



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Fundación Biodiversidad



PROGRAMA **e**emplea verde 2007-2013

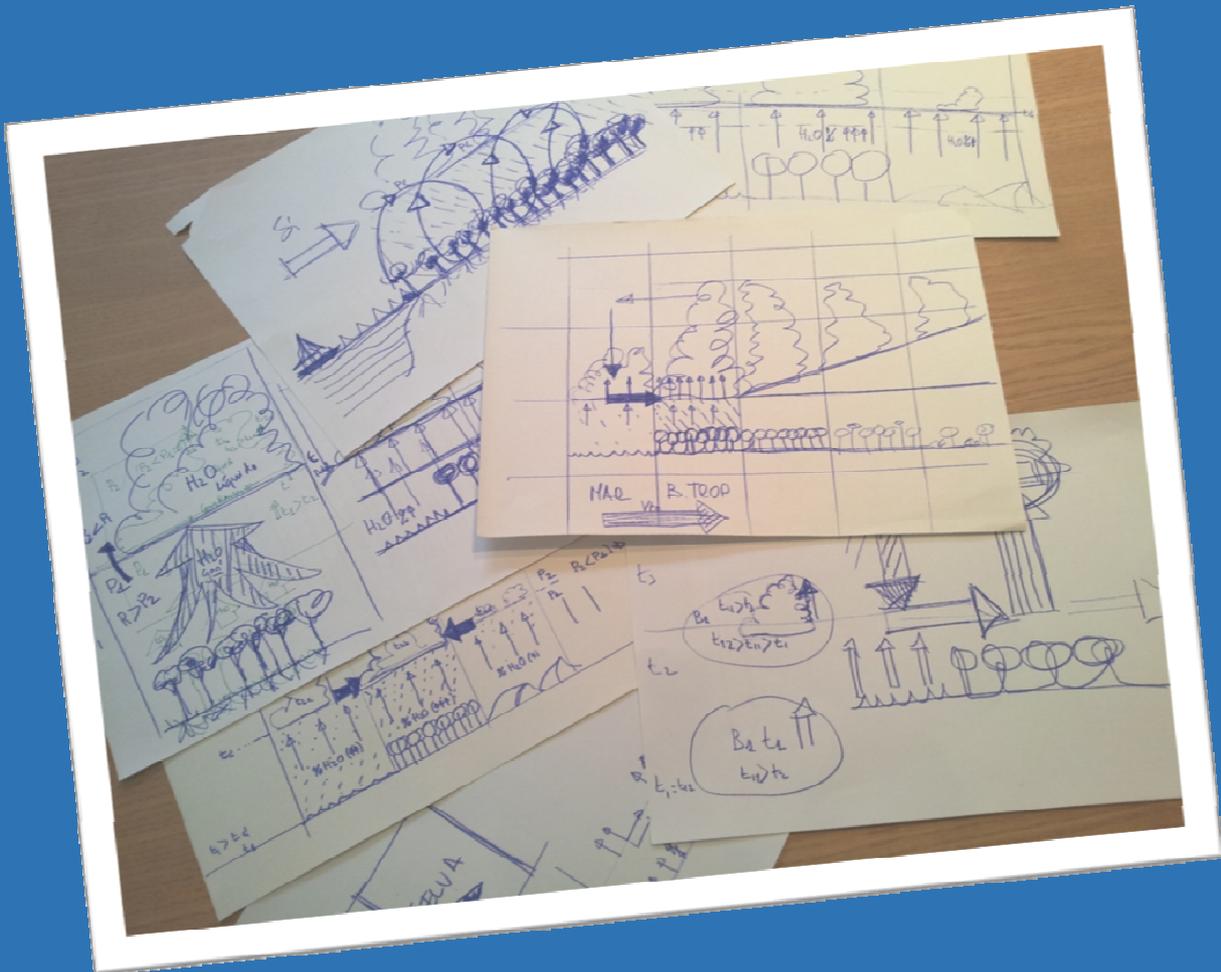


UNIÓN EUROPEA FONDO SOCIAL EUROPEO El FSE invierte en tu futuro



ASEMFO ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESAS FORESTALES

"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"



Manual sobre  
**EL ARTE DE LA GESTIÓN DE  
SERVICIOS EN AGUA FORESTAL**  
Jacobó Maldonado González.  
Entorno Producciones y Estudios Ambientales S.L.  
Editado por **ASEMFO**.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE



