

**CONAMA 2020**

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

# Seguimiento de la restauración de hábitats tras la aplicación de SbN en Plataforma Central Iberum



SEGUIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN DE HÁBITATS TRAS LA APLICACIÓN DE SBN EN  
PLATAFORMA CENTRAL IBERUM

---





**Autor Principal:** Jorge Isabel (Universidad de Castilla- La Mancha)

**Otros autores:** Rubén García Sánchez (Universidad de Castilla- La Mancha), Santiago Sardinero (Universidad de Castilla-La Mancha)



## Índice

Resumen.....	1
1. Biogeografía y bioclimatología.....	2
2. Flora y Vegetación.....	3
3. Expansión Urbana y Biodiversidad. Restauración ecológica y Promoción de la Biodiversidad en las Zonas Verdes de Plataforma Central Iberum.....	4
4. Restauración de la Vegetación climatófila.....	5
5. Recuperación de Pastos sobre arcillas verdes expansivas.....	11
6. Restauración de la Vegetación edafohigrófila.....	13
7. Restauración de la Vegetación hidrofítica.....	17
8. Seguimiento de las plantaciones realizadas en 2018.....	18
9. Conclusión.....	20
Bibliografía.....	21

### RESUMEN

**Temática:** Adaptación al cambio climático; Biodiversidad; Ecodiseño; Renovación urbana.

**ODS relacionados:** Salud y bienestar, Ciudades y comunidades, Acción por el clima, Vida de ecosistemas terrestres

Plataforma Central Iberum (PCI) es un área logística e industrial situada en Illescas (Toledo) que ha sido considerado el primer Ecopolígono de España, integrando la sostenibilidad y las acciones que favorecen a la biodiversidad dentro de sus actividades económicas. PCI es uno de los mejores ejemplos a nivel Europeo de aplicación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) en el desarrollo de un parque industrial periurbano. Las SbN se enfocan en mejorar la integridad, la funcionalidad y la conectividad de los ecosistemas, y proporcionan una ganancia neta en biodiversidad. En el contexto de las SbN, la restauración ecológica de las zonas verdes de PCI se lleva a cabo mediante la rehabilitación de hábitats con una estructura, composición florística y función ecológica determinada. Se elaboró un Plan de Restauración de las Zonas Verdes, consistente en un modelo sucesional de vegetación, enfocado a restaurar diferentes tipos de hábitats asociados a la vegetación manchego-sagrense. Se utilizaron diferentes técnicas de restauración como las plantaciones masivas de plántulas y estacas, el traslado de individuos y el uso del banco de semillas preexistente. Se llevó a cabo un seguimiento de las labores realizadas y se elaboró un plan de gestión adaptativa. En otoño de 2017, se plantaron 24.513 individuos de plantas de 24 especies diferentes -algunas de ellas amenazadas-, correspondientes a la vegetación climatofila (tomillares, espartales, albardinales, retamares, coscojares y encinares); tras el verano de 2018, se registró una supervivencia del 83,74%. Se favorecieron y restauraron con éxito los pastos sobre vertisoles, que cuentan con especies tan amenazadas como la *Cynara tournefortii* (CR) o la *Malvella sherardiana* (VU). En cuanto a la vegetación edafohigrófila, entre 2016 y 2018, se restauraron espadañales, tarayales, saucedas, juncales, y olmedas, así como praderas de hidrófitos compuestas por comunidades de potámidos y charáceas. En el caso de estas comunidades vinculadas a masas de agua, aparte de la alta supervivencia, se observó la reproducción exitosa de algunas especies de forma autónoma en el área de estudio, generando nuevos individuos, que son ejemplo de la funcionalidad de los ecosistemas restaurados. La recuperación de la cubierta vegetal en el suelo mediante la aceleración del proceso de sucesión de la vegetación facilita el desarrollo del horizonte orgánico del suelo que minimiza los procesos erosivos y es clave en la lucha contra la desertización. La restauración ecológica de las áreas verdes de PCI favorece la biodiversidad y la conectividad mediante la creación de hábitats funcionales que conforman infraestructura verde de bajo mantenimiento.

## 1. BIOGEOGRAFÍA Y BIOCLIMATOLOGÍA

Desde el punto biogeográfico, el área de estudio se localiza en la Provincia Mediterránea Ibérica Central, Subprovincia Castellana, Sector Manchego, Subsector Manchego Sagrense [1],[2] & [3].

La *Figura 1* muestra el diagrama climático de Illescas, municipio cercano al que pertenece el área de estudio, que se halla a 583 m de altitud. La precipitación media anual es de 413 mm, con una acusada aridez de verano durante el período en el que coinciden las máximas temperaturas y las mínimas precipitaciones, característico el clima mediterráneo. De acuerdo con la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez [4], [5], el área de estudio posee un macrobioclima Mediterráneo pluviestacional semicontinental (Índice de continentalidad,  $I_c = 19,6$  °C), y está situado en el piso bioclimático Mesomediterráneo superior (Temperatura positiva,  $T_p = 172,4$  °C), bajo un ombrotipo seco inferior (Índice ombrotérmico,  $I_o = 2,4$  mm/°C).

