

PROCESOS Y DINÁMICAS DE LOS  
ESPACIOS ABIERTOS DE LA REGIÓN  
URBANA DE BARCELONA. LA ECOLOGÍA  
REGIONAL COMO NUEVO PARADIGMA  
PARA LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

SUMARI

**1. Los espacios abiertos en la Región Metropolitana de Barcelona**

**2. Impactos sobre el suelo**

2.1. Pérdida de suelo por sellado y erosión

2.2. Procesos de degradación de suelo

**3. Degradación de los espacios asociados al sistema hidrográfico**

3.1. Degradación y regresión del espacio fluvial

3.2. Calidad de las aguas subterráneas y humedales

**4. Desaparición y regresión de playas**

**5. Degradación y vulnerabilidad de los bosques**

5.1. Aumento de superficie forestal en detrimento de la superficie agrícola

5.2. Abandono de la gestión forestal y aumento de *stock* de biomasa

5.3. Falta permanente de agua en los bosques

5.4. Ausencia de proyectos de restauración ecológica en Catalunya

**6. Fragilidad y disminución de la matriz agrícola**

6.1. Fragilidad por falta de protección de la agricultura

6.2. Pérdida de biodiversidad por tendencia al monocultivo

**7. Escasez y fragilidad de los espacios verdes urbanos**

7.1. Ausencia de espacios verdes en la ciudad

7.2. Efecto *isla de calor*

7.3. La vulnerabilidad de la vegetación urbana ante el cambio climático

**8. Procesos de fragmentación**

8.1. Causas de la fragmentación

8.2. Consecuencias de la fragmentación

**9. Claves para el proyecto de los espacios abiertos de la región urbana de Barcelona**

**Referències bibliogràfiques**

# PROCESOS Y DINÁMICAS DE LOS ESPACIOS ABIERTOS DE LA REGIÓN URBANA DE BARCELONA. LA ECOLOGÍA REGIONAL COMO NUEVO PARADIGMA PARA LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

## 1. Los espacios abiertos en la Región Metropolitana de Barcelona

Sobrevolando a vista de pájaro la Región Metropolitana de Barcelona (RMB), en un recorrido transescalar, observamos la gran variedad de tipos y tamaños de espacios abiertos, que se distribuyen alternados con los usos urbanos. En esta categoría incluimos: bosques, espacios agrícolas, espacios fluviales, playas, verdes urbanos, jardines privados, parterres, árboles urbanos, así como cualquier elemento que, por más pequeño que sea, presenta cierto grado de naturalidad en contraposición a la materialidad de la ciudad caracterizada por el hormigón y el asfalto, y el suelo como el elemento de soporte fundamental.

La actividad humana y los procesos urbanizadores han ido transformando la matriz biofísica hasta convertirla en una extensa metrópolis, heterogénea en términos de usos y funciones, y morfológicamente muy compleja, donde los espacios abiertos se encuentran en situaciones de gran presión urbana. Una simple comparación entre fotogramas de los años 50 y la actualidad nos muestra cómo los grandes mosaicos agroforestales de la RMB han ido disminuyendo y fragmentándose a lo largo de las últimas décadas, a ritmos acelerados si lo equiparamos con siglos anteriores. Sin embargo, si bien la fragmentación es uno de los procesos más evidentes, existen otros problemas que pasan desapercibidos porque son menos visibles.

## 2. Impactos sobre el suelo

El suelo es seguramente uno de los grandes olvidados en la planificación del territorio. Normalmente, los arquitectos nos referimos a él para hablar del régimen de suelo o del tipo de suelo descrito en los informes geotécnicos. No obstante, el suelo, que junto con la atmósfera y la hidrología conforman los elementos abióticos de la matriz biofísica, es el soporte fundamental para la actividad en el planeta. El suelo es un recurso finito no renovable a corto y medio plazo, ya que los procesos que lo forman son extremadamente lentos y requieren miles de años (FAO, 2015). El suelo, definido como la capa superior de la corteza terrestre compuesta por

partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos, desarrolla funciones esenciales como la de ser soporte de biodiversidad y de la agricultura, regular el ciclo hidrológico mediante el filtraje, la purificación y el almacenaje de agua, ser refugio para las semillas, regular el ciclo de nutrientes, captar y almacenar carbono, proporcionar estabilidad física y ser soporte de las estructuras urbanas.

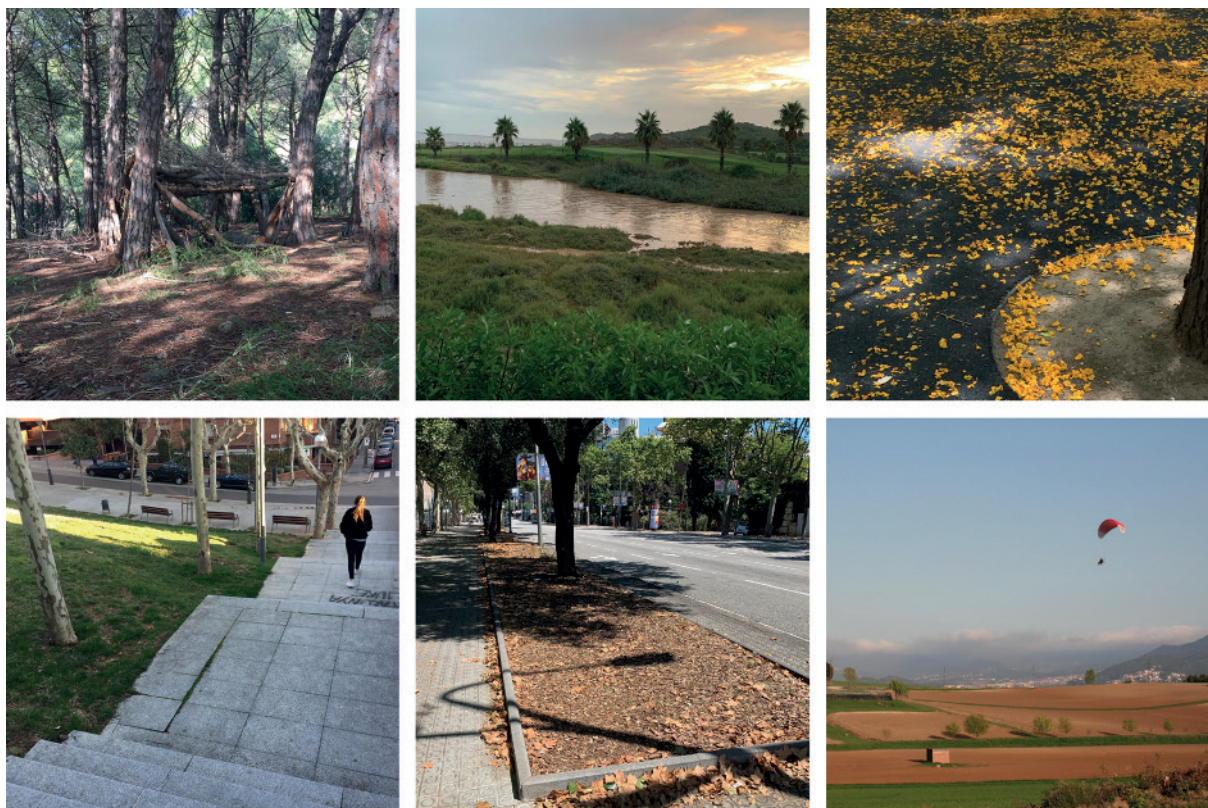
### 2.1. Pérdida de suelo por sellado y erosión

Una de las causas de la pérdida de suelo es el sellado, proceso a través del cual el suelo queda sepultado bajo el asfalto y el cemento, impidiendo que pueda desarrollar sus funciones. En la RMB, el suelo sellado ha pasado de 17.347 ha (1956) a 71.824 ha (2009), lo que supone un incremento del 314%. Actualmente, el 22% del suelo de la RMB está sellado (BURIEL, 2009). La pérdida de suelo se produce también por la erosión causada por agua, viento, hielo, la propia gravedad (mecánica) y por usos agrícolas. Todos estos factores provocan la pérdida de la cobertura vegetal, dejando el suelo desprotegido y expuesto a los agentes erosivos. En el caso de la RMB, sobre todo en las comarcas del Vallès, la causa principal es la intensificación agrícola, con una clara tendencia al monocultivo del cereal, y la destrucción de márgenes (ADENC, 2004). En la comarca del Alt Penedès, la erosión del suelo se debe a los profundos cambios, en relación con el manejo del terreno para la producción de uva, a los que se han sometido amplias superficies (Martínez, 2016).

### 2.2. Procesos de degradación de suelo

El suelo sufre procesos de degradación o deterioro debido a diferentes factores. La pérdida de materia orgánica, causada por la exportación de biomasa cuando los cultivos son cosechados, afecta a la estructura del suelo, a la biodiversidad de organismos que habitan en él y a las plantas, que no pueden obtener nutrientes (Ibáñez, 2008; PRECAT, 2020). En Catalunya, aunque no se dispone de información suficiente a pequeña escala, existen suelos que tienen menos de un 1,7% de materia orgánica, umbral a partir del cual se considera que un suelo se encuentra en un estado de

Figura 1. Tipos de espacios abiertos.



Font: L. Maristany y S. Mas.

predesertificación (PRECAT, 2020). En las ciudades, los espacios verdes como parques, parterres y alcorques también sufren compactación por el tránsito de personas.

La actividad extractiva de áridos provoca alteraciones del terreno y, en algunas ocasiones, contamina el freático. Además, no siempre se llevan a cabo de manera correcta los planes de rehabilitación, que son obligatorios por el *Real Decreto 975/2009, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras*.