Fundación Biodiversidad



PROGRAMA  
**e**emplea  
verde  
2007-2013



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
El FSE invierte en tu futuro

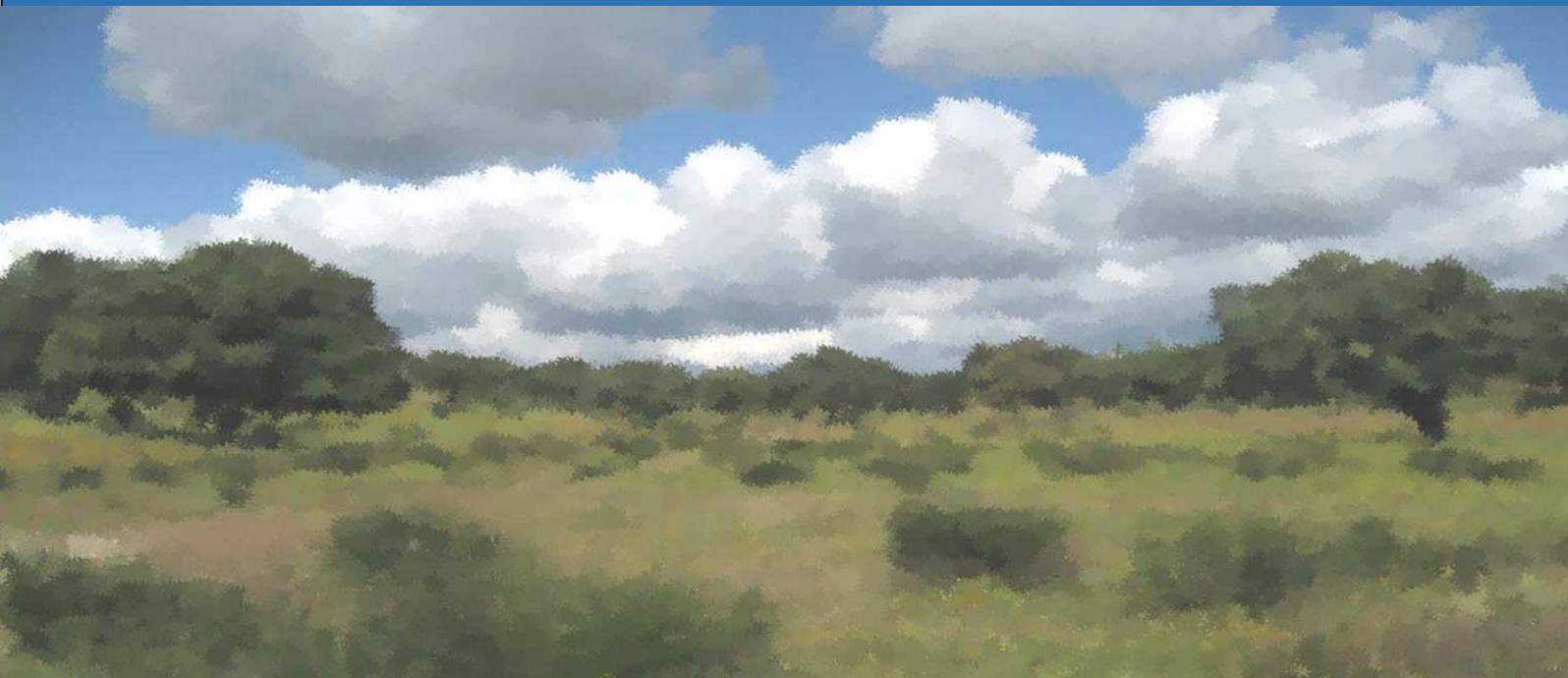


**ASEMFO**  
ASOCIACIÓN NACIONAL  
DE EMPRESAS FORESTALES

*"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"*

Manual sobre

# EL ARTE DE LA GESTIÓN DE SERVICIOS EN AGUA FORESTAL



Jacobo Maldonado González.  
Entorno Producciones y Estudios Ambientales S.L.  
Editado por ASEMFO.



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
El FSE invierte en tu futuro



*"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"*

*A mi familia,  
Isabel, María, Sol y Paloma,  
el motor de mis actividades sobre  
bosques y agua.*

*A mis padres  
Conchita y Javier  
por la atención con la que me  
escuchan cuando les hablo de  
agua y de bosques.*



*"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"*

# Manual sobre

## EL ARTE DE LA GESTIÓN DE SERVICIOS EN AGUA FORESTAL

AUTOR:

**Jacobo Maldonado González.**

Ingeniero de Montes

ENTORNO PRODUCCIONES Y ESTUDIOS AMBIENTALES S.L.