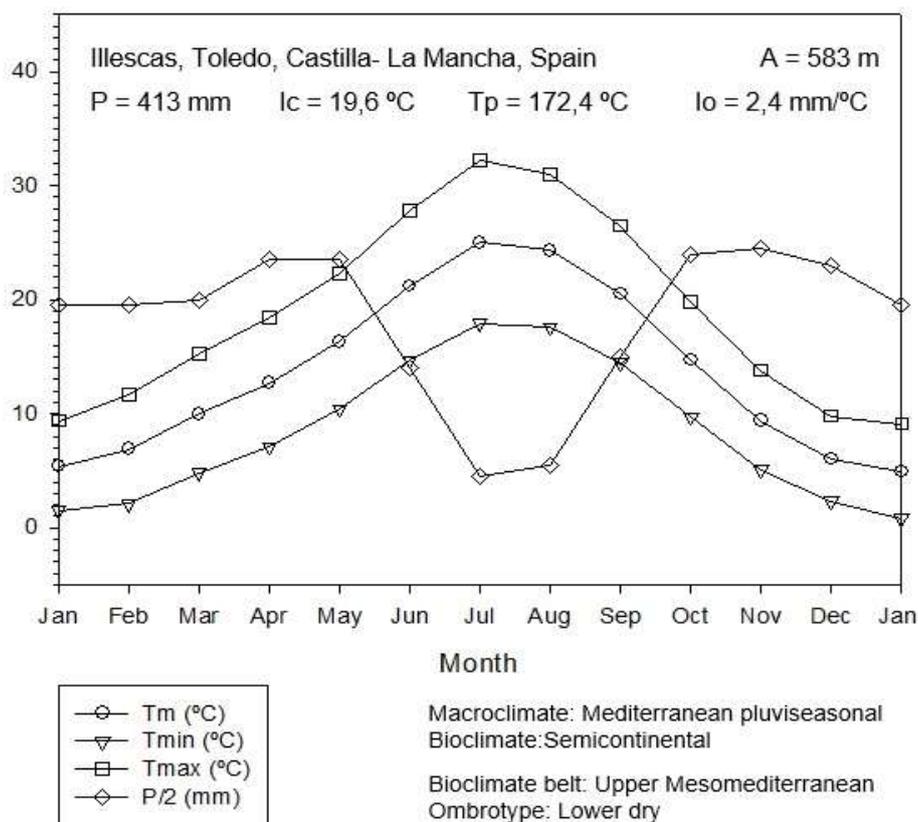


Figura 1. Climograma de la estación meteorológica de Illescas

### 2. FLORA Y VEGETACIÓN.

Desde el punto de vista geológico nos encontramos en una cuenca sedimentaria donde predominan las arcillas vérticas (las llamadas arcillas expansivas), con algunas inclusiones de lentejones arenosos. Son suelos profundos, ricos en iones, que muestran un pH básico (entre 7 y 9), lo que hace que se cuenten entre los suelos más fértiles de la provincia, por eso su uso principal ha sido la agricultura. Como atestiguan los yacimientos arqueológicos hallados en la zona (algunos de la edad de hierro), posiblemente, esta zona ha tenido un carácter eminentemente agrícola desde que el hombre se hizo sedentario y comenzó a cultivar como medio de sustento.

Todas las parcelas englobadas en el plan de actuación están sometidas a una actividad agrícola intensa y bien se encuentran cultivadas o en barbecho, con una fuerte acción de laboreo, que incluye el frecuente alzado de los barbechos, para eliminar la vegetación ruderal y acondicionar la tierra. Esto genera una destrucción constante de la cubierta vegetal silvestre, relegando a la vegetación natural a lindes de fincas y bordes de caminos, tratándose en su mayoría de vegetación ruderal-nitrófila generalista vinculada a perturbaciones recurrentes.

En el contexto del convenio de I+D de colaboración y transferencia entre el equipo de investigación del Área de Botánica de la Facultad de Ciencias Ambientales y Bioquímica de la Universidad de Castilla-La Mancha y Urban Castilla-La Mancha “Plan de restauración ecológica y Promoción de la Biodiversidad en Plataforma Central Iberum” [6], se llevó a cabo un estudio de la flora, vegetación y tipos de hábitats del área de estudio. Este estudio así como el proyecto en el que se integra, tienen como objetivo restaurar y recuperar los ecosistemas naturales degradados como consecuencia del uso agrícola en las Zonas Verdes de Plataforma Central Iberum.

Se elaboró un catálogo florístico con las especies presentes en el área de estudio, territorios cercanos y las que potencialmente podrían encontrarse en él (Catálogo Florístico de PCI). Se recopilaron un total de 426 taxones [6].

Debido al carácter antrópico del área de estudio, para estudiar los tipos de vegetación se ha realizado una consulta de estudios fitosociológicos [7],[8],[9]&[10]. Se han identificado los tipos de vegetación, que se podrían desarrollar en el área de estudio y que servirán de modelo para la restauración de hábitats. Para ello se ha tenido en cuenta la composición florística del catálogo realizado (fragmentos de la geoserie), así como las características edáficas e hidrológicas del territorio, su bioclimatología y biogeografía, y las oportunidades particulares que ofrece el área estudio.

### 3. EXPANSIÓN URBANA Y BIODIVERSIDAD. RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y PROMOCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LAS ZONAS VERDES DE PLATAFORMA CENTRAL IBERUM.

La fragmentación y pérdida del hábitat es la causa fundamental de pérdida de biodiversidad en el mundo. Para traducir la pérdida de hábitats en pérdida de especies se han aplicado los principios de la ecología de islas a las “islas terrestres” que quedan en el “mar de tierra transformada” [11]. Los modelos actuales expresan que, a un proceso de fragmentación y pérdida de hábitats, le sigue otro de desaparición progresiva de los fragmentos de hábitat con las especies que albergan. La fragmentación favorece el aislamiento de las poblaciones, dificulta su conectividad y el flujo génico, de modo que la naturaleza pierde buena parte de su capacidad evolutiva, el mecanismo fundamental de adaptación a ambientes cambiantes. Todos estos conceptos cobran especial relevancia en el contexto de Cambio Global actual en el que vivimos y la capacidad transformadora de la naturaleza por los seres humanos.

La expansión urbana (*urban sprawl*) es una de las causas más importantes de fragmentación, homogeneización, pérdida de hábitats y pérdida de biodiversidad. Illescas es un municipio, que junto con la comarca de La Sagra conforman un área metropolitana en el que la población humana ha crecido considerablemente durante las últimas décadas. En las próximas décadas vamos a asistir, si no se toman las medidas apropiadas, a la desaparición progresiva de los fragmentos de hábitat que quedan en nuestro entorno cercano.

La Comisión Europea, a través de su Dirección General de Medio Ambiente, Naturaleza y Biodiversidad, ha creado la Plataforma “*Business & Biodiversity*”, un foro único para dialogar sobre las relaciones entre negocios y biodiversidad a escala de la Unión Europea. El objetivo fundamental es ayudar a desarrollar negocios y trabajar para que éstos integren el capital natural y la biodiversidad en sus actividades habituales.