Los procesos de salinización y sodificación generan descompensación en el balance de nutrientes y pueden estar causados por el riego con aguas salobres, por la lluvia ácida en regiones muy industrializadas, por un incorrecto abonado o por la repoblación del suelo con especies forestales que por su naturaleza tienden a acidificarlo (Ibáñez, 2008).

Los suelos sufren procesos de contaminación que tienen consecuencias sobre la salud humana, así como sobre otros compartimentos ambientales: acuíferos, atmósfera y suelo (ARC, 2009). De acuerdo con la Agència de Residus de Catalunya, el 82% de los casos de contaminación han sido originados por las malas prácticas en las actividades industriales (química, metalúrgica y petróleo) y comerciales, como estaciones de servicio y centros de distribución de hidrocarburos (Tost, 2015).

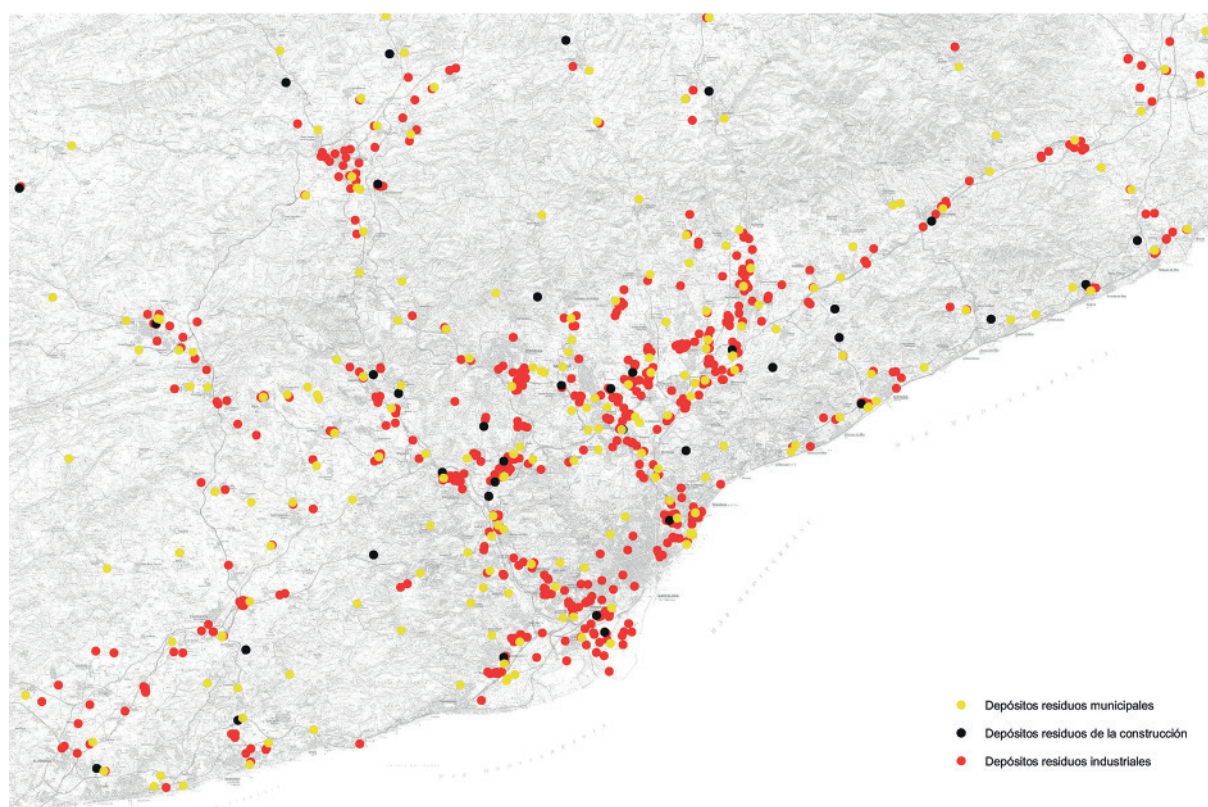
La actividad agrícola contamina el suelo por el uso de plaguicidas, insecticidas y otros compuestos sintéti-

cos y por la contaminación de los acuíferos por parte de los nitratos de la ganadería, que permanecen en el suelo hasta que la lluvia los arrastra.

La mala gestión de los residuos produce contaminación de suelo. Si los vertederos urbanos, donde se deposita la fracción rechazo (aquella que no ha podido ser reciclada) no están bien impermeabilizados y sellados, acaban contaminando el suelo y los acuíferos, debido a los procesos de lixiviación de la materia orgánica, a través de los cuales se arrastran los productos tóxicos presentes en la basura. Además, se liberan importantes cantidades de gases de efecto invernadero o gases tóxicos. El principal factor es la ineficiencia en la gestión de residuos, ya que, en España, a pesar de haber invertido millones en plantas de Tratamiento Mecánico Biológico (TMB), estos tienen unas tasas de recuperación muy bajas (5%), lo que significa que la fracción rechazo, a pesar de haber pasado por una TMB, acaba en vertederos (Brunat, 2017). Además, las tasas de recogida selectiva de residuos urbanos son todavía muy bajas (39%) (PRECAT, 2020).

Por otro lado, a pesar de que en la ARC se recogen un total de 108 documentos a nivel europeo, estatal y autonómico, no existe una ley que proteja el suelo de manera directa. En Catalunya, el *Decreto legislativo 1/2009 por el que se aprueba la Ley reguladora de residuos* y la *Ley 26/2007 de responsabilidad ambiental* parecen más orientadas a la descontaminación de suelos que a su propia protección. Además, aunque el *Real Decreto 9/2005 por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de*

Figura 2. Mapa de localización de depósitos de residuos.



Font: L. Maristany a partir del GIS de la ARC.

*suelos contaminados* establezca la obligatoriedad para los titulares de estas actividades de presentar Informes Preliminares de Situación, solo se tiene registro de 9.000 actividades de las 30.000 que contempla la Ley (PRECAT, 2020; Tost, 2015). Esto significa que solo tenemos una tercera parte de la información necesaria para elaborar los mapas de contaminación de suelo. Otra cuestión que agrava el problema es que, a diferencia de Europa, en Catalunya no se incluyen las actividades mineras como actividad contaminante (Tost, 2015).

### 3. Degradación de los espacios asociados al sistema hidrográfico

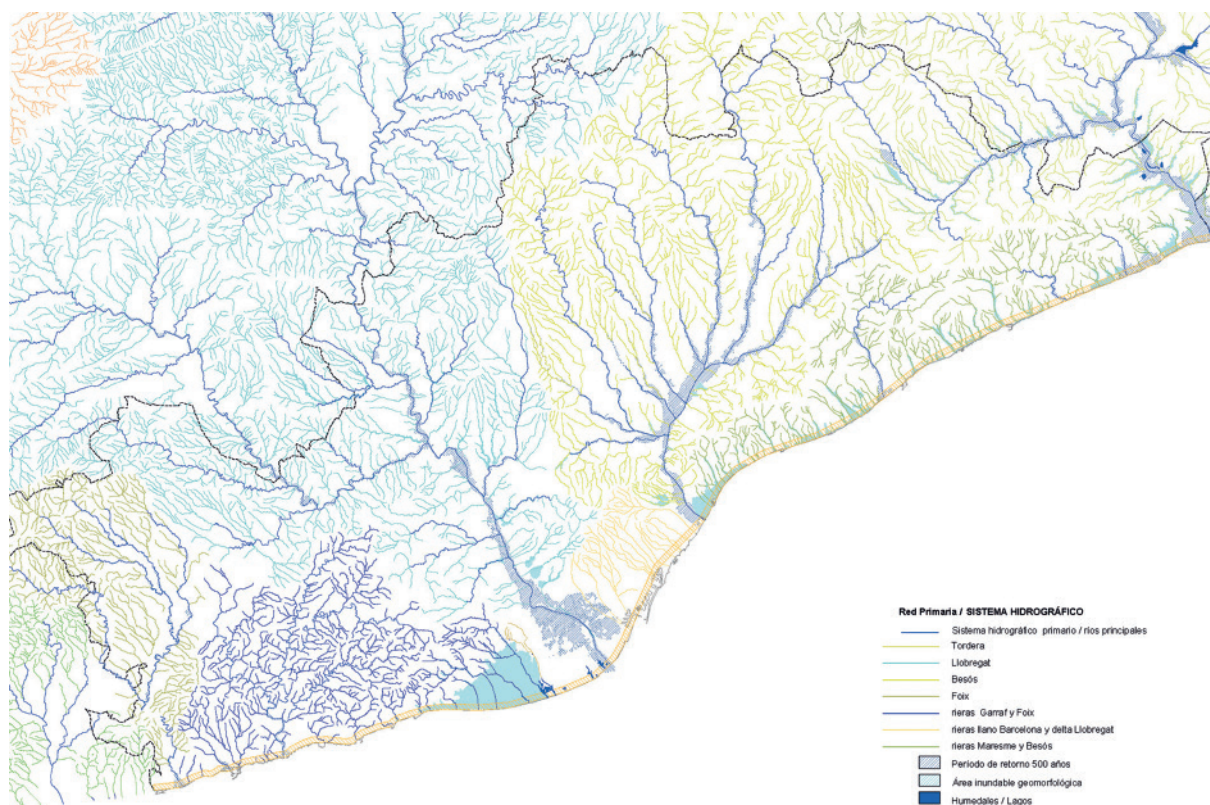
Los ríos son, junto con los lagos y lagunas, los mares interiores, los humedales y las aguas subterráneas, los espacios que conforman el sistema hidrográfico. Son los espacios que utiliza el ciclo del agua en su recorrido terrestre, y del cual se derivan funciones tan fundamentales como la de suministrar agua; regular el ciclo hidrológico, mitigando así los efectos del cambio climático; purificar el agua a través de la vegetación de ribera y los humedales; ser soporte de biodiversidad; proveernos de productos y alimentos; y tener valores culturales esenciales. Son, además, un mecanismo de lavado de los continentes (Margalef, 1992) que proporciona y repone sedimentos en las playas.