Con la colaboración de:

Carmen Domínguez Chacón.  
Arancha López de Sancho Collado.  
ASEMFO

Álvaro Martín Sánchez.  
Luis Vadillo Fernández.  
ENTORNO PRODUCCIONES Y ESTUDIOS AMBIENTALES S.L.

Emilio Blanco Castro.  
Juan Antonio Durán Gómez  
ESTUDIO DE BOTÁNICA.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

Edición digital promovida por:

ASEMFO - Asociación Nacional de Empresas Forestales.

Proyecto financiado por:

Fundación Biodiversidad, Programa Empleaverde. Fondo Social Europeo.

Coordinación de la producción:

Carmen Domínguez Chacón. ASEMFO. Asociación Nacional de Empresas Forestales.

Este libro se terminó de editar digitalmente en enero de 2015.



- Este material puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se muestra en los créditos.
- No se puede obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.
- Contenidos bajo licencia "reconocimiento-no comercial-compartir bajo la misma licencia 2.5"



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

# Manual sobre EL ARTE DE LA GESTIÓN DE SERVICIOS EN AGUA FORESTAL

## ÍNDICE:

PRÓLOGO:	1
INTRODUCCIÓN.	2
1.- CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE AGUA FORESTAL MEDITERRÁNEA.	3
1.1.- Elementos de partida.	3
1.2.- El agua y la vegetación mediterránea y su aplicación en Agua Forestal.	6
1.3.- El clima y su influencia en la vegetación del mediterráneo.	11
1.4.- El balance hídrico mediterráneo forestal: las aguas de invierno	16
1.5.- Fortalezas y debilidades en nuestros conocimientos sobre Agua Forestal mediterránea.	19
2.- DEMANDA EN AGUA FORESTAL Y POTENCIAL TERRITORIAL.	21
2.1.- Necesidades, estrategias y actuaciones de gestión para los propietarios de tierras forestales.	21
3.- ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE ACUERDO A LA TIPOLOGÍA DE CLIENTE Y USUARIOS DE SERVICIOS.	27
3.1.- Diagnóstico de la demanda profesional	27
3.2.- Necesidades de Agua Forestal ajenas a los predios de origen y el arte de la gestión de servicios asociados.	31
3.3.-Vocación y demanda de Agua Forestal en las tierras forestales mediterráneas españolas.	36
3.4.- Fortalezas y debilidades en nuestra formación respecto a la demanda de clientes y usuarios y vocación del territorio.	44
4.- CARTA DE SERVICIOS, OBRAS Y SUMINISTROS	46
4.1.- Selvicultura hidrológica y principios básicos del funcionamiento de cuencas hidrográficas mediterráneas.	46
4.2.- Fomento de la biodiversidad y sistemas de recolección de aguas.	53
4.3.- Culturas y saberes históricos y tradicionales con potencial actual.	58
4.4.- Carta de servicios, precipitación anual y evaluación de impacto ambiental.	59
4.5.- Fortalezas y debilidades de nuestra carta de servicios.	63
5.-EL ARTE DE LA GESTIÓN DE SERVICIOS Y PLAN DE NEGOCIO TIPO ASOCIADO A AGUA FORESTAL.	65
5.1.- Zahorías de Agua Forestal.	65
5.2.- Incorporación de estudios y conocimientos científicos sobre Agua Forestal y su aplicación en la oferta empresarial.	71
5.3.-Cálculos de escorrentía.	73
5.4. Planes de negocio posibles por tipología de servicios y decálogo del emprendedor en Agua Forestal.	77
5.5.- Estrategias de ventas y reflexiones paralelas.	84

6.- CREACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE SERVICIOS PROFESIONALES EN AGUA FORESTAL.	90
6.1.- Plataforma de servicios profesionales en Agua Forestal.	90
6.2.- Fortalezas y debilidades en servicios, gestión e imagen.	93
7.- BIBLIOGRAFÍA.	95



*1 El bosque influye en el ciclo hídrico en un doble sentido vertical: Limita y frena el agua de precipitación que alcanza el suelo y devuelve a la atmósfera la mayor parte de la que penetra en el suelo con su transpiración.*



