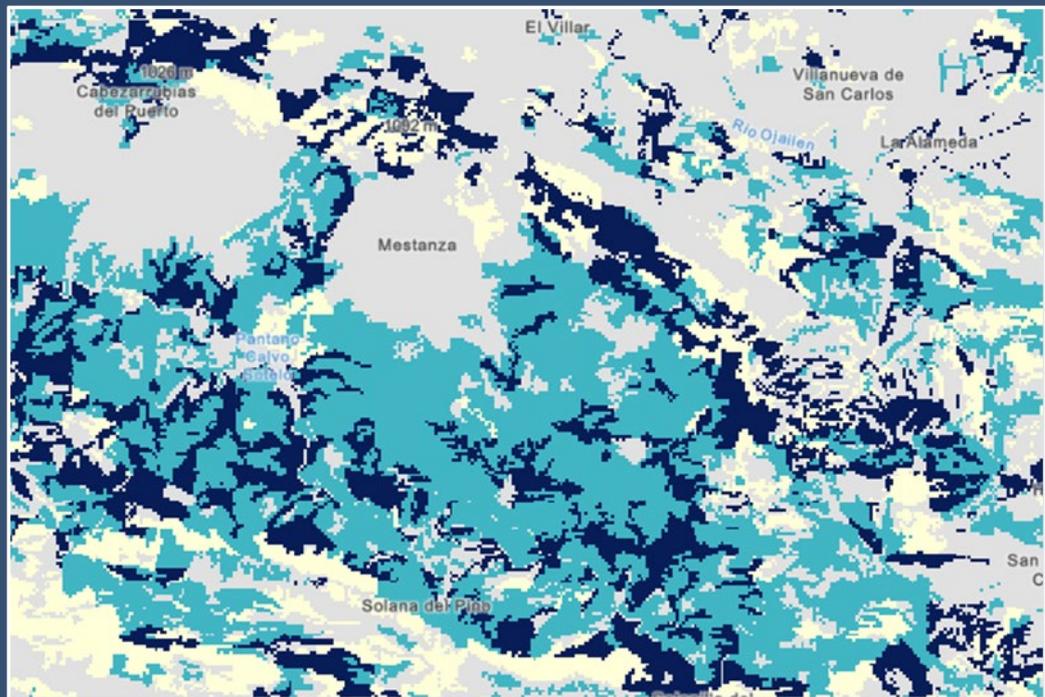


EVALUACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN CASTILLA-LA MANCHA



Castilla-La Mancha

DOCUMENTO METODOLÓGICO PARA LA
IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO DE
REGULACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

Diciembre de 2023

EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN CASTILLA-LA MANCHA

SERVICIO DE REGULACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE



Castilla-La Mancha

Dirección General de Medio Natural y Biodiversidad
Consejería de Desarrollo Sostenible
Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	ANTECEDENTES	1
2.	METODOLOGÍAS DE CÁLCULO.....	1
3.	CARTOGRAFÍA BASE EMPLEADA Y FUENTES DOCUMENTALES.....	2
4.	PROCEDIMIENTO PARA LA ESTIMA DEL CARBONO TOTAL.....	2
5.	BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA.....	9

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE REGULACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

Documento descriptivo del proceso de identificación y
caracterización del servicio en el contexto de la
elaboración de la Estrategia Regional de
Infraestructura Verde, Conectividad y Restauración
Ecológica

1. ANTECEDENTES

La biomasa foliar como indicador de la capacidad de los ecosistemas para limpiar el aire de contaminantes y sustancias nocivas para la salud.

El servicio de regulación de la calidad del aire hace referencia al papel que realiza la vegetación en la captación de determinadas partículas de la atmósfera que pueden ser nocivas para la salud humana.

Este servicio depende, entre otros factores, de la captura y absorción por parte de la vegetación de partículas en suspensión, compuestos químicos y gases presentes en la atmósfera que son nocivos para la salud humana. Se trata de un servicio que puede ser muy relevante en zonas urbanas o metropolitanas.