#### 3.1. Degradación y regresión del espacio fluvial

Los espacios fluviales son ocupados por crecimientos urbanos, por infraestructuras de movilidad y de servicios y por la construcción de presas, modifican-

do así su hidromorfología, cambiando el carácter meandriforme del río y alterando la conectividad lateral, ya que se destruye de manera irreversible la vegetación de ribera, afectando a la biodiversidad (García Burgos et al.). A pesar de que las áreas funcionales asociadas a los ejes fluviales cuentan con un marco legal jerarquizado y con un amplio despliegue de instrumentos, que prevén su zonificación (períodos de retorno) y la regulación de usos con la finalidad de garantizar su funcionalidad, estos no se aplican de manera rigurosa y adecuada. Hay que señalar también que, en última instancia, es la planificación urbanística la que decide si algunos de esos usos son admitidos o no, ya que el *Real Decreto Legislativo 1/2001, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas*, en su Artículo 11, donde se definen las zonas inundables, remite al artículo 6 del Reglamento de la Ley de Urbanismo la autorización de usos en zonas inundables, una vez que la administración tenga los datos y estudios sobre avenidas y se hayan podido proponer medidas —a través de la modificación de la orografía— para proteger los nuevos usos del riesgo de inundación. Por otro lado, hasta el año 2006 no se aprueba la *Ley 9/2006, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente*. Esto quiere decir que hasta esa fecha no se han evaluado los impactos en el medio ambiente causados por el planeamiento cuando este modifica los espacios fluviales. La realidad es que la zonificación fluvial se considera más una herramienta para protegerse de las inundaciones, que también lo es, que como una herramienta de planificación física que proteja a los ríos y a su dinámica.

Figura 3. Sistema hidrográfico en la RMB.



Font: Maristany a partir de la cartografía del ACA.

Otra de las causas de la degradación es la disfunción en el régimen de caudales debida a varios factores, como: el gran consumo por parte de la agricultura y la demanda de agua para regadío, que aumenta en España; las políticas hidráulicas inadecuadas, más enfocadas a la extracción de agua que a la protección de las riberas; una sobrevaloración del recurso del agua, primando las series de gran abundancia de precipitaciones; los modelos urbanos de baja densidad; y la ineficiencia por pérdidas de las redes de distribución urbanas y agrícolas.

Otro factor es la mala calidad de las masas de agua de las cuencas del Llobregat, el Besòs y el Foix (PGDCFC,<sup>1</sup> 2016-2021), debido a que los ríos han sido marginalizados y considerados como canales de desagüe a cielo abierto, a los usos industriales, a la ausencia de redes separativas en las ciudades y a la utilización de pesticidas, herbicidas y abonos químicos por parte de la agricultura y la ganadería (Rueda, 2012).

Por último, hay que señalar que las especies invasoras, como la caña americana, han colonizado gran parte de los ríos de la RMB.

### 3.2. Calidad de las aguas subterráneas y humedales

De acuerdo con los datos del PGDCFC, la calidad de las aguas subterráneas es mala debido a varios factores: la sobreexplotación, que al mismo tiempo causa graves problemas de salinización por intrusión marina, a la que se suma la sal proveniente de las minas situadas en la comarca del Bages; los nitratos de origen

agrario y ganadero; la lixiviación de los residuos, y la actividad industrial. Los humedales situados en el delta del Llobregat se degradan debido a la actividad agrícola.

### 4. Desaparición y regresión de playas

El sistema litoral (acantilados y playas) constituye el área de transición entre los sistemas terrestres y los marinos. Funciona como un ecotono, una frontera ecológica, que se caracteriza por intensos procesos de intercambio de materia y energía. Las playas y sus sistemas de dunas son elementos fundamentales para la estabilización y la protección de la costa, ya que almacenan el exceso de arena que el mar aporta a la playa, evitando la erosión de la costa y protegiendo y regulando el funcionamiento de las zonas húmedas costeras, que suelen tener un alto valor ecológico (MAGRAMA, 2008). Además, son soporte de biodiversidad y, sobre todo, desarrollan una función recreativa importante.

Actualmente las playas metropolitanas sufren procesos de regresión debido a la interrupción de la dinámica sedimentaria —basada en el transporte longitudinal y transversal de arena—, causada principalmente por la ocupación de los espacios litorales por usos urbanos, por infraestructuras viarias y ferroviarias, por la construcción de puertos y por la impermeabilización de las rieras, que son las responsables de aportar sedimentos a las playas.

En la costa catalana, los temporales causan cada año la pérdida de la arena de las playas. Este hecho obliga a invertir grandes cantidades de dinero público en la

<sup>1</sup> Plan de Gestión del Distrito de Cuenca Fluvial de Catalunya.

construcción de espigones, en la reconstrucción de paseos marítimos y en la regeneración de las playas con dragados, muy agresivos para los fondos marinos. En el período 2008-2011 la administración se gastó 3 millones de euros en las playas de Barcelona y 23 millones en las playas del Maresme (EFE, 2012). Sin embargo, un estudio llevado a cabo por Barcelona Regional pone de manifiesto que, desde 2011 hasta 2016, ha desaparecido el 17% de la superficie de playas en Barcelona, entre las cuales estaban las toneladas de arena que se habían inyectado en el año 2011 (Castán, 2016).

De acuerdo con grupos de ecologistas, esta política de parches y *cortoplacista* sostiene un modelo de turismo caduco, que solo contenta a los *lobbies del ladrillo* y que no tiene en cuenta que la amenaza del cambio climático supondrá para Catalunya un coste estimado de 583 millones de aquí a fin de siglo, debido a la intensificación de los temporales, las sequías y la subida del nivel del mar (EFE, 2012).

Tampoco la *Ley de Costas* (1988) y sus modificaciones (2015) ayudan mucho a proteger el litoral, ya que consolidan todavía más las edificaciones ya localizadas en las playas, debido a que existe ambigüedad en la interpretación de los límites del Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT). Esto ha provocado que en Catalunya, a pesar de tener instrumentos como el *Pla Director Urbanístic del Sistema Costaner* (PDUSC) y el *Pla Director Urbanístic de Revisió dels Sòls no Sostenibles*, no se haya podido evitar que algunos espacios en Girona (Empúries y Platja d'Aro) hayan quedado exentos de las restricciones del DPMT.

De acuerdo con la UE, la solución pasa por plantear una gestión integral del litoral que evite la urbanización y la edificación y que apueste por una actividad turística sostenible de calidad e invierta en la restauración del litoral (EFE, 2012); además, aunque sea muy difícil, habría que plantearse la desmaterialización parcial de los paseos marítimos para recuperar espacio de dunas.

## 5. Degradación y vulnerabilidad de los bosques

Los espacios forestales y la vegetación en general conforman, junto con la fauna, los elementos bióticos de la matriz biofísica y constituyen la base de la vida sobre la tierra, ya que producen todo el oxígeno de la atmósfera terrestre, proporcionan el alimento y el hábitat que sostiene a todas las criaturas vivientes mediante la fotosíntesis, a través de la cual suministran oxígeno y captan carbono. Además, son soporte de la biodiversidad, regulan el clima y el ciclo hidrológico, protegen el suelo de la erosión, son proveedores de productos, alimentos y medicamentos y tienen valores culturales y sociales.

### 5.1. Aumento de superficie forestal en detrimento de la superficie agrícola

La superficie forestal de la RMB ha aumentado en el período 1956-2009 en 26.871,47 ha (16%), pasando de representar un 51% del total de la superficie de la región en 1956 a un 59% en 2009 (CREAF, 2013). La razón principal ha sido el proceso de abandono de los espacios agrícolas, que han vuelto a ser colonizados

por vegetación natural, ya que, a diferencia de los espacios forestales que cuentan con el Plan de Espacios de Interés Natural (PEIN), los espacios agrícolas no han tenido instrumento de protección hasta el año 2018.

### 5.2. Abandono de la gestión forestal y aumento de stock de biomasa

El 85% de las 2.082.000 hectáreas silvestres de Catalunya se desarrollan sin ningún tipo de gestión directa, dando paso a un proceso de degradación progresiva y a un aumento de la biomasa, con el consiguiente peligro de incendios en las épocas de verano, especialmente peligrosos en la RMB, donde se concentra la mayor cantidad de población de Catalunya y donde el 41% del suelo destinado a uso residencial son urbanizaciones de baja densidad situadas en zonas boscosas (Font, 1999).

Una de las principales causas de esta situación es la industrialización de la agricultura, que tiene lugar a partir de mediados del siglo xx. Este proceso, que, mediante los sistemas de riego, la mecanización, los fertilizantes inorgánicos y las nuevas variedades de cultivos, permitió producir mayores cosechas por unidad de superficie y cubrir el incremento de demanda de alimentos (Cassman y Wood, 2005), tiene su contrapartida, ya que provoca el fin de la eficiencia territorial producido por el abandono de la gestión integrada entre los cultivos, la cría ganadera y el bosque.