*"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"*

## PRÓLOGO:

Con este libro cerramos las publicaciones realizadas en Agua Forestal I y II, realizadas durante los años 2014 y 2015. En primer lugar el Diagnóstico de demanda profesional de servicios y bienes tangibles asociados a la producción de agua en tierras forestales y, en segundo lugar, la Guía denominada Fundamentos y prontuario de actuaciones para la producción de agua en tierras forestales y Diagnóstico

En el presente Manual EL ARTE DE LA GESTIÓN DE SERVICIOS EN AGUA FORESTAL los contenidos se centran en temas que por su carácter son de mayor utilidad para un enfoque empresarial de gestión, así como una serie de reflexiones que hemos llamado pinceladas para la gestión, surgidas a lo largo de la realización de los dos cursos de formación realizados como parte de la ejecución del proyecto Agua Forestal II.

Los nuevos contenidos responden a temas tales como: necesidades de Agua Forestal en tierras forestales; funcionamiento de cuencas hidrológicas mediterráneas; fomento de la biodiversidad; aplicación en evaluación de impacto ambiental; incorporación de estudios y conocimientos científicos; cálculos de esorrentía anual; planes de negocio; decálogo empresarial; estrategia de ventas, etc.

Las pinceladas las hemos redactado como recomendaciones directas pensadas para un lector potencial que quiera trabajar en Agua Forestal. Abarcan todos los aspectos contenidos en la Guía Prontuario, por lo que, en cierta manera, constituyen un repaso a algunas de las cuestiones más tratadas en ella. En las pinceladas buscamos la motivación y sobre todo la interpelación directa. Nos hemos permitido este grado de confianza, ya que creemos que para extender entre los profesionales del sector esta nueva forma de mirar la gestión de las masas forestales es algo que se debe hacer desde la complicidad colectiva y sin rodeos, sometiéndolo a reflexión y poniendo en el candelero nuestras opiniones y propuestas, aunque sea en forma de recomendaciones. De hecho, entendemos las recomendaciones como una invitación al debate y la reflexión previa a su rechazo o aceptación. Sabemos que lo que para nosotros pueden ser conclusiones que dejan un pequeño margen para la duda, para el resto de profesionales del agua o de lo forestal, pueden ser planteamientos aún por contrastar e incluso ajenos a sus conocimientos clásicos. Nuestra labor no ha sido otra que acumular información y contenidos coherentes con los planteamientos de Agua Forestal. Hemos querido ser lo más objetivos posible, pero es probable que en algún caso no lo hayamos conseguido.

Confiamos que las fotos que acompañan a los textos permitan captar algunas de las ideas principales del enfoque que preconizamos desde Agua Forestal. El material que cementa este estudio incorpora un nuevo valor a la gestión empresarial del Agua Forestal con un enfoque didáctico y divulgativo.

Recordamos al lector que en [www.asemfo.org](http://www.asemfo.org) está disponible la Guía Prontuario sobre Agua Forestal como otra publicación de referencia en el marco del Proyecto Agua Forestal.



*"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"*

## INTRODUCCIÓN.

La realización de este Manual parte del reconocimiento de la influencia directa de las masas forestales en el ciclo hidrológico así como de la importancia de las dos vertientes del recurso hídrico forestal, agua azul y agua verde, en su planificación y gestión. En ella asumimos un nuevo enfoque empresarial para el futuro: convertir el Agua Forestal en el servicio ambiental y recurso principal de las actuaciones sobre los montes y bosques mediterráneos. Es un punto de vista de alto interés para la propiedad, pública o privada de los montes, dado el carácter de dominio privado que adquieren las precipitaciones al caer sobre un predio.

Cuando trabajamos en lo que hemos llamado Agua Forestal, observamos que se está generando un goteo, lento pero constante, de nuevos datos e investigaciones. Pueden ser informaciones directas sobre el tema o bien de temas colaterales, que apuntan muchas tendencias y algunas certezas. Al mismo tiempo se han iniciado importantes debates y cuestiones básicas relacionadas con la planificación forestal y el agua. Nos movemos en el mundo de lo potencial, de la posible oportunidad, del riesgo controlado, en la medida de que no existen datos experimentales suficientes para garantizar soluciones. La honradez y la prudencia van a ser dos valores básicos para trabajar en Agua Forestal, y cada una de las actuaciones que podamos emprender con nuestros clientes y de cara a usuarios y ciudadanos, nos convertirán en punta de lanza del sector, así como en agentes principales de proyectos piloto. En ellos los agentes implicados, empresarios, clientes, gestores, trabajadores y usuarios, deberemos apostar por una visión fundamentada y deductiva.