La *International Union for Conservation of Nature*, IUCN, ha abierto una línea de trabajo en conservación de la biodiversidad en ciudades y pueblos, que ha denominado “*Nature Based Solutions (NbS)*”, Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN). Han sido definidas como “acciones para proteger, administrar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados, que abordan los desafíos de la sociedad de manera efectiva y adaptable, brindando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad”. En este sentido se ha creado un estándar para la verificación, el diseño y la extensión de SbN [12]&[13]

El equipo de investigación del Área de Botánica de la Facultad de Ciencias Ambientales y Bioquímica de la UCLM está integrado en estos grupos de trabajo. En los últimos 30 años ha desarrollado líneas de investigación relacionadas con flora, tipos de vegetación, bioclimatología, biogeografía y su aplicación a la restauración de hábitats y de su funcionamiento ecológico. Es necesario el trabajo con empresas y administraciones regionales, nacionales e internacionales para facilitar la creación de proyectos apropiados para la promoción de la biodiversidad y la compatibilización de actividades, así como para facilitar la construcción de equipos de trabajo profesionales competentes que integren especialistas en biodiversidad, gestores de biodiversidad, urbanistas, arquitectos, ingenieros y juristas, entre otros. Existe una oportunidad

para alcanzar compromisos de colaboración que permitan resolver algunos retos de la sociedad actual, desarrollando metodologías de trabajo que sirvan de ejemplo en el futuro.

La restauración ecológica es la asistencia a la recuperación de los ecosistemas degradados en cuanto a su integridad, estructura y funcionalidad ecológica. De entre todas las funciones de los ecosistemas, la más importante es la función evolutiva, la evolución, que se basa en que las poblaciones adquieren variabilidad genética que permite a los individuos adaptarse a las situaciones ambientales que encuentren en su hábitat o colonizar nuevos hábitats. La variabilidad genética se adquiere mediante mutaciones, combinaciones de cromosomas durante la meiosis, y recombinación genética durante la meiosis. La reproducción sexual es la herramienta que utiliza la naturaleza para generar diversidad genética. La conectividad facilita la reproducción sexual entre organismos y el flujo génico. Necesitamos generar seres vivos con todas las funciones de los seres vivos.

Las Areas Verdes Urbanas constituyen una oportunidad para generar hábitats desaparecidos así como favorecer la conectividad entre los ya existentes. Para ello, es necesario integrar la biodiversidad en los desarrollos urbanos, a través de Espacios Verdes naturalizados que constituyan auténticos ecosistemas funcionales.

## 4. RESTAURACIÓN DE LA VEGETACIÓN CLIMATÓFILA

Debido al uso tradicional, es difícil encontrar restos de vegetación natural en la zona. Estos se reducen algunos tomillares y retamares en cultivos abandonados y linderos, así como vegetación arvense y nitrófila (jaramagos, cardos y corremundos) en barbechos y descampados. Sin embargo, la vegetación natural de la zona se corresponde con los encinares manchegos basófilos de *Quercus rotundifolia* y sus etapas de sustitución, y específicamente los que se desarrollan sobre arcillas vérticas. Los restos de encinar natural más cercanos, se encuentran a unos 10km entre Seseña y Valdemoro. Su conservación se debe a su emplazamiento en afloramientos de roca caliza, donde no se puede desarrollar la actividad agrícola. Se ha llevado a cabo una restauración de la vegetación natural climatófila en las áreas verdes de Plataforma Central Iberum.

Las etapas de sustitución de la vegetación potencial de un territorio aparecen durante la recolonización tras una perturbación (por ejemplo abandono de la agricultura), este fenómeno se conoce como sucesión secundaria. Las comunidades arvenses primocolonizadoras son las primeras en establecerse, preparando las condiciones ambientales para el establecimiento de otras comunidades con más requerimientos un ejemplo de sucesión secundaria sería la siguiente: jaramagos-cardales-tomillares-espartales-retamares-coscojares-encinares. En otras ocasiones, estas etapas de sustitución aparecen cuando las condiciones ambientales de una zona determinada, no son favorables para el desarrollo de la vegetación potencial (en este área es común que espartales, albardinares y tomillares, sustituyan a los encinares y coscojares en laderas orientadas al sur, donde el déficit hídrico es muy marcado).

La serie climatófila de los encinares Manchego-Sagreses, con su faciación sobre arcillas distingue en sus etapas de sustitución los albardinares no salinos de *Lygeum spartum*, las comunidades de alcanforadas (*Camphorosma monspeliaca*), los cardales nitrófilos (*Onopordum nervosum*, *Silybum marianum*) acompañados de alcachoferas (*Cynara cardunculus* y *Cynara*

## SEGUIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN DE HÁBITATS TRAS LA APLICACIÓN DE SBN EN PLATAFORMA CENTRAL IBERUM

*tournefortii*) y comunidades arvenses dominadas por *Moricandia moricandiodes* subsp. *moriciodiodes*, que aparecen en zonas perturbadas y en los claros de las anteriores. A parte de las comunidades mencionadas, se dan las típicas que se corresponden con las etapas de sustitución de estos encinares y que son las siguientes:

El microbosque de encina (*Asparago acutifolii-Quercetum rotundifoliae*) que representa la vegetación potencial en los territorios mesomediterráneos secos del Sector Manchego-Sagresense. Se desarrollan en suelos arcillosos ricos en bases, suelos calcáreos o margosos. Es la etapa de vegetación más desarrollada. En esta zona y debido a la escasa precipitación suelen alcanzar su mayor desarrollo en orientaciones norte y zonas de vaguada. Algunas de las especies, a parte de las encinas y coscojas, que conforman este hábitat son: los espinos (*Rhamnus lyciodes*, *Rhamnus alaternus*), jazmines silvestres (*Jasminum fruticans*), esparragueras (*Asparagus acutifolius*), espantalobos (*Colutea hispanica*), efedras (*Ephedra fragilis*, *Ephedra nebrodensis*) o cornicabras (*Pistacea terebinthus*) y jaras (*Cistus albidus*).