Hasta entonces los agricultores trabajaban la tierra de manera eficiente, aprovechando las características de la matriz territorial y buscando diferentes equilibrios dinámicos entre explotación y conservación (Tello, 2013), manteniendo e incrementando la biodiversidad. Los animales se alimentaban de la biomasa del bosque y al mismo tiempo los cultivos se abonaban con excrementos del ganado, haciendo recircular así materia y energía, y manteniendo integrados diferentes niveles de disipación de energía antrópica por unidad de superficie en una estructura compleja, capaz de combinar producción con conservación (Marull, 2008).

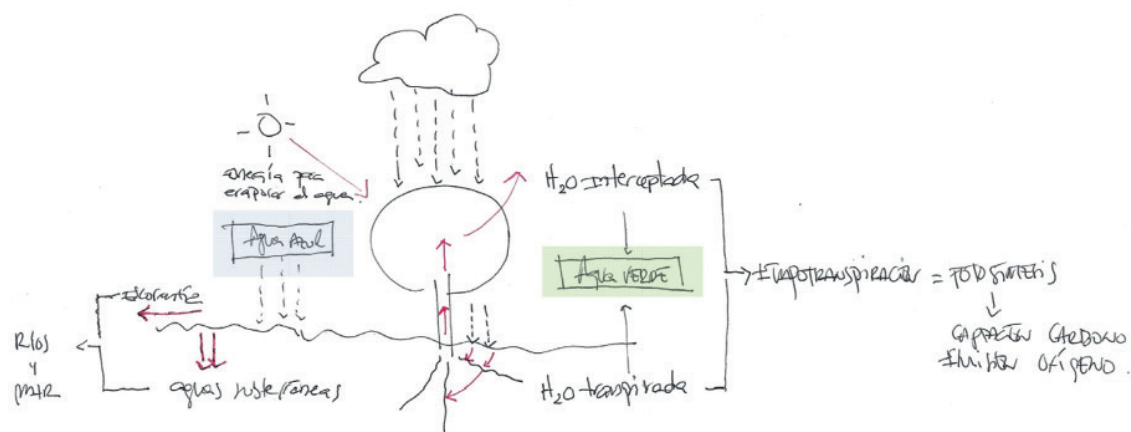
### 5.3. Falta permanente de agua en los bosques

Los bosques mediterráneos están en una situación de falta permanente de agua. La dinámica del agua, basada en el proceso de evapotranspiración<sup>2</sup> (Pla, 2015), es el factor determinante y principal en el funcionamiento de las comunidades forestales, ya que mantiene sus estructuras y contribuye a su crecimiento, permitiendo que el bosque funcione como sumidero de carbono y al mismo tiempo drene la cuenca alimentando así el sistema fluvial.

Los procesos de evapotranspiración están condicionados por varios factores: la estructura del bosque y del rodal, la gestión del bosque, y las propiedades del suelo y el clima (Sabaté). Las nuevas condiciones ambientales debidas al cambio climático —más temperatura y menos lluvia o alteraciones en las épocas de lluvia—

<sup>2</sup> La evapotranspiración se basa en dos procesos: la evaporación del agua de lluvia que ha sido interceptada por las copas y los troncos de los árboles gracias a la energía disponible (calor del sol) y la transpiración, a través del agua del suelo que absorben las raíces y que retorna a la atmósfera siguiendo un camino por el interior de la planta (Pla, 2015).

Figura 4. Esquema de evapotranspiración.



Font: L. Maristany.

tendrán diversas consecuencias. Habrá peores condiciones de crecimiento para los bosques y sus estructuras porque la mayor parte del agua (70-80%) se evaporará, provocando que no haya agua suficiente para mantener la humedad del suelo y del bosque, afectando a especies que dejarán de ser viables (Pla, 2015), ni tampoco agua para alimentar los sistemas fluviales territoriales, que verán disminuido el caudal de agua, afectando así a todo el ciclo hidrológico (Sabaté). Se incrementará el riesgo de incendios y disminuirá la capacidad de los bosques de actuar como sumidero de carbono, ya que las plantas necesitan transpirar enormes cantidades de agua para poder fijar carbono atmosférico. De acuerdo con los expertos solo una buena gestión forestal podría, no solo amortiguar, sino también revertir esta situación (Pla, 2015).

#### 5.4. Ausencia de proyectos de restauración ecológica en Catalunya

De acuerdo con el informe de *World Wildlife Fund (WWF)*, si bien en España se han repoblado 700.000 ha en el período 1994-2006 de tierras agrarias a través de la PAC, la media anual de superficie repoblada en España es tan solo del 4,2%. Catalunya está en la cola, con un 1% de la superficie forestal potencial. Además, la mayoría de las veces las técnicas de restauración se limitan a la reforestación, normalmente post-incendio o en ámbitos fluviales, y la mayoría de los proyectos de restauración son meras plantaciones de árboles muchas veces de una única especie, excluyendo otro tipo de criterios, como el fomento de la biodiversidad y la conectividad (WWF, 2016).

#### 6. Fragilidad y disminución de la matriz agrícola

El suelo agrícola, definido como la fracción del espacio roturado y convertido en cultivos o pastos, y que puede encontrarse en una situación de baldío temporal o verse abandonado e invadido por bosques (Folch, 2003), es el más vulnerable en la RMB. La agricultura desarrolla diferentes funciones: suministra alimentos y productos no alimentarios; es soporte de biodiversidad; regula el ciclo de nutrientes del que depende la fertilidad del suelo; y puede ser sumidero de carbono, aunque una agricultura industrializada puede llegar a ser fuente de carbono.

#### 6.1. Fragilidad por falta de protección de la agricultura

A diferencia del espacio forestal, en la RMB el espacio agrícola ha disminuido casi un 58% en el período 1956-2009, pasando de 140.140 ha a 56.267 ha en prácticamente medio siglo (MCSC, 2013). El espacio destinado a agricultura en la región de Barcelona es tan solo del 18%. Este retroceso es debido principalmente a que, a diferencia del espacio forestal, la agricultura no ha tenido instrumento de protección hasta que se aprueba la *Ley de Espacios Agrarios de Catalunya*, en el año 2018.

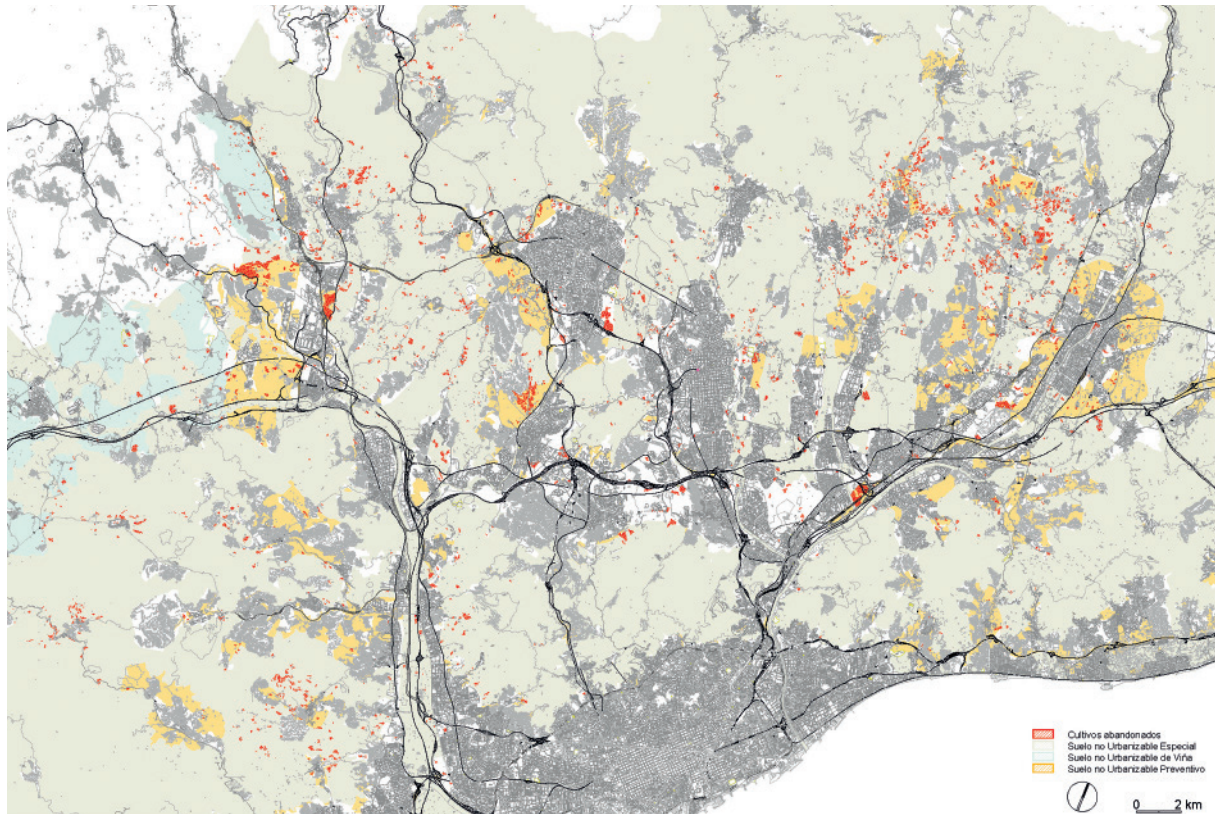
El suelo agrícola es el más vulnerable ante la presión urbanística y constituye la materia prima principal de la especulación inmobiliaria. La clasificación constante de suelo agrícola no urbanizable a suelo urbanizable, junto con el elevado nivel de arrendamiento de las tierras que se trabajan, crea inseguridad jurídica a los campesinos, dificultando la inversión en los procesos de modernización de las explotaciones agrícolas. Al mismo tiempo, la presión urbana hace elevar su precio, impidiendo que los agricultores puedan agrandar su superficie de explotación (ADENC). Las superficies agrícolas actualmente protegidas, como el *Parc Rural de Gallecs*, el *Parc del Rodal de Sabadell* o el *Parc Agrari del Baix Llobregat*, son demasiado pequeñas para generar tejido social agrario.