Para su valoración se ha utilizado la cantidad de biomasa foliar de formaciones arboladas como proxy de la capacidad de retención de contaminantes. Este indicador presenta una buena relación lineal con el LAI (*Leaf Area Index*), y es utilizado de forma extendida para valorar la capacidad de la vegetación para retener contaminantes.

2. METODOLOGÍAS DE CÁLCULO

2.1. Metodologías disponibles

Las aproximaciones metodológicas para la estimación de la biomasa foliar son similares a aquellas utilizadas para la estimación de la biomasa total del árbol (Shi et al. 2017). De entre estas, las más utilizadas son aquellas que hacen uso de ecuaciones alométricas

para estimar la cantidad de biomasa de las diferentes partes de un árbol. También existen otras aproximaciones para valorar el papel de la vegetación en la regulación de la calidad del aire. Como ya se ha indicado, el LAI es uno de los indicadores más utilizados para valorar la capacidad de retención de contaminantes de la vegetación. Y del mismo modo, para la determinación de este parámetro existen también múltiples metodologías, tanto directas como indirectas (Zheng et al. 2009).

2.2. Metodología empleada para la estimación en Castilla-La Mancha

Para la valoración del servicio ecosistémico de regulación de la calidad del aire se ha utilizado como base la metodología principal la propuesta en la Guía para la Identificación de la Infraestructura verde en España.

Esta metodología propone hacer uso de los datos obtenidos de las parcelas del Inventario Forestal Nacional (IFN) y estadísticos obtenidos del LiDAR para la obtención de unos modelos generalizados que puedan ser aplicados a todo el territorio.

En una primera aproximación, debido a los grandes requerimientos de computación necesarios para seguir la metodología establecida, se ha optado por obtener información correspondiente a las parcelas forestales y extrapolarla a todo el territorio sin realizar los modelos generalizados o utilizar la información LiDAR.

3. CARTOGRAFÍA BASE EMPLEADA Y FUENTES DOCUMENTALES

- ✓ Como cartografía base se ha utilizado el Mapa Forestal de España 1:50000 (MFE50) al constituir la base cartográfica que mejor se ajusta con los datos ofrecidos por el Inventario Forestal.
- ✓ Para la obtención de las variables utilizadas para el cálculo de la biomasa (altura y diámetro) se ha partido de los datos ofrecidos por el Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3, 2006) por ser el documento más reciente que alberga este tipo de información para toda la superficie de Castilla-La Mancha.
- ✓ Las ecuaciones alométricas utilizadas para el cálculo de la biomasa de hojas y ramillas (diámetro < 2 cm) se han extraído de Ruiz-Peinado et al. 2011 y Ruiz-Peinado et al. 2012.

4. PROCEDIMIENTO PARA LA ESTIMA DEL CARBONO TOTAL

Para la determinación de la calidad del aire se ha utilizado el indicador de biomasa foliar como proxy de la capacidad de retención de contaminantes por parte de la vegetación. Concretamente, se ha utilizado la cantidad de biomasa de las hojas y ramas finas (con un diámetro inferior a 2 cm) por unidad de superficie (t/ha).

4.1. Determinación de la cantidad de biomasa foliar (hojas y ramas finas)

A partir de la cartografía base utilizada (MFE50) se han incorporado las relaciones de los valores de biomasa obtenidos a partir de la información proporcionada por el Tercer

Inventario Forestal Nacional (IFN3, 2006), y las ecuaciones alométricas de especies de la península ibérica de Ruiz-Peinado et al. 2011 y Ruiz-Peinado et al. 2012.

Si bien la mejor aproximación hubiese sido la determinación de las alturas de las especies mediante la información LiDAR, ha sido necesario adaptar la metodología recomendada en la *Guía Metodológica para la Identificación de los Elementos de Infraestructura Verde de España* a la capacidad de computación disponible. En este sentido, se ha optado por extrapolar a todo el territorio los datos de biomasa foliar obtenidos a partir de las mediciones de las parcelas del IFN3, de manera similar a la metodología seguida en el documento de *Cartografía territorial del stock de carbono en la Comunidad Valenciana* de la Consejería de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad.

Detalle metodológico

Los valores de diámetro y altura de las especies considerados en el análisis se obtuvieron a partir de la tabla *Mayores_exs* del IFN3.