Las garrigas de coscoja (*Daphno gnidii- Quercetum cocciferae*), constituyen el primer estadio serial del microbosque de calcáreas o gypsícolas. Tienen un carácter algo más termófilo, y una composición florística similar a los encinares, sin embargo la especie dominante es la coscoja.

La siguiente etapa de sustitución son los retamares de *Retama sphaerocarpa* con aliagas (*Genisto scorpii-Retametum sphaerocarphae*) que se desarrollan sobre suelos básicos. Representan algunas de las primeras etapas de sustitución de los encinares, existen algunos restos de este tipo de vegetación en las cercanías de PCI, en cultivos abandonados. *Figura 2.*



**Figura 2.** Retamar restaurado en Plataforma Central Iberum.

Los espartales, conforman pastizales de macollas presididos por el esparto (*Arrhenathero erianthi-Stipetum tenacissimae*). Necesitan para desarrollarse suelos profundos con predominio

## SEGUIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN DE HÁBITATS TRAS LA APLICACIÓN DE SBN EN PLATAFORMA CENTRAL IBERUM

de arcillas. Muestran tendencia ubicaciones soleadas. En el sector manchego, en ocasiones sustituyen a coscojares y encinares como etapa de vegetación más desarrollada en zonas con baja disponibilidad hídrica y la alta insolación (laderas sur o suroeste).

Sin embargo en esta zona de la Sagra, debido a la naturaleza edáfica, alcanzan más desarrollo los albardineros no halófitos (*Dactylido hispanicae-Lygeetum sparti*): típicos de suelos arcillosos con cierto carácter vértico. Son característicos de la zona, se establecen en laderas soleadas con tendencia a erosión. *Figura 3*.



**Figura 3.** Albardinar restaurado en Plataforma Central Iberum.

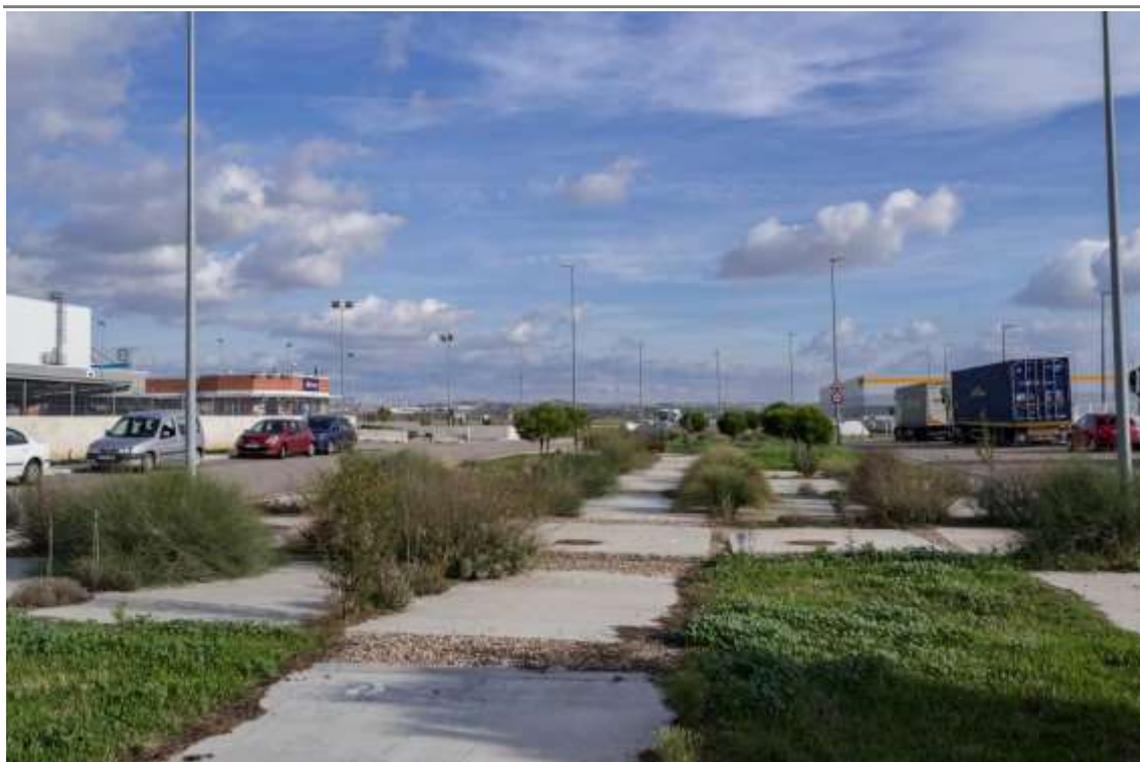
Los tomillares, esplegueras y salviares (*Lino differentis-Salvietum lavandulifoliae*) constituidas por numerosas y diversas especies entre las que desatacan las labiadas olorosas como *Lavandula latifolia*, *Salvia lavandulifolia*, *Thymus sylvestris* y los linos (*Linum loeflingii* y *Linum narborensis*). Tienen un porte bajo y constituyen algunas de las primeras etapas de matorral que se establecen tras las herbáceas. *Figura 4*.



Figura 4. Tomillar restaurado en Plataforma Central Iberum.

Pastizales basófilos compuestos por herbáceas anuales y vivaces con gramíneas (*Bromus rubens*, *Bromus hordeaceus*), leguminosas (*Astragalus hamosus*, *Trifolium tomentosum*) y llantenes (*Plantago lagopus*, *Plantago afra*). Este estrato vegetal constituye una capa protectora contra la erosión del suelo y la desertificación, su desarrollo suele estar ligado a la actividad ganadera o el ramoneo de herbívoros como lo conejos. Este hábitat ha sido restaurado en algunas medianas mediante el traslado del horizonte superficial del suelo preexistente en el área de estudio, que contiene el banco de semillas natural. *Figura 5.*

## SEGUIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN DE HÁBITATS TRAS LA APLICACIÓN DE SBN EN PLATAFORMA CENTRAL IBERUM



**Figura 5.** Pastos generados mediante el traslado del horizonte superficial del suelo preexistente en el área de estudio en la mediana B12 de PCI.