La clasificación como Suelo no Urbanizable Preventivo por parte del Plan Territorial Metropolitano de Barcelona (PTMB) en algunas zonas periféricas de los núcleos urbanos de la RMB lo hace todavía más vulnerable, ya que puede llegar a clasificarse como urbanizable a largo plazo si el *Plan General* lo considerara necesario.

#### 6.2. Pérdida de biodiversidad por tendencia al monocultivo

Otra de las consecuencias de la industrialización agrícola es la pérdida de biodiversidad causada por la tendencia al monocultivo. En términos de planeta, la demanda de una población cada vez más numerosa y urbanizada ha provocado que muchos agricultores hayan adoptado variedades vegetales y animales uniformes y de alto rendimiento, provocando que se ex-

**Figura 5.** Suelos agrícolas abandonados y suelo no urbanizable preventivo.



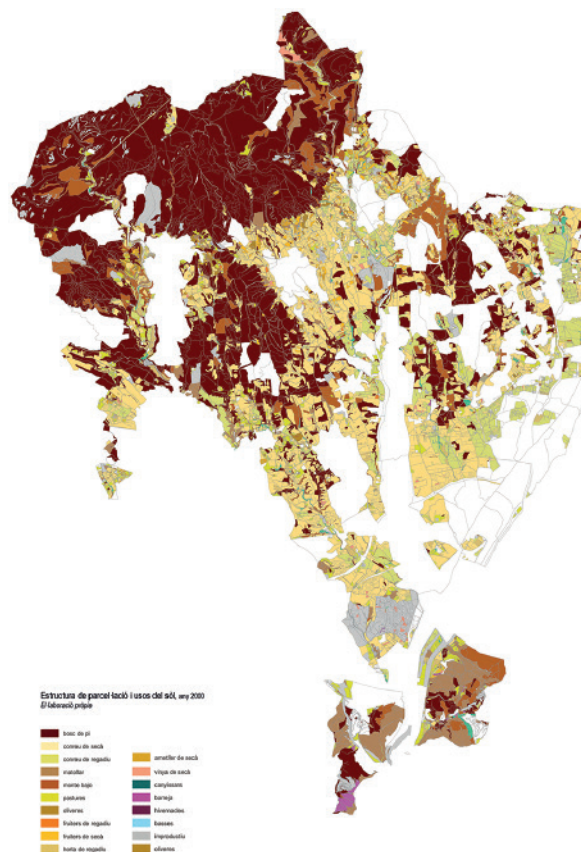
Font: L. Maristany a partir de cartografía PTMB e ICGC.

tingan algunas variedades y desaparezcan sus rasgos especializados (FAO, 2004). La pérdida de biodiversidad causa también el incremento de las especies de plagas (FAO, 2004), ya que cuanto más diversificados y menos intensivos son los agroecosistemas más son capaces de controlar de manera natural las plagas mediante el apoyo de un mayor número y una mayor diversidad de depredadores y parásitos que atacan especies herbívoras de plaga (Andow y Russell, en Newcome, 2009).

Estudios recientes sobre biodiversidad en el Área Metropolitana de Barcelona muestran, a través del Índice de Complejidad Paisajística, que evalúa la estructura funcional del paisaje (patrones y procesos), relacionando la conectividad ecológica y la heterogeneidad de las cubiertas, que el nivel de complejidad/biodiversidad es relativamente bajo, observando valores más altos en tres puntos: al norte de Castellbisbal, al sureste del parque del Garraf y en la Serra de Marina (Marull, 2019).

Las conclusiones de algunos estudios del Instituto Nacional de Investigación Agronómica de Francia y el Centro Nacional para Investigación Científica de Francia demuestran que crear un paisaje agrícola, con parcelas pequeñas y diferentes tipos de cultivo, favorece la biodiversidad de plantas y animales. En este sentido, podría no ser un problema que en el paisaje vallesano, donde predomina la agricultura de cereal, sobre todo forrajero-ganadero, con ganadería intensiva y regadío extendido, las parcelas tengan tamaños relativamente pequeños, que varían entre 3 y 25 ha.

**Figura 6.** Estructura parcelaria.



Font: S. Mas.



## 7. Escasez y fragilidad de los espacios verdes urbanos

Los espacios verdes urbanos y la vegetación urbana en general constituyen los elementos más pequeños del sistema de espacios abiertos metropolitano y desarrollan funciones esenciales en las ciudades, como las siguientes: el control y la regulación de la calidad del aire, el secuestro y almacenamiento de carbono, la regulación térmica reduciendo el efecto *isla de calor* y el consumo energético, la atenuación de la contaminación acústica, la mejora del ciclo natural del agua, la producción de alimentos y el reciclaje de los residuos orgánicos urbanos, además de ser refugios de la biodiversidad y desarrollar una función social importantísima.

### 7.1. Ausencia de espacios verdes en la ciudad

En general, y a pesar del esfuerzo que se ha hecho en el área metropolitana y en el resto de las ciudades de la RMB para recuperar espacios verdes, las ciudades catalanas cuentan con poca superficie de parque por habitante si atendemos a la ratio de 15 m<sup>2</sup> de espacio verde por habitante recomendada por la OMS (Arroyo, 2009).

De acuerdo con un estudio llevado a cabo por la Diputación de Barcelona en un total de 20 municipios, la mayoría pertenecientes a la RMB, la dotación de espacios verdes es de 11,3 m<sup>2</sup>/hab., con un máximo de 24,1 m<sup>2</sup>/hab. y un mínimo de 7,1 m<sup>2</sup>/hab. (DIBA, 2014). En el caso de Barcelona, los datos extraídos a través del índice NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) (BR) muestran que la ratio de verde público, que no cobertura verde,<sup>3</sup> es de 16,8 m<sup>2</sup>/hab., contabilizando Collserola, y de 6,9 m<sup>2</sup>/hab. sin contar Collserola. El problema radica en que Collserola no está próximo a todos los ciudadanos. Así, la proximidad, que podríamos definir como la facilidad con la que se accede a un espacio verde, dependerá inevitablemente de una distribución equilibrada de los parques a lo largo de la ciudad.

En este sentido, podemos afirmar que, dada la escasez de espacios verdes a causa de la alta ocupación edificatoria en algunos ensanches, miles de ciudadanos no tienen acceso a los parques públicos. Esta distribución del verde, tan poco equilibrada, genera ratios muy distintas entre barrios, siendo el peor dotado el Eixample de Barcelona, con 1,9 m<sup>2</sup> por habitante (BR, 2015). Una gran paradoja si pensamos que Cerdà destinaba el 60% del total de la manzana (12.500 m<sup>2</sup>) a espacio libre y, en cambio, actualmente los edificios ocupan 9.200 m<sup>2</sup> por término medio (casi el doble de lo previsto), quedando 3.200 m<sup>2</sup> para zona de espacio libre que, en la mayoría de los casos, está ocupado por usos privados (Barón). La proximidad a un espacio verde debería ser introducida como un nuevo parámetro urbanístico en los proyectos de transformación de las ciudades.

Una de las causas de los ratios tan bajas reside en la Ley de Urbanismo (LU) catalana, que en su artículo 58 determina que el sistema general de espacios libres públicos ha de responder como mínimo a la proporción

de 20 m<sup>2</sup> por cada 100 m<sup>2</sup> de techo de uso residencial. Para hacerlo equiparable pasamos las unidades de suelo/techo a suelo/habitante, partiendo de la hipótesis de que en una vivienda de 100 m<sup>2</sup> viven 4 personas de media, resultando que, de acuerdo con la LU, la ratio es de 5 m<sup>2</sup> de espacio verde por persona, una ratio muy por debajo de los 15 m<sup>2</sup>/hab. recomendados por la OMS. Por otro lado, el hecho de que la LU permita elegir entre dos mínimos en un Plan Parcial para la cesión de espacios libres (10% del total de la superficie del sector o 20 m<sup>2</sup> por cada 100 m<sup>2</sup> de techo edificable)<sup>4</sup> plantea dificultades, ya que a mayor densidad del sector más difícil es ceder espacio libre. Resulta extraño que a mayor número de viviendas —que normalmente implica más habitantes— se pueda elegir el mínimo menor. De aquí podría deducirse que, a partir de cierta densidad de viviendas, debería restringirse la reserva de espacio libre público a 20 m<sup>2</sup> de suelo / 100 m<sup>2</sup> de techo edificable. Es el caso de Castilla-La Mancha, donde a partir de una densidad de 0,6 m<sup>2</sup> techo / m<sup>2</sup> de suelo no se puede ir al mínimo del 10%.

### 7.2. Efecto *isla de calor*

La falta de espacios verdes en las ciudades aumenta el efecto *isla de calor*, provocando que exista una gran diferencia de temperatura entre el centro de la ciudad y las zonas más periféricas. En el caso de Barcelona, se ha calculado que la media anual de la temperatura del aire en condiciones extremas puede llegar a ser 8 °C más alta en el centro que en las zonas limítrofes. El efecto *isla de calor* se ve incrementado por la producción del *smog* fotoquímico (contaminación del aire por ozono originado por reacciones fotoquímicas y otros compuestos), que crea una nube de polución sobre la ciudad, reteniendo calor, ya que las partículas no dejan que la radiación emitida por la ciudad escape hacia la atmósfera (Terradas, 2001).