Moverse en este campo, requiere dotarse de un bagaje de conocimientos básicos en ecología del agua y forestal y no tanto técnicos. Es absolutamente necesario conocer las relaciones e interdependencias entre el agua y la vegetación, para poder adoptar un nuevo enfoque de gestión y técnico, donde el recurso hídrico se contempla como el más valioso así como el que más va a condicionar los ecosistemas forestales mediterráneos. La técnica vendrá después, inicialmente con la adaptación de procedimientos, equipos y maquinarias y, posteriormente, con las aportaciones procedentes de la innovación y la investigación. A todo ello debemos incorporar el componente empresarial o bien en el caso de los montes públicos, criterios de eficiencia en su gestión técnica y económica.

Desde ASEMFO no aspiramos a ser otra cosa que los amplificadores de estas preocupaciones, así como los reductores de las distancias existentes entre el mundo del conocimiento y la investigación en Agua Forestal y las empresas de servicios, obras y suministros del sector. Creemos que este hecho nos puede ayudar a incorporar valor añadido a la propuesta empresarial frente a la estrategia actual dominante, de liderazgo en precios y con un claro componente negativo de futuro, pues está basada en la reducción de márgenes y costes unitarios de personal principalmente. En la medida que lo consigamos nos consideraremos suficientemente recompensados por nuestros esfuerzos.

## 1.- CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE AGUA FORESTAL MEDITERRÁNEA.

### 1.1.- ELEMENTOS DE PARTIDA.

En su camino por el ciclo hidrológico, el paso del agua desde la atmósfera hasta incorporarse a los acuíferos o acabar en la red hidrográfica, depende del tapiz vegetal que cubre la superficie terrestre. En España, aproximadamente el 50% de dicha superficie corresponde a tierras forestales. Para nosotros es evidente que las características de la cubierta forestal y los suelos sobre los que se sustenta influyen de forma significativa en los caudales que componen los flujos de esta etapa del ciclo hidrológico: interceptación, evaporación, infiltración, escorrentía, infiltración profunda y transpiración.

Desde Agua Forestal propugnamos que el servicio ambiental con más valor en el mercado de las masas forestales es la provisión de agua o la producción de agua azul y, al mismo tiempo, que la gestión del ciclo hidrológico a su paso por una masa forestal en su faceta de agua verde es la clave del resto de los servicios ambientales que los montes proporcionan: biodiversidad, madera, sumidero de CO<sub>2</sub>, etc. Al mismo tiempo condicionamos el desarrollo de este enfoque al mantenimiento de la persistencia de la masa, la disminución de la erosión existente, el mantenimiento de la calidad de las aguas azules y el respeto al principio de precaución a favor de la sostenibilidad ecológica.



2 Entre los múltiples servicios ambientales de las masas forestales se encuentran la lucha contra la erosión y la provisión de agua. Serranía de Cuenca.

#### **PINCELADAS PARA LA GESTIÓN: 1.**

##### **GARANTIZA LA PERSISTENCIA Y LA SOSTENIBILIDAD DE LA MASA FORESTAL.**

*Poner en riesgo la persistencia de una masa forestal para la obtención de caudales destinados a la red hidrológica va en contra del principio básico de ordenación y planificación forestal. El caso más extremo en este sentido sería la eliminación de los árboles y la pérdida total del suelo que la sustenta. La obtención de agua no justifica este tipo de gestión tan extrema, entre otras cosas por principios de prudencia y variabilidad en la demanda futura de los recursos naturales, así como por los costes económicos asociados a una posterior reversibilidad de objetivos productivos. La multifuncionalidad de los bosques debe ser garantizada con su permanencia, adecuando su estructura a las necesidades de cada ciclo de gestión.*

*Persistencia y sostenibilidad son sinónimos en el mundo forestal y en consecuencia son un principio básico de gestión forestal. Puedes modificar la densidad de la masa, su composición en especies, su edad, su estructura, su diversidad... pero siempre debes asegurar su futuro y su presencia para las generaciones venideras. Uno de los más sencillos, visibles y eficaces indicadores de sostenibilidad es la ausencia de procesos erosivos en grado de "suelos desnudos".*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*Por el contrario, su presencia señala pérdida de fertilidad, escasa profundidad, y por tanto la disminución de la capacidad parcial o total de acoger masas forestales que requieran la existencia de suelos maduros.*