Las comunidades arvenses de jaramagos (*Diplotaxis virgata*, *Diplotaxis eruroides*, *Moricandia moricandioides* subsp. *moricandioides*) son las primeras en establecerse tras el cese de una perturbación. Es común que aparezcan acompañadas por comunidades de corremundos (*Salsola kali*) tras el abandono de la actividad agrícola o en los barbechos. En las zonas más nitrificadas, aparecen los cardales (*Onopordum nervosum*, *Silybum marianum*) acompañados por alcachofas silvestres como *Cynara cardunculus* y la amenazada *Cynara tournefortii*.

Estos hábitats han sido restaurados en las zonas verdes de Plataforma Central Iberum. Se han introducido un total de 27 especies que habían desaparecido del área de estudio y un total de casi 34.000 individuos de matorral y arbolado (*Tabla 1*), pertenecientes a la vegetación climatófila entre 2016 y 2019. Algunas de ellas como *Colutea hispanica*, *Ephedra fragilis* y *Ephedra nebrodensis* incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Castilla- La Mancha con la Categoría de “Interés Especial”.

## SEGUIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN DE HÁBITATS TRAS LA APLICACIÓN DE SBN EN PLATAFORMA CENTRAL IBERUM

**Tabla 1.** Especies y número de individuos correspondientes a la vegetación climatófila introducidos en PCI

<b>Especie</b>	<b>Total introducido</b>	<b>Categoría Catálogo Especies Amezadas CLM</b>
Atriplex halimus	900	
Colutea hispánica	1339	Interés Especial
Coronilla minima	834	
Cistus albidus	953	
Doricnium pentaphyllum	259	
Daphne gnidium	377	
Ephedra nebrodensis	368	Interés Especial
Ephedra fragilis	1433	Interés Especial
Genista scorpius	45	
Iberis saxatilis	1026	
Jasminum fruticans	958	
Lavandula latifolia	1655	
Pistacia terebinthus	1098	
Quercus coccifera	793	
Quercus rotundifolia	828	
Retama sphaerocarpa	4255	
Rhamnus alaternus	1297	
Rhamnus lycioides	1475	
Rosmarinus officinalis	45	
Salvia lavandulifolia	1701	
Salvia argénte	502	
Santolina chamaecyparissus	2460	
Stipa tenacissima	1605	
Thymus zygis subp. sylvestris	2160	

Thymus vulgaris	1012
Lygeum spartum	3427
Teucrium capitatum	670
<b>Total</b>	<b>33983</b>

## 5. RECUPERACIÓN DE PASTOS SOBRE ARCILLAS VERDES EXPANSIVAS

Estos pastos están asociados a arcillas verdes en climas térmicos. Los suelos son vertisoles (las conocidas arcillas expansivas), suelos muy fértiles, peculiares, con condiciones ecológicas muy particulares (abundancia extrema del catión magnesio, por ejemplo). El espacio cultivado ocupa la práctica totalidad de las áreas arcillosas que son, sin duda, las más ricas y retienen más el agua, al menos para el cereal. Son suelos “pesados” poco aireados, que absorben mucha agua y se hinchan, pero que luego al secarse se contraen y se resquebrajan, afectando a las raíces de las plantas y aireando y secando aún más el suelo. Debido a estas condiciones especiales, las plantas termófilas que viven sobre ellos acaban triunfando sobre plantas menos adaptadas.

En el territorio cercano a PCI se han encontrado elementos florísticos pertenecientes a esta comunidad. Es una comunidad vegetal única a nivel mundial, con un elevado número de especies exclusivas, endémicas o raras, que sólo aparecen en estos ecosistemas. Es la única comunidad vegetal de este tipo que se conoce en Castilla- La Mancha (se encuentra otro enclave en el sur de Madrid), por lo que su recuperación y fomento tiene un alto interés para la conservación.

La intensificación de la agricultura y la presión urbanística son las principales amenazas para estos ecosistemas. Sin embargo el desarrollo de actividades económicas no es incompatible con la conservación de estos enclaves singulares. Es necesario conocer estas comunidades y su ecología para hacer posible su protección, así cómo encontrar espacios donde pueda favorecerse su desarrollo, como es el caso de la Mediana cercana a Michelin (*Figura 6*) en Plataforma Central Iberum.

## SEGUIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN DE HÁBITATS TRAS LA APLICACIÓN DE SBN EN PLATAFORMA CENTRAL IBERUM



**Figura 6.** Parcela creada en la mediana cercana a Michelin para la conservación de los pastos propios de arcillas vérticas.

Especies presentes: Morra (*Cynara tournefortii*, En Peligro Crítico de Extinción, *Figura 7*), malva pequeña (*Malvella sherardiana*, Vulnerable), *Crepis alpina*, Serradela blanquecina (*Klasea flavescens*, Casi Amenazada) y *Geropogon hybridus*.

Semillado: Trigo silvestre (*Triticum boeoticum*), *Linaria caesia*, astrágalo de yesos (*Astragalus alopecuroides*), *Garidella nigellastrum* (Datos Insuficientes)

Otras especies que pueden ser favorecidas: *Convolvulus humilis*, ojo de lobo (*Onosma tricosperma*, de Interés Especial), *Teucrium spinosum*, *Astragalus scorpioides*, *Scolymus maculatus*, *Ziziphora hispanica*, *Onobrychis matritensis*, *Vicia narbonensis*, *Gladiolus italicus*, *Silene muscipula*.