### 7.3. La vulnerabilidad de la vegetación urbana ante el cambio climático

De acuerdo con el estudio sobre los Servicios Ecosistémicos del Verde Urbano en Barcelona, llevado a cabo por el CREAM, la vulnerabilidad de la vegetación urbana se verá afectada por los cambios que se prevén hacia finales de siglo, como el incremento de temperatura de 3,5 °C, al que se suma el efecto *isla de calor*, y la disminución de la lluvia o la alteración en los períodos lluviosos. Tal y como sucede en los bosques, la ausencia de agua también afecta a la vegetación urbana, disminuyendo su capacidad de secuestrar y almacenar carbono y afectando también a su crecimiento. Generalmente, los árboles son más sensibles a la falta de agua que a las altas temperaturas. En este sentido, una buena gestión del agua, a través de la bioretención, que permita almacenar agua para regar la vegetación urbana, será clave para poder superar la falta de lluvia. Por otro lado, en Barcelona el 50% de la vegetación está representada solo por tres especies (plátanos, pinos y encinas), lo que significa que cualquier patología afectaría a la mitad de la población de árboles de la ciudad. En ese sentido, es mejor diversificar las especies y que estas sean más resistentes (Terradas y Chaparro, 2009).

<sup>3</sup> La *Cobertura Verde* es la superficie verde de la ciudad vista desde el cielo, mediante imágenes satélite o vuelos, pudiendo así contabilizar todos los espacios vegetados, entre los que se incluyen las copas de los árboles, los jardines privados, espacios intersticiales vegetados del sistema viario, espacios vegetados de los parques y jardines privados.

<sup>4</sup> Artículo 65. *Plans parcials urbanístics. Llei d'Urbanisme* 2012.

Figura 7. Distribución de parques en Barcelona.



Font: L. Maristany a partir de cartografía ICGC.

## 8. Procesos de fragmentación

Desde un punto de vista ecológico, entendemos por *fragmentación* el proceso dinámico por el cual el medio natural se ve reducido a fragmentos cada vez más pequeños, aislados y desconectados entre sí (Castro, 2002). De todos los procesos que sufren los espacios abiertos metropolitanos, la fragmentación es el más evidente, ya que es observable a simple vista, comparando fotogramas. Durante las últimas décadas, a medida que la ciudad y las infraestructuras han ido extendiéndose, la matriz agroforestal ha ido disminuyendo y, al mismo tiempo, fragmentándose hasta llegar prácticamente a situaciones de aislamiento total, como en el caso del Parque de Collserola.

### 8.1. Causas de la fragmentación

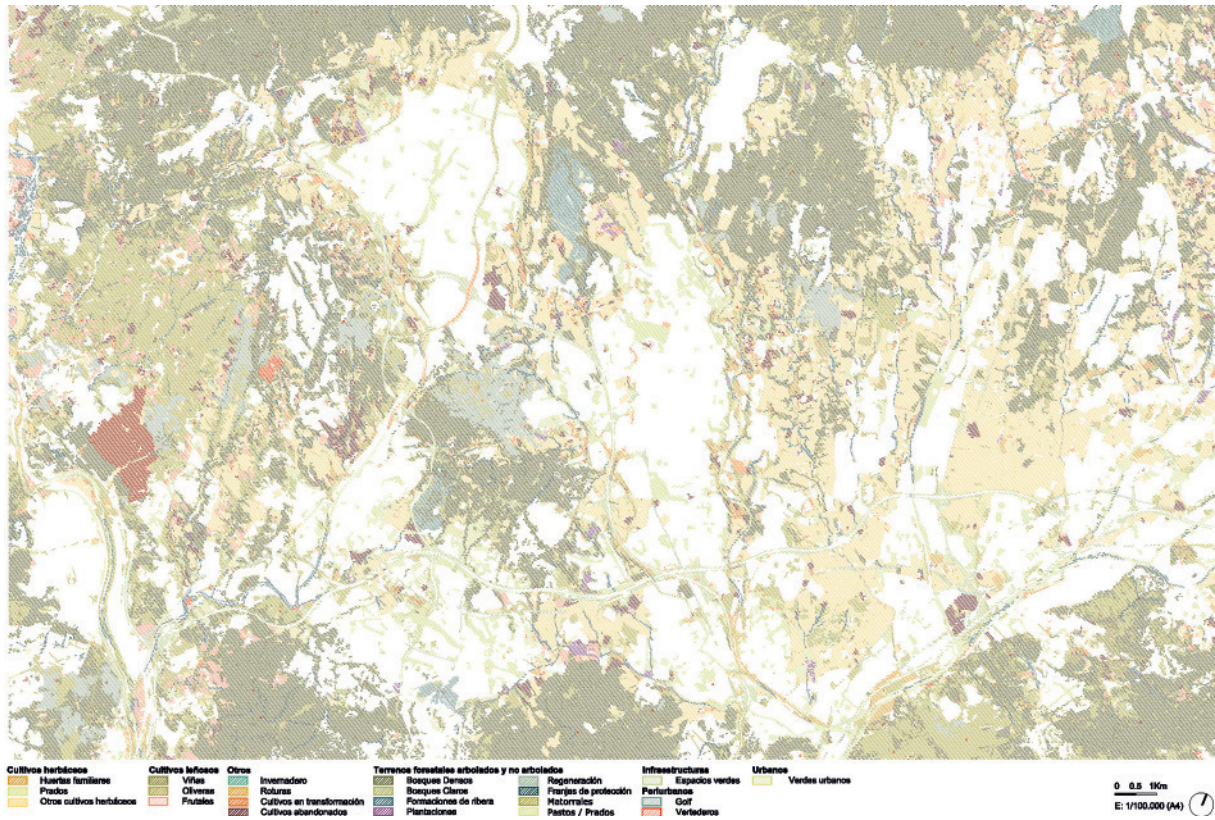
Las causas principales de la fragmentación son las barreras generadas por las infraestructuras de movilidad, a las que se suman las grandes extensiones de tejidos urbanos, con patrones de crecimiento diferentes. Pero, sobre todo, la fragmentación tiene que ver con la estructura espacial de la ciudad construida. Es cierto que es inevitable que la ocupación de suelo por usos urbanos e infraestructuras provoque la disminución de los espacios abiertos. Sin embargo, una planificación física a escala de región que los hubiese considerado como componentes estructurales, habría evitado que la configuración espacial resultante de los sistemas urbanos e infraestructuras hubiese fragmentado los mosaicos agroforestales. En este sentido, las lógicas en la localización y en la forma de los usos urbanos son cruciales.

Desde el enfoque miope, a escala municipal, con el que se ha extendido esta metrópolis, ha sido imposible darse cuenta de si los espacios que se iban ocupando eran importantes desde el punto de vista de la estructura del sistema de espacios abiertos metropolitano. Tal como advertía Geddes a principios de siglo xx, las metrópolis han llegado a formar grandes conurbaciones, alejando cada vez más los espacios abiertos de los ciudadanos (Geddes, 1960).

Ante esta problemática, en el año 2006 el gobierno catalán pone en marcha el *Pla Territorial Sectorial de la Connectivitat Ecològica de Catalunya*, que tiene como objetivo restituir las conectividades de los ecosistemas naturales. Sin embargo, desde 2010 se encuentra en fase de Avance de Plan. La cuestión es si podemos hacer reversible este proceso o, por lo menos, no seguir creciendo de la manera como se ha hecho hasta ahora. Por eso es importante entender cuáles han sido los modelos de crecimiento urbano y qué tipo de fragmentación han generado, y por otro lado, establecer cuál es la estructura del sistema de espacios abiertos con una visión transescalar.