Definimos como Agua Forestal el agua procedente de precipitaciones que cae sobre un predio forestal. De acuerdo con el Código Civil español, se trata de un recurso de dominio privado, al igual que los cauces por donde circula mientras mantiene ese mismo carácter. Las charcas ganaderas son consideradas también de este carácter, dado que suelen tener un régimen mixto de alimentación procedente de agua de manantial y de escorrentías. El dominio privado no es absoluto, y se establecen una serie de limitaciones sobre sus aprovechamientos como sucede en los artículos 412, 413 y 416. Así, las aguas sobrantes de los manantiales que no son aprovechables una vez que salen de la propiedad, lo mismo que sucede con las pluviales o las escorrentías. Por otro lado, las actuaciones que se hacen para aprovechar las aguas pluviales, no pueden poner en riesgo a terceros, en especial a los predios situados en cotas inferiores.

**PINCELADAS PARA LA GESTIÓN: 2.**

**NUNCA PONGAS EN RIESGO A TERCEROS CON LA GESTIÓN DE AGUA FORESTAL.**

*El Código Civil, en su Artículo 416, dice: "Todo dueño de un predio tiene la facultad de construir dentro de su propiedad depósitos para conservar las aguas pluviales con tal de que no cause perjuicio al público y a terceros". Si se estudian en conjunto los artículos del código civil sobre este tema, se deduce o entiende que el concepto de perjuicio a terceros no incluye la pérdida de caudal como consecuencia del uso de las aguas pluviales en los predios superiores. Se refiere más bien a la puesta en riesgo por accidentes en los sistemas de embalsamiento de los predios inferiores u otros efectos de este estilo. No olvides este hecho.*

*Es evidente que el uso de estos caudales resta volumen a los caudales de dominio público. Al propietario del predio le estas ofreciendo que el uso de los caudales de Agua Forestal puede generar rentabilidades nuevas como pueden ser incrementos de producción primaria, revalorización del valor patrimonial de la finca o, simplemente, mejoras de carácter estético, paisajístico y de conservación de la biodiversidad.*

*A largo plazo, la disminución de los caudales que pasan a cotas más bajas o a los acuíferos y la pérdida de valor de la provisión de agua podrían obligar a la sociedad y sus representantes a hacer una reflexión. De ella se podría establecer la necesidad de realizar algún tipo de pago por este servicio y reconocer a la propiedad las acciones a favor del mismo, más allá de la simple limitación a poner en riesgo a terceros.*

Podemos descomponer el concepto de Agua Forestal en la suma de dos elementos: agua azul y agua verde. Agua azul es aquella que va a parar a la red hidrográfica por vía superficial o subterránea. Agua verde, la que retorna a la atmósfera sin llegar a la red hidrográfica. Es decir, aquella transpirada por la vegetación o bien evaporada desde el suelo o desde el vuelo forestal. La gestión empresarial no permite modificar el volumen total de Agua Forestal (precipitaciones). Lo que sí permite y de forma significativa es modificar los porcentajes y valores absolutos de sus dos componentes buscando la consecución de unos objetivos u otros, que al fin y a la postre, se convertirán en determinados servicios ambientales con valor o sin valor en el mercado.

**PINCELADAS PARA LA GESTIÓN: 3.**

**TEN SIEMPRE PRESENTE QUE AGUA FORESTAL ES LA PRECIPITACIÓN ANUAL SOBRE UNA MASA FORESTAL.**

*La suma de agua azul y agua verde en una localidad determinada es el Agua Forestal. Si gestionas la propiedad forestal para producir más agua azul disminuye el agua verde y viceversa. Si el porcentaje de una aumenta, el de la otra pierde peso.*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*Es interesante señalar un matiz. Las precipitaciones anuales varían cada año meteorológico y este hecho hace que se modifique el porcentaje de agua azul y verde en función de las características del balance hídrico anual de cada estación o localidad. En años muy lluviosos aumenta el porcentaje de agua azul y disminuye el de agua verde, aumentando los valores absolutos de ambos tipos de caudales. En años secos, aumenta el porcentaje de agua verde