**Figura 7.** Población de *Cynara tournefortii* en Plataforma Central Iberum

## 6. RESTAURACIÓN DE LA VEGETACIÓN EDAFOHIGRÓFILA

Vegetación ligada a cursos de agua o pequeñas depresiones como cambronales, gramales, juncales, espadañales y bosques de galería vinculados a ríos y arroyos, olmedas, alamedas, fresnedas, saucedas y tarayales y su orla de matorral formadas por rosas y zarzas, con cierto carácter eutrofo y que tienen su óptimo en el sector Manchego- Sagrense. Estos tipos de vegetación no se encontraban en el área de estudio, sin embargo mediante la generación de balsas para la recogida de pluviales en las Zonas Verdes de PCI y su posterior restauración y naturalización (*Figura 8*) mediante la introducción de diferentes especies (*Tabla 2*), se han podido generar los siguientes hábitats edafohigrófilos:

## SEGUIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN DE HÁBITATS TRAS LA APLICACIÓN DE SBN EN PLATAFORMA CENTRAL IBERUM



**Figura 8.** Cambroneras, tarayales, saucedas, juncales y espadañales restaurados en Plataforma Central Iberum

*Typha angustifoliae-Phragmitetum australis*: Asociación mediterráneo-atlántica que constituye los clásicos espadañales o carrizales que de un modo exuberante se desarrollan sobre suelos hidromorfos en márgenes de lagunas, lagunazos o embalses, así como en ciertos remansos de ríos y arroyos de aguas permanentes en los que son predominantes los fenómenos de sedimentación. Parece tener su óptimo desarrollo en los pisos bioclimáticos más cálidos [9]. Se han restaurado los espadañales en las balsas de PCI mediante la introducción de fascículos de *Typha domingensis*.

*Salicetum neotrichae*: Saucedas mesomediterráneas eutrofas de talla media propia de sedimentos limosos o arcillosos (pero no compactos) ricos en bases que colonizan lechos de inundación de ríos. Presentan distribución manchego-sagrense [7]. Se han introducido estaquillas de *Salix purpurea* subsp. *lambertiana* y *Salix salviifolia* y de individuos intermedios, ya que se han observado fenómenos de hibridación en los ecosistemas naturales.

*Opopanaco chironii-Ulmetum minoris*: Olmedas ribereñas de aguas eutrofas que, si no han sido degradadas, son muy densas. Se desarrollan en suelos profundos pseudogleyizados, básicos, frecuentemente arcillosos y que no sufren inundaciones periódicas. Se distribuye por los pisos termo y mesomediterráneo, se conservan bien en valles y barrancos del sector Manchego-Sagrense [7]. Se han introducido 250 *Ulmus minor* resistentes a la grafiosis, donados por el MITECO, en las zonas cercanas a las masas de agua con el objetivo de restaurar la olmeda.

*Rosetum micrantho-agrestis*: Rosaledas de suelos calizos, generalmente profundos, húmedos, con óptimo en ombroclimas subhúmedos y húmedos. Se presenta en el subsector Manchego-Sagrense (de modo puntual, disperso y empobrecido) en algunas olmedas y en los cauces de regatos habitualmente secos que descienden por escarpes y barranqueras calizas o margosas [7]. Se han introducido ejemplares de *Rubus ulmifolius*.

## SEGUIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN DE HÁBITATS TRAS LA APLICACIÓN DE SBN EN PLATAFORMA CENTRAL IBERUM

*Holoschoenetum vulgaris*: Juncuales dominados por *Scirpoides holoschoenus* que se desarrollan sobre suelos básicos hidromorfos que se inundan raramente pero cuya capa freática alcanza el nivel de las raíces del juncal. Se distribuye por los pisos termo y mesomediterráneo, en el territorio presenta amplia distribución manchego-sagrense y es una de las formaciones más frecuentes por las orillas y valles de arroyos y pequeños ríos del subsector [7]. Se han introducido ejemplares de *Scirpoides holoschoenus*.

*Trifolium fragiferi-Cynodontetum dactyli*: Las especies estoloníferas *Trifolium fragiferum* subsp. *bonannii* y *Cynodon dactylon* constituyen el entramado de estas praderas cespitosas, y densas y ralas. Los gramales se instalan en suelos húmedos, de textura arcillosa compacta y ricos en bases, se desarrollan en los fondos de los valles y alrededores de arroyos y ríos. Suelen tapizar suelos colonizados por *Holoschoenetum vulgare* [7]. Se han generado gramales de forma espontánea y a través de hidrosiembra en las orillas de las balsas generadas en las zonas verdes de PCI.

*Tamaricetum gallicae*: Tarayales silicibasófilos, la comunidad de *Tamarix gallica*, que alterna topográficamente o se entremezcla con saucedas (*Salicetum neotrichae*). Su desarrollo va posiblemente vinculado a la existencia de capas arcillosas y al progresivo enriquecimiento en bases de las aguas del río [7]. Se han introducido ejemplares procedentes de estaquillas de *Tamarix gallica* y *Tamarix africana*. Figura 9.



Figura 9. Tarayales de *Tamarix gallica* restaurados en la Balsa de Fase 0 de Plataforma Central Iberum

*Tamaricion boveano-canariensis*: alianza en la que se agrupan los tarayales halófilos manchegos, se ha encontrado en el polígono industrial de Borox, y se han introducido ejemplares de *Tamarix canariensis* y *Tamarix boveana*, del que se conocen dos poblaciones naturales en el Valle del río

## SEGUIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN DE HÁBITATS TRAS LA APLICACIÓN DE SBN EN PLATAFORMA CENTRAL IBERUM

Tajo, la mencionada en Borox y otra en el Arroyo Salinas (Aranjuez), que se encuentra en franca regresión.

También se han introducido individuos intermedios, ya que se han observado fenómenos de hibridación en el género *Tamarix* en los ecosistemas naturales.

Comunidad de *Lycium europaeum*: Matorrales densos, espinosos, de gran porte, constituidos casi exclusivamente por el cambrón (*Lycium europaeum*) acompañado ocasionalmente por *Salsola vermiculata*. Se presenta de modo disperso y puntual en los bordes de caminos y lindes de cultivos del territorio. Se ha observado tanto sobre arcosas como sobre arcillas [7]. Se han trasplantado cambroneras de gran porte procedentes del antiguo vertedero de Illescas.

**Tabla 2.** Especies y número de individuos correspondientes a la vegetación edafohigrófila introducidos en PCI.

Especie	Total introducido	Comentario
Fraxinus angustifolia	45	
Populus alba	45	
Rubus ulmifolius	275	
Scirpus holoschoenus	235	
Salix salvifolia	200	
Salix purpurea subsp. lambertiana	810	
Tamarix africana	90	
Tamarix boveana	90	Muy raro, una única población natural en la provincia
Tamarix canariensis	90	
Tamarix gallica	900	
Ulmus minor	250	Resistentes a la grafiosis, donados por el MITECO
<b>Total</b>	<b>3030</b>	

Se ha observado que individuos de especies introducidas como los tarayes, sauces, eneas y juncos churreros se reproducen de forma autónoma en las zonas de las balsas de PCI, cerrando su ciclo vital y expandiendo sus poblaciones. Esto constituye un ejemplo del éxito en la restauración de estas zonas verdes, y la generación de ecosistemas funcionales en las mismas.