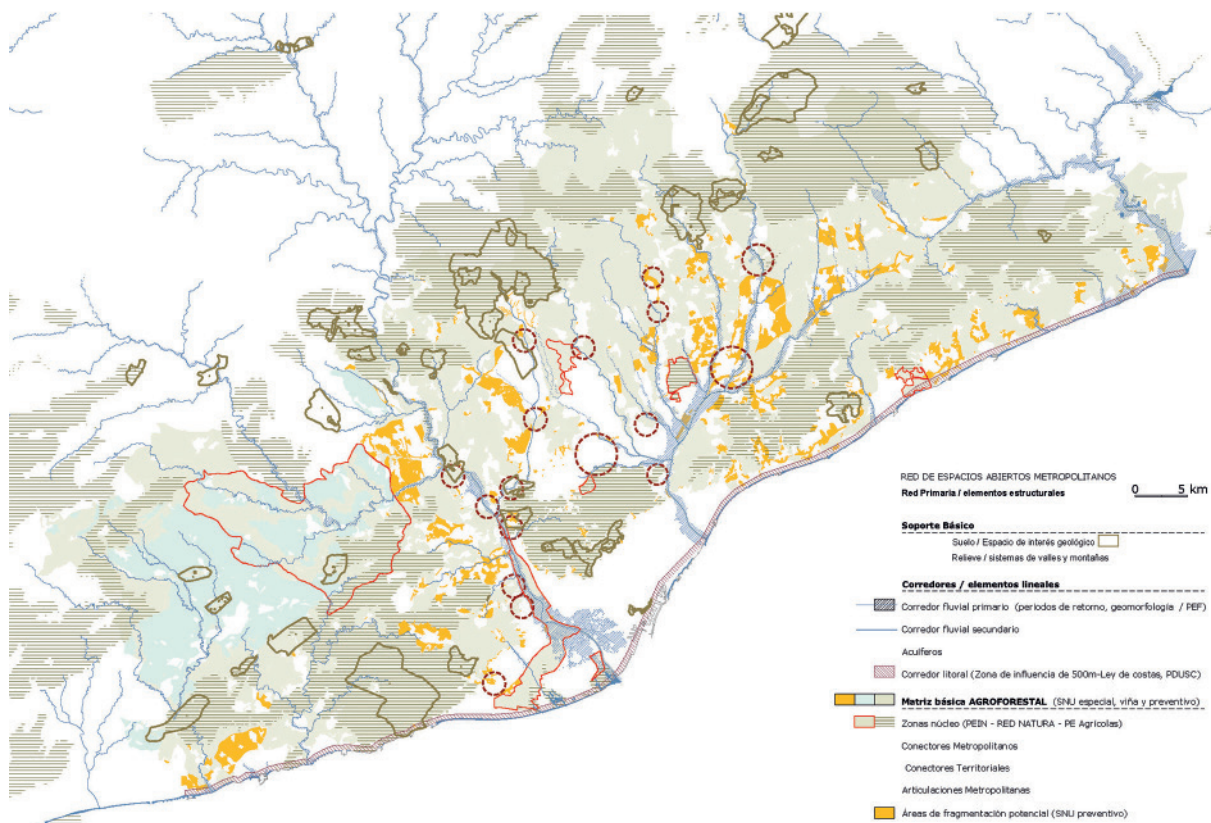
El patrón de crecimiento por agregación (Font, 1999) ha sido el factor principal que ha provocado la conurbación de los asentamientos urbanos históricos, que han ido creciendo de forma extensiva hasta juntarse los unos con los otros, convirtiéndose, junto a las principales arterias viarias, en grandes barreras y provocando la fragmentación y el aislamiento de la matriz agroforestal a gran escala. El Parque de Collserola y el Parque Agrario del Baix Llobregat son un ejemplo. Por otro lado, la gran

Figura 8. Fragmentación en el área central de la RMB.



Font: L. Maristany a partir de cartografía MCSC.

Figura 9. Estructura de los espacios abiertos metropolitanos.



Font: L. Maristany a partir de cartografía ICGC.

expansión de las infraestructuras de movilidad ha aumentado el efecto barrera. Ambos, los grandes corredores urbanos y las infraestructuras de movilidad que han arrastrado estos crecimientos, conforman la armadura que fragmenta los espacios abiertos metropolitanos.

Solapadas a esta retícula urbana existen grandes bolsas dispersas, fragmentadas y discontinuas de uso residencial de baja densidad. El patrón de ocupación disperso (Font, 1999) ha ido diseminando por todo el territorio extensas áreas residenciales de baja densidad, iniciadas en los años 50 de manera ilegal y que se han consolidado y regularizado en las últimas décadas. Estas áreas, discontinuas y fragmentadas, que se sitúan normalmente en ámbitos de orografía complicada y que se articulan a través de sistemas de caminos o carreteras locales, generan una fragmentación de carácter intersticial y de escala menor, ya que la baja densidad del modelo edificatorio no supone barreras tan importantes como los modelos con índices de ocupación mayor.

Como resultado, tenemos una determinada mancha de suelo no urbanizable en la que, en un intento de establecer su estructura, podemos identificar espacios diferentes en términos de discontinuidad, forma, dimensión y posición relativa en la RMB: espacios abiertos territoriales, corredores metropolitanos, espacios aislados metropolitanos y zonas de fragmentación potencial. Todos ellos constituyen los elementos principales del sistema de espacios abiertos metropolitano y deben jugar un papel esencial en la planificación de la RMB.

## 8.2. Consecuencias de la fragmentación

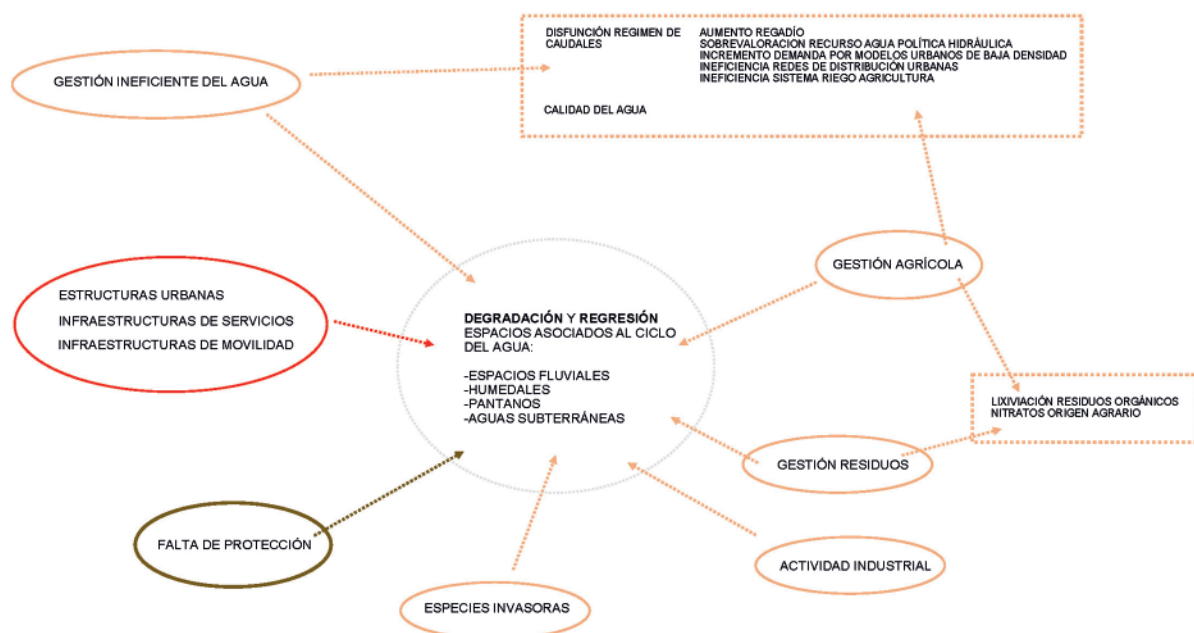
La fragmentación altera la conectividad ecológica, definida como la medida en la que el paisaje impide o facilita el movimiento de flujos de materia, energía e información a través de los elementos que conforman

la matriz territorial (Marull y Pino, 2008), y es, junto con la heterogeneidad, uno de los dos factores que definen la estructura del paisaje de la que depende su buen funcionamiento. Un paisaje es permeable cuando la dispersión de especies entre los distintos ecotopos está garantizada (Castro, 2002). La fragmentación ecológica disminuye el área media de las teselas, comprometiendo su viabilidad en el tiempo y debilitando su capacidad de acoger especies y procesos, lo que implica la pérdida de biodiversidad, ya que el aislamiento de los hábitats naturales, que se encuentran cada vez más alejados, dificulta el intercambio de individuos. Esto provoca que solo las especies más resistentes puedan mantenerse y las más sensibles queden relegadas a los fragmentos de mayor dimensión (Marull y Pino, 2008). La fragmentación causada por infraestructuras de movilidad afecta también a la movilidad activa (peatones y bicicleta), tanto a escala de territorio como en los tejidos urbanos.

## 9. Claves para el proyecto de los espacios abiertos de la región urbana de Barcelona

Del análisis de las problemáticas de los espacios abiertos metropolitanos podemos establecer que estos sufren los procesos de fragmentación, disminución, pérdida de biodiversidad y degradación. Por consiguiente, parece lógico y pertinente proponer la restitución de las continuidades para contrarrestar la fragmentación, la recuperación de suelo natural y espacios verdes en las ciudades y la restauración ecológica de los espacios degradados. Sin embargo, todo esto sería inútil si no actuamos sobre las verdaderas causas de estas situaciones de una manera integral. Pero, ¿cómo podríamos asegurarnos de que operamos sobre todos los factores, si es difícil establecer relaciones lineales de causa-efecto, debido precisamente al carácter sistémico de la matriz biofísica, que funciona como un sistema abierto donde todo está interconectado y que se comporta de una manera multidireccional?

Figura 10. Relaciones multifuncionales entre procesos y causas.



Font: L. Maristany.

Por ello, planteamos un sistema de actuación estratégico que, en lugar de proponer una solución para cada problemática de manera unívoca, lo que hace es agrupar los factores que las causan en función de su naturaleza.

Identificamos tres tipos de factores. En primer lugar, las estructuras urbanas e infraestructuras de movilidad y de servicios y su configuración espacial resultante son las causantes directas de la pérdida de suelo y de la fragmentación, así como de la degradación de los espacios fluviales y de las playas, porque los ocupan, provocando la desaparición de esos espacios. Será, por tanto, necesario actuar sobre las ciudades y las infraestructuras.

En segundo lugar, la gestión ineficiente de los procesos relacionados con el agua, los residuos, la energía, las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, y las actividades económicas potencialmente contaminantes tiene una relación directa con los procesos de degradación. Por tanto, habrá que regular de una manera efectiva estos procesos y actividades.

Por último, la legislación, ya que, a pesar de que existe un extenso marco legislativo e instrumentos medioambientales, tanto a nivel europeo como estatal y autonómico, no hay integración ni coordinación entre ellos, y además han sido laxos y poco eficaces y no se han aplicado con la rotundidad y el rigor necesarios. Además, la planificación se ha centrado más en la ordenación física que en la gestión de los usos y actividades que se dan en la matriz agroforestal.