Para cada individuo de la tabla *Mayores_exs* se utilizaron los 2 valores de diámetro a la altura de pecho para calcular un diámetro promedio del individuo en cm.

El diámetro promedio y la altura del individuo se utilizaron para calcular la biomasa de hojas y ramillas (kg/individuo) mediante las ecuaciones alométricas.

Posteriormente se multiplicó el valor de biomasa foliar del individuo por el factor de corrección establecido para cada individuo para obtener el valor de biomasa foliar por unidad de superficie (kg/ha).

Dentro de cada estadillo o parcela se sumaron los valores de biomasa foliar de los individuos clasificados dentro de la misma clase diamétrica y se adjuntaron a la tabla *Parcelas_exs*.

A través de la tabla *Parcelas_exs* se determinó el promedio del valor de biomasa foliar por estrato, especie y clase diamétrica, obteniendo de esta manera un único valor de biomasa foliar por cada relación estrato-especie-clase diamétrica.

Finalmente se calculó el sumatorio de los valores de biomasa foliar de todas las clases diamétricas de la misma especie para cada relación estrato-especie, obteniendo un valor único de biomasa foliar por cada relación estrato-especie.

Estos valores se relacionaron con la tabla *Poligon* del IFN3 en la cual se encuentran definidos el estrato y las especies dominantes en la mayoría de polígonos del MFE50. Antes de asociar los datos de biomasa foliar a cada polígono se modificaron los códigos de especie de la tabla *Poligon*. Estos cambios se realizaron siguiendo la guía de cambios descritos en la tabla *CambioEspecie* del IFN3 y se aplicaron a los tres campos que definen las especies dominantes de cada polígono del MFE50 (columnas *Esp1*, *Esp2* y *Esp3*).

En la tabla de atributos de la capa *Poligon* se crearon tres nuevos campos (*BF_1*, *BF_2* y *BF_3*) para relacionar los valores de biomasa foliar anteriormente calculados con el estrato (columna *Estrato*) y las especies dominantes de cada polígono (*Esp1*, *Esp2*,

Esp3). Igualmente, se creó un nuevo campo en la tabla de atributos (*BF (kg/ha)*) en la cual se realizó el sumatorio de los valores de biomasa foliar de las tres especies para obtener el valor total de biomasa foliar del polígono, y se llevó a cabo la conversión a las unidades deseadas (t/ha).

Del mismo modo, se crearon tres campos adicionales (*BF_O1*, *BF_O2* y *BF_O3*) para ponderar la aportación de biomasa de cada especie en función de su ocupación (columnas *O1*, *O2* y *O3*) dentro del polígono.

Por último, se creó un campo adicional (*BF_pond*) donde se realizó el sumatorio de los valores de biomasa ponderados por ocupación.

La relación de los valores de biomasa con la cobertura cartográfica del MFE50 se realizó mediante el campo *id de polígono*.

Las especies consideradas en el análisis de biomasa foliar han sido aquellas que aparecen representadas en la tabla *Mayores_exs* y disponen una ecuación alométrica para el cálculo de la biomasa. Partiendo de esta premisa, en las siguientes tablas se muestran las especies muestreadas en el IFN3 por provincia:

Provincia de Albacete

Especie	Código IFN
<i>Pinus pinea</i>	023
<i>Pinus halepensis</i>	024
<i>Pinus nigra</i>	025
<i>Pinus pinaster</i>	026
<i>Juniperus thurifera</i>	038
<i>Quercus faginea</i>	044
<i>Quercus ilex</i>	045
<i>Populus alba</i>	051
<i>Otras frondosas</i>	099
<i>Populus spp.</i>	958

- ✓ Otras frondosas. Se descartó del análisis debido a que no se disponía de la ecuación alométrica de la especie más representada dentro del grupo.,
- ✓ *Populus alba* y *Populus spp.* Se utilizó la ecuación alométrica de *Populus x euramericana*.