Figura 10. Plántulas de *Tamarix* y de *Scirpoides holoschoenus* germinadas de forma espontánea en las orillas de las balsas de fase 2 en Plataforma Central Iberum.

## 7. RESTAURACIÓN DE LA VEGETACIÓN HIDROFÍTICA

Se pudo identificar el género de algunos hidrófitos que se encontraban en una balsa dentro de un hueco minero cercano al área de estudio: poblaciones de *Chara* sp. y de *Potamogeton pectinatus* (hábitats catalogados como 3140 y 3150, respectivamente en el Anexo 1 de Directiva de Hábitats). Estas especies fueron introducidas mediante el traslado desde la balsa de origen a las diferentes balsas de las zonas verdes de PCI (Figura X) y se han extendido con éxito, generando estos hábitats dentro del Polígono.



**Figura 11.** Vegetación hidrofítica formada por praderas de *Chara* y *Potamogeton pectinatus* restaurada en balsa de Fase 0 en Plataforma Central Iberum.

## 8. SEGUIMIENTO DE LAS PLANTACIONES REALIZADAS EN 2018

El diseño adecuado de las acciones a realizar, así como un programa de seguimiento acorde, asegura que, aunque todo falle y la tasa de mortalidad sea alta, la experiencia servirá para aumentar el conocimiento en la materia [14].

En enero de 2019 se realizó un seguimiento de la plantación realizada a finales de 2017-principios de 2018 [15] con el objetivo de observar la supervivencia de las especies introducidas [16]. Se restauraron encinares, retamares, espartales, albardinares y tomillares, así como orlas de zarzas, y de orzagas y juncuales. En la *Tabla 3* aparecen el total de marras y el porcentaje de supervivencia para cada especie. El porcentaje de marras no supera el 20% del total de individuos introducido.

Los albardinares, espartales, retamares y tomillares muestran porcentajes de supervivencia de más del 80%, siendo el albardinar y el espartal las que mejor establecimiento tuvieron. Los encinares presentan un porcentaje de supervivencia menor, que de cualquier modo supera el 70%.

## SEGUIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN DE HÁBITATS TRAS LA APLICACIÓN DE SBN EN PLATAFORMA CENTRAL IBERUM

Dentro de la composición de los encinares y retamares, las especies que mayor porcentaje de mortandad presenta han sido *Daphne gnidium*, *Quercus rotundifolia*, *Rhamnus alaternus*, y *Rhamnus lycioides*, mientras que las que tienen una mayor tasa de supervivencia son *Ephedra fragilis*, *Colutea hispanica*, *Cistus albidus* y *Retama sphaerocarpa*.

*Santolina chamaecyparissus* es la especie que mejor se establece en los hábitats de tomillar, mientras que *Iberis saxatilis* ssp. *cinerea* es la que más marras presenta. Este taxón es también el que peor se establece tanto en el albardinar como en el espartal. *Stipa tenacissima*, *Ligeum spartum*, *Thymus vulgaris* y *Thymus zygis*, tienen una supervivencia alta en los hábitats que representan.

Los zarzales de *Rubus ulmifolius* tienen un 63% de supervivencia, cabe destacar que fueron muy afectadas por el ramoneo del conejo. La orla de *Atriplex halimus* también tiene una supervivencia alta, en torno a 70% por ciento. El juncal churrero (*Scirpoides holoschoenus*) presenta casi un 97% de supervivencia y se encuentra en expansión, ya que se reproduce de forma autónoma.

**Tabla 3.** Seguimiento de los individuos introducidos en el otoño de 2017. Muestreo en invierno de 2019.

Especie	Número	Marras	%Supervivencia
<i>Atriplex halimus</i>	900	270	70,00
<i>Colutea hispanica</i>	874	49	94,39
<i>Coronilla minima</i>	600	82	86,33
<i>Cistus albidus</i>	953	119	87,51
<i>Daphne gnidium</i>	332	164	50,60
<i>Ephedra fragilis</i>	981	47	95,21
<i>Iberis saxatilis</i>	739	283	61,71
<i>Jasminum fruticans</i>	958	140	85,39
<i>Lavandula latifolia</i>	964	141	85,37
<i>Pistacia terebinthus</i>	797	120	84,94
<i>Quercus coccifera</i>	595	135	77,31
<i>Quercus rotundifolia</i>	630	251	60,16
<i>Retama sphaerocarpa</i>	3120	292	90,64
<i>Rhamnus alaternus</i>	1112	472	57,55
<i>Rhamnus lycioides</i>	1290	459	64,42
<i>Salvia lavandulifolia</i>	1063	147	86,17
<i>Salvia argentea</i>	226	107	52,65
<i>Santolina chamaecyparissus</i>	1598	203	87,30
<i>Stipa tenacissima</i>	1120	46	95,89
<i>Thymus zygis</i>	1188	191	83,92
<i>Thymus vulgaris</i>	1012	102	89,92

## SEGUIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN DE HÁBITATS TRAS LA APLICACIÓN DE SBN EN PLATAFORMA CENTRAL IBERUM

Lygeum spartum	2953	63	97,87
Rubus ulmifolius	275	96	65,09
Scirpoides holoschoenus	235	8	96,60
<b>Total</b>	<b>24513</b>	3987	83,74

Las especies correspondientes a tipos de vegetación que aparecen en etapas más tempranas de la sucesión (espartales, albardinares, tomillares) tienen mayores porcentajes de supervivencia que los tipos de vegetación de las etapas tardosucesionales (encinares, retamares)

La precipitación anual es un factor limitante para el establecimiento de este tipo de comunidades, que aparecen de forma natural en forma de garrigas achaparradas, alcanzando su mayor desarrollo en laderas y barrancos umbrosos. Del mismo modo, el desarrollo de las especies propias del encinar de forma natural se produce con condiciones edáficas más favorables (con mayor desarrollo del horizonte orgánico). Además su establecimiento es facilitado por la vegetación natural preexistente, que proporciona protección frente a la irradiación solar. Por esto es de gran importancia la correcta ubicación de este tipo de hábitats, en laderas protegidas con orientación de norte a este.