Este planteamiento, que relaciona estructura y metabolismo, enlaza directamente con el enfoque sistémico en el que debe fundamentarse la *Ecología Regional*, entendida como un nuevo paradigma necesario para abordar la planificación territorial y urbana basado en las siguientes premisas:

(1) La matriz biofísica funciona como un sistema abierto en el que, de acuerdo con el segundo principio de la termodinámica, existe un constante intercambio de materia y energía que circula a través de todos sus elementos. Del flujo constante de materia y energía (ciclo de carbono, nutrientes, agua, alimentos etc.) que conecta todos los elementos de la matriz, tanto abióticos como bióticos (metabolismo), se derivan bienes y servicios ecosistémicos considerados fundamentales para la vida en el planeta (EM).

(2) El buen funcionamiento de la matriz territorial depende de la estructura del paisaje, caracterizada por la heterogeneidad y la conectividad, y del buen estado ecológico de su paisaje, que a su vez depende de la eficiencia territorial, entendida como las formas de aprovechamiento económico de la matriz biofísica que consiguen satisfacer las necesidades humanas, manteniendo al mismo tiempo el buen estado ecológico de su paisaje, evitando así la degradación medioambiental que acontece cuando aumenta la energía disipada (Marull, 2008).

(3) Debemos abandonar la dicotomía entre lo natural y lo artificial. En el planeta no existen prácticamente paisajes naturales, sino paisajes transformados resultantes de la relación entre el ser humano y la matriz biofísica (Marull, 2008). Los factores humanos (eco-

sistemas-ciudades) no pueden aislarse de los factores abióticos (atmósfera, hidrosfera, pedosfera) y bióticos (flora y fauna), sino que todos juntos funcionan como un sistema acoplado humano-natural que conduce procesos y es afectado por los patrones y procesos que él mismo crea (Marzluff, 2008). En este sentido, la actividad humana no constituye una perturbación, sino un conductor y un condicionante de los procesos ecológicos (Terradas, 2001).

(4) Debemos superar la división entre **ecología urbana** y **ecología del paisaje**. La ecología ha separado su análisis en dos ámbitos. La ecología urbana se ha centrado en el análisis del metabolismo urbano, es decir, en los flujos de materia y energía que circulan a través del ecosistema-ciudad. Por otro lado, la ecología del paisaje, que inicialmente se centra en la estructura del paisaje a través del modelo matriz-tesela-corredor (Forman, 1996) en el que se basan los proyectos de redes ecológicas en regiones y ciudades, combina en estudios recientes la estructura con datos de balance energético, analizando cómo energía e información se distribuyen en el paisaje (LET).

La complejidad y la extensión de una región metropolitana, donde ciudades, infraestructuras y espacios abiertos funcionan de una forma conjunta, nos obliga a integrar los dos enfoques —ecología urbana y ecología del paisaje— con el objetivo de cerrar los ciclos metabólicos de los usos urbanos (agua, residuos, alimentos y energía), así como el de las actividades que se desarrollan sobre los mosaicos agroforestales (ganadería, agricultura y bosque) y el de todas aquellas actividades que puedan afectar a la matriz biofísica. Para ello es necesario relacionar estructura y metabolismo, a través de instrumentos de planificación física y de instrumentos de gestión, que deben trabajar de manera integrada.

## Referencias bibliográficas

ADENC (2004). *Bases per a la protecció del Parc Agrícola del Vallès (PAV)*.

ARC - Agència de Residus de Catalunya (2009). *Causas i conseqüències de la contaminació del sòl*. [http://residus.gencat.cat/es/ambits\\_dactuacio/sols\\_contaminats/causes\\_i\\_efectes\\_de\\_la\\_contaminacio\\_del\\_sol/](http://residus.gencat.cat/es/ambits_dactuacio/sols_contaminats/causes_i_efectes_de_la_contaminacio_del_sol/)

ANDOW (1991) y RUSSELL (1989), citados en: NEWCOME, J. (2005). *The Economic, Social and Ecological Value of Ecosystem Services: A Literature Review*. Londres: The Department for Environment, Food and Rural Affairs.

ARROYO, F. (2009). «Barcelona suspende en zona verde». *El País*. [https://elpais.com/diario/2009/10/24/catalunya/1256346439\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2009/10/24/catalunya/1256346439_850215.html)

BARCELONA REGIONAL (BR) (2015). *Primera identificació de la infraestructura verda de Barcelona a partir de l'índex NDVI*.

BARÓN, C., en: <http://www.carlosbaron.com/cerda.htm>

BERTINI, R. (2017). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. <http://www.fao.org/3/a-17658s.pdf>

- BRUNAT, D. (2017). «País de vertederos: una vergüenza ante Europa que puede traer muchas millonarias». *El Confidencial*. [https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2017-03-27/vertederos-ilegales-reciclaje-sentencia-europa\\_1353765/](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2017-03-27/vertederos-ilegales-reciclaje-sentencia-europa_1353765/)
- BURRIEL, J. A. (2009). *Ocupació del sòl a Catalunya: 3a edició del Mapa de Cobertes*.
- CASTÁN, P. (2016). «Barcelona alerta de la pèrdua del 17% de superfície de platges». *El Periódico*. <https://www.elperiodico.cat/ca/barcelona/20160408/barcelona-alerta-perdua-del-17-superficie-platja-des-del-2011-5038261>
- CASTRO, H. (2002). *Integración territorial de los espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos*. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- CASSMAN, K. G.; WOOD, S. (coords.) (2005). «Cultivated Systems», en: *Ecosystem and human well-being: current estate and trends*.
- CREAF - Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (2013). *4a edició del Mapa Cobertes del Sòl de Catalunya (MCSC)*.
- DIBA – Diputació de Barcelona (2014). *Círculo de Comparación Intermunicipal del Servicio de Gestión Sostenible del Verde Urbano*.
- EFE - Barcelona, en: <http://www.lavanguardia.com/medio-ambiente/20120712/54323992908/greenpeace-denuncia-que-catalunya-derrocha-78-millones-por-gestion-ineficaz-de-sus-costas.html>
- EM. *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*.
- FAO (2015). *Declaración de Viena sobre el Suelo: «El Suelo importa para los seres humanos y los ecosistemas»*.
- FAO (2004). *El futuro de la agricultura depende de la biodiversidad*. <http://www.fao.org/Newsroom/es/fo-cus/2004/51102/index.html>
- FORMAN, R.; DARMSTAD, W.; OLSON, J. (1996). *Landscape ecology principles in landscape Architecture and land-use Planning*. Harvard University: Island Press.
- GARCÍA BURGOS, E. et al. La recuperación de espacios fluviales en Cataluña. Agència Catalana de l'Aigua, en: [http://www.crana.org/themed/crana/files/docs/091/209/recuperacion\\_espacios\\_fluvialesevelyn.pdf](http://www.crana.org/themed/crana/files/docs/091/209/recuperacion_espacios_fluvialesevelyn.pdf)
- GEDDES, P. (1960). *Ciudades en evolución*. Buenos Aires: Infinito. Edición original: *Cities in Evolution*. Londres: Williams & Norgate (1915).
- FONT, A.; MAS, S.; MARISTANY, L. (2005). *Transformacions urbanitzadores, 1977-2000. Àrea Metropolitana i Regió Urbana de Barcelona*. AMB.
- FONT, A.; LLOP, C.; VILANOVA, J. M. (1999). *La construcció del territori metropolità. Morfogènesis de la regió urbana de Barcelona*.
- FOLCH, R. (coord.) (2003). *El territorio como sistema: conceptos y herramientas de ordenación*. Diputació de Barcelona.
- IBÁÑEZ, J. J. (2008). *Degradación del suelo y pérdida de recursos edáficos: una introducción*.
- LET - Laboratorio Metropolitano de Ecología y Territorio de Barcelona.
- MAGRAMA – MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2008). *Directrices sobre actuaciones en playas*.
- MARGALEF, R. (1992). *Planeta verde, planeta azul*. Barcelona: Prensa Científica.
- MARTÍNEZ, J. A. (2016). *Jornada sobre el papel del suelo en la conservación*. CREAM.
- MARULL, J.; PINO, J. (2008). *La Matriu Territorial. Criteris ecològics i mètodes paramètrics per al tractament del territori com a sistema, la seva planificació i avaluació ambiental estratègiques*.
- MARULL, J. (2019). *Energy-Landscape Optimization for Land Use Planning. Application in the Barcelona Metropolitan Area*. Metropolitan Laboratory of Ecology and Territory of Barcelona.
- MARZLUFF, J.; SHULENBERGER, E.; ENDLICHER, W.; ALBERTI, M.; BRADLEY, G.; ZUMBRUNNEN, C. (2008). *Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction between Humans and Nature*.
- PLA, E. (2015). *Boscos, agua i carboni. El paper de regulació dels ecosistemes forestals*. Jornada. CREAM.
- PRECAT (2020). *Programa General de Prevenció y Gestió de Residuos y Recursos de Cataluña*.
- RUEDA, S. (2012). *El Libro Verde de Sostenibilidad Urbana y Local en la Era de la Información*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente / Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.
- SABATÉ, S. «Los bosques y la evapotranspiración». Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales.
- TELLO, E. (2013). *La transformació històrica del paisatge entre l'economia, l'ecologia i la història: podem posar a prova la hipòtesi de Margalef?*
- TERRADAS, J.; CHAPARRO, L. (2009). *Ecological Services of Urban Forest in Barcelona*. CREAM/UAB.
- TERRADAS, J. (2001). *Ecología urbana*. Barcelona. Ed. Rubes.
- TOST, J. M. (2015). *El sòl com a recurs*. Jornada tècnica. UAB / ARC.
- WWF (2016). *Recuperando paisajes: un nuevo camino para la restauración ecológica*.