | Peninsula & Balearic Islands           | ED_1950_UTM_Zone_30N   | EG - % of coarse (>2mm) elements            |
| st_pb                      | Raster dataset      | Stoniness (% of coarse elements)                  | Peninsula & Balearic Islands           | ED_1950_UTM_Zone_30N   | % of coarse (>2mm) elements                 |





| Layer  | Type           | Description                | Geographical extension       | Coordinate system     | Attributes/values      |
|--------|----------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|
| uaa_c  | Raster dataset | Utilised Agricultural Area | Canary Islands               | WGS_1984_UTM_Zone_28N | 0 - Non UAA<br>1 - UAA |
| uaa_pb | Raster dataset | Utilised Agricultural Area | Peninsula & Balearic Islands | ED_1950_UTM_Zone_30N  | 0 - Non UAA<br>1 - UAA |

### AI.DAT

| Field     | Description                         |
|-----------|-------------------------------------|
| Gridcode  | Classification interval             |
| IA_Penman | Classification interval description |

### MUNI.DAT

| Field      | Description                 |
|------------|-----------------------------|
| NUTS       | NUTS code                   |
| PROV_NOM   | Province (name)             |
| COM_NOM    | Autonomous community (name) |
| PROV       | Province (code)             |
| COM        | Autonomous community (code) |
| NOMBRE     | Municipality (name)         |
| CODIGOINE  | Municipality (code)         |
| JURISDICCI | Municipality (jurisdiction) |
| OBSERVACIO | Comment                     |

### PROV.DAT

| Field    | Description                 |
|----------|-----------------------------|
| PROV_NOM | Province (name)             |
| COM_NOM  | Autonomous community (name) |
| PROV     | Province (code)             |
| COM      | Autonomous community (code) |



## **ANEJO 2**

### **MAPAS**

1. TOO DRY CONDITIONS: P / PET (Penman-Monteith)
2. STONINESS: % DE ELEMENTOS GRUESOS (> 2mm) DE LOS SUELOS
3. STONINESS: PARCELAS MUESTREADAS
4. ZONAS CON PENDIENTE SUPERIOR AL 15%
5. SUPERFICIE AGRÍCOLA ÚTIL CON P/ETP INFERIOR A 0.5
6. SUPERFICIE AGRÍCOLA ÚTIL CON PEDREGOSIDAD SUPERIOR AL 15%
7. SUPERFICIE AGRÍCOLA ÚTIL CON PENDIENTE SUPERIOR AL 15%
8. SUPERFICIE AGRÍCOLA ÚTIL CON LIMITACIONES NATURALES
9. ZONAS DESFAVORECIDAS DE ESPAÑA SEGÚN LA NUEVA SIMULACIÓN (marzo 2015)