Provincia de Ciudad Real

Especie	Código IFN
<i>Pinus pinea</i>	023
<i>Pinus pinaster</i>	026
<i>Quercus pyrenaica</i>	043
<i>Quercus faginea</i>	044
<i>Quercus ilex</i>	045
<i>Quercus suber</i>	046
Mezcla de árboles de ribera	050
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	062
<i>Arbutus unedo</i>	068
Otras frondosas	099
<i>Juniperus oxycedrus</i>	237
<i>Populus x canadiensis</i>	258

- ✓ Otras frondosas. Se descartó del análisis debido a que no se disponía de la ecuación alométrica de la especie más representada dentro del grupo.
- ✓ *Quercus pyrenaica* y *Arbutus unedo*. Se descartaron del análisis debido a que no se disponía de la ecuación alométrica.
- ✓ Mezcla de árboles de ribera. Se utilizó la ecuación alométrica de *Alnus glutinosa* debido a que es la especie más representada dentro del grupo.
- ✓ *Eucalyptus camaldulensis*. Se utilizó la ecuación alométrica de *Eucalyptus globulus*.
- ✓ *Juniperus oxycedrus*. Se utilizó la ecuación alométrica de *Juniperus thurifera*.
- ✓ *Populus x canadiensis*. Se utilizó la ecuación alométrica de *Populus x euramericana*.

Provincia de Cuenca

Especie	Código IFN
<i>Pinus sylvestris</i>	021
<i>Pinus pinea</i>	023

Especie	Código IFN
<i>Pinus halepensis</i>	024
<i>Pinus nigra</i>	025
<i>Pinus pinaster</i>	026
<i>Quercus faginea</i>	044
<i>Quercus ilex</i>	045
Mezcla de árboles de ribera	050
<i>Populus nigra</i>	058
Otras frondosas	099
<i>Populus x canadiensis</i>	258
<i>Juniperus spp</i>	937

- ✓ Otras frondosas. Se descartó del análisis debido a que no se disponía de la ecuación alométrica de la especie más representada dentro del grupo.
- ✓ Mezcla de árboles de ribera. Se tomó como referencia *Populus alba* al ser la especie más representada dentro del grupo. Para la estimación de su biomasa foliar se utilizó la ecuación alométrica de *Populus x euramericana*.
- ✓ *Populus nigra* y *Populus x canadienses*. Se ha utilizado la ecuación alométrica de *Populus x euramericana*.
- ✓ *Juniperus spp*. Se utilizó la ecuación alométrica de *Juniperus thurifera*.

Provincia de Toledo

Especie	Código IFN
<i>Pinus pinea</i>	023
<i>Pinus pinaster</i>	026
<i>Quercus pyrenaica</i>	043
<i>Quercus faginea</i>	044
<i>Quercus ilex</i>	045
<i>Quercus suber</i>	046
Mezcla de árboles de ribera	050
<i>Tamarix spp</i>	053

Especie	Código IFN
<i>Fraxinus angustifolia</i>	055
<i>Arbutus unedo</i>	068
<i>Juniperus oxycedrus</i>	237
<i>Populus spp,</i>	958

- ✓ *Quercus pyrenaica*, *Tamarix spp*, *Fraxinus angustifolia* y *Arbutus unedo*. Se descartaron del análisis debido a que no se disponía de las ecuaciones alométricas.
- ✓ Mezcla de árboles de ribera. Se utilizó la ecuación alométrica de *Alnus glutinosa* debido a que es la especie más representada dentro del grupo.
- ✓ *Juniperus oxycedrus*. Se utilizó la ecuación alométrica de *Juniperus thurifera*.
- ✓ *Populus spp*. Se utilizó la ecuación alométrica de *Populus x euramericana*.

Provincia de Guadalajara

Especie	Código IFN
<i>Pinus sylvestris</i>	021
<i>Pinus halepensis</i>	024
<i>Pinus nigra</i>	025
<i>Pinus pinaster</i>	026
<i>Quercus pyrenaica</i>	043
<i>Quercus faginea</i>	044
<i>Quercus ilex</i>	045
Mezcla de árboles de ribera	050
<i>Juniperus spp.</i>	937
<i>Populus spp.</i>	958
Grupo heterogéneo de frondosas	990

- ✓ Grupo heterogéneo de frondosas. Ha sido descartado del análisis debido a que no se disponía de la ecuación alométrica de la especie más representada dentro del grupo.

- ✓ *Quercus pyrenaica*. Se descartó del análisis debido a que no se disponía de la ecuación alométrica.
- ✓ Mezcla de árboles de ribera. Se tomó como referencia *Populus alba* al ser la especie más representada dentro del grupo. Para la estimación de su biomasa foliar se utilizó la ecuación alométrica de *Populus x euramericana*.
- ✓ *Juniperus spp.* Se utilizó la ecuación alométrica de *Juniperus thurifera*.
- ✓ *Populus spp.* Se utilizó la ecuación alométrica de *Populus x euramericana*.

4.4. Estructura de la tabla de atributos de la cobertura cartográfica vectorial resultante

Partiendo de la estructura de la tabla de atributos del MFE50, se añadieron los siguientes campos:

- ✓ **BF_pond**: contiene el sumatorio de los valores de biomasa foliar en t/ha ponderado por el porcentaje de ocupación de las tres especies dominantes dentro del polígono.
- ✓ **Superficie**: contiene el área en hectáreas de los polígonos del MFE.
- ✓ **Biomasa**: contiene la cantidad total de biomasa del polígono en toneladas, resultado de multiplicar los campos BF_pond y superficie.

4.5. Reclasificación de valores para su visualización categorizada

Para la representación cartográfica del servicio ecosistémico se seleccionó el campo *BF_pond* y se reclasificó en 5 categorías mediante el método de rupturas naturales *Jenks*, a partir del valor mínimo de servicio (0,16). Las clases se identificaron con la capacidad para producir el servicio: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy Alto. Como resultado las clases quedaron definidas según los siguientes rangos de valores:

Clase	Valor superior
Sin constancia de servicio	< 0,16
Muy bajo	≤ 8
Bajo	≤ 15,2
Medio	≤ 21,5
Alto	≤ 26,8
Muy Alto	≤ 40

4.6. Reclasificación alternativa de valores para la evaluación de componentes

Para la evaluación de componentes, la guía metodológica establece la conveniencia de identificar en el territorio tres grandes categorías de superficies:

- **Áreas clave** de provisión de servicios ecosistémicos: comprende los valores máximos, lo que indica capacidad máxima de provisión.
- **Áreas de provisión limitada** de servicios ecosistémicos: comprende los valores medios, lo que indica capacidad moderada de provisión.
- **Áreas de provisión baja** de servicios ecosistémicos: comprende valores bajos, lo que indica capacidad baja de provisión.

Con este fin, se ha realizado una reclasificación alternativa de los valores obtenidos por el método de las rupturas naturales (previa exclusión de valores = 0), para identificar las áreas indicadas, quedando de la siguiente manera:

Clase	Valor superior	Valor reclasificado
Áreas clave de provisión del servicio ecosistémico	≤ 40,00	3
Áreas de provisión limitada del servicio ecosistémico	≤ 22,43	2
Área de provisión baja de servicios de los ecosistemas	≤ 12,70	1
Sin constancia de prestación de servicio	0	0

Para la reclasificación de valores, se utiliza como ráster de alineación y de máscara el ráster original con los valores brutos generado a partir de la capa vectorial.

5. BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

- Ministerio para la transición ecológica y reto demográfico. *Guía Metodológica para la Identificación de los Elementos de Infraestructura Verde de España (Fase 1)*. Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y la Restauración Ecológicas.
https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/guia_metod_inf_verde_tcm30-531071.pdf
- Ruiz-Peinado R., del Rio M., Montero G. (2011). *New models for estimating the carbon sink capacity of Spanish softwood species*. Forest Systems, 20(1), 176-188.
- Ruiz-Peinado R., del Rio M., Montero G. (2012). *New models for estimating the carbon stocks for hardwood tree species*. Forest Systems, 21(1), 42-52.



Castilla-La Mancha

Consejería de Desarrollo Sostenible
Dirección General de Medio Natural y Biodiversidad
c/ Río Estenilla, s/n
45.071 – Toledo

Tel.: 925.24.88.29
e-mail: dgmnb@jccm.es