## 9. CONCLUSIÓN

La pérdida de hábitats es una de las principales causas de pérdida de biodiversidad. La expansión urbana está asociada al deterioro y fragmentación de hábitats. Es necesario llevar a cabo planificaciones urbanísticas más sostenibles que integren a la biodiversidad dentro de sus desarrollos, poniendo en marcha iniciativas dirigidas por equipos multidisciplinares que sean capaces de abordar de forma exitosa este reto.

La restauración de ecosistemas en las Zonas Verdes de áreas urbanas y periurbanas contribuye a la recuperación de funciones ecosistémicas de gran importancia: incremento de la biodiversidad, provisión de polinizadores, regulación de flujos de materia y energía, ciclado de nutrientes o la termorregulación [17]; garantizando la conectividad entre hábitats y la funcionalidad ecológica y evolutiva de los ecosistemas, así como la recuperación de los servicios ecosistémicos que estos proveen a la sociedad.

Para planificar una restauración ambientalmente adecuada en el marco de las SbN, es necesario conocer la dinámica natural y las características estructurales de la vegetación. Para ello es necesario llevar a cabo un inventario ambiental de la zona de estudio que permita conocer los componentes básicos del territorio para posteriormente diseñar adecuadamente las labores de restauración, teniendo siempre presente la sucesión vegetal natural del área de estudio [18].

Plataforma Central Iberum es un ejemplo de que el desarrollo económico y la actividad industrial y empresarial pueden ser compatibles con la conservación y promoción de la biodiversidad, mediante la aplicación de un desarrollo urbanístico sostenible.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Rivas-Martínez & coautores. 2007. Mapa de series, geoserias y geopermaseries de vegetación de España. Memoria del mapa de vegetación potencial de España. Parte I. *Itinera Geobotanica* 17: 5-436.
- [2] Rivas-Martínez & coautores. 2011a. Mapa de series, geoserias y geopermaseries de vegetación de España. Memoria del mapa de vegetación potencial de España. Parte II. *Itinera Geobotanica* 18(1): 5-424.
- [3] Rivas-Martínez & coautores. 2011b. Mapa de series, geoserias y geopermaseries de vegetación de España. Memoria del mapa de vegetación potencial de España. Parte II. *Itinera Geobotanica* 18(2): 425-800.
- [4] Worldwide Bioclimatic Classification System, 1996-2018, Rivas-Martínez S. & Rivas-Saenz S., Phytosociological Research Center, Spain: <http://www.globalbioclimatics.org>
- [5] Cress J.J., Sayre R., Comer P. & Warner H. 2009. Terrestrial Ecosystems—Isobioclimates of the conterminous United States: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Map 3084, scale 1:5,000,000, 1 sheet.
- [6] Isabel J.M. & Sardinero S. 2016. *Plan de Restauración Ecológica y Promoción de la Biodiversidad en Plataforma Central Iberum (Illescas, Toledo)*, 79 pp. Trabajo Fin del Máster en Sostenibilidad Ambiental en el Desarrollo Local y Territorial. Facultad de Ciencias Ambientales y Bioquímica, Universidad de Castilla-La Mancha.
- [7] Laorga S. 1986. Estudio de la flora y la vegetación de las comarcas toledanas de la cuenca central del Tajo. Tesis doct., Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid.
- [8] Pizarro JM. 1995. Contribución al estudio taxonómico de *Ranunculus* L. subgen. *Batrachium* (DC.) A. Gray (*Ranunculaceae*). *Lazaroa* 15: 21-113.
- [9] Molina JA. 1996. Sobre la vegetación de los humedales de la Península Ibérica (I. Phragmiti-Magnocaricetea). *Lazaroa* 16: 27-88.
- [10] Rivas-Martínez, S., E. Díaz, T., Fernánsanz, M.E., Rodríguez, J.P., Galán, L. A., Vivar, V., Baltuille J. M. dez-González, F., Izco, J. Loidi, J., Lousá, M., Penas, A. (2002) Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Part I.
- [11] Pimm S.L. & Raven P. 2000. Extinction by numbers. *Nature* 403(6772): 843-845.
- [12] UICN (2020). Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza.

Un marco sencillo para la verificación, el diseño y la extensión de Sbn. Primera edición. Gland, Suiza: UICN.

- [13] Cohen-Shachama, E., Andradea, A., Daltond, J., Dudleye, N., Jonesa, M., Kumard, C., Maginnisd, S., Maynarda, S., Nelsona, C., Renauda, F., Wellingd, R., Walters, G. 2019. Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solution. Environmental Science & Policy. Volume 98, August 2019, Pages 20-29
- [14] Bainbridge D.A. 2007. A Guide for Desert and Dryland Restoration. New Hope for Arid Lands. Society for Ecological Restoration International. Island Press.
- [15] Isabel, J., Agudo, E., Alonso, P., Muñuz, N., Palaín, A., Sardinero, S. 2018 Aplicación de Soluciones Basadas en la Naturaleza mediante Restauración Ecológica y Promoción de la Biodiversidad en las Zonas Verdes de un Parque Industrial en el Centro de España. CONAMA 2018.
- [16] García-Sánchez, R., Isabel, J., Sardinero, S. (2019) Restauración ecológica y seguimiento en Plataforma Central Iberum, Illescas (Toledo). Trabajo Fin del Máster de Restauración de Ecosistemas, Universidad de Alcalá.
- [17] Oberndorfer E, Lundholm J, Bass B, Coffman RR, Doshi H, Dunnett N, Gaffin S, Köhler M, Liu KKY, Rowe B. 2007. Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. BioScience 57(10): 823-833.
- [18] Sardinero, S. Garro, M.C., de la Fuente, J., Fernández, F., Gegúndez, P., Guzmán, T., Púa, F. (2014) Hoja de ruta para la restauración ecológica de una cantera. CONAMA 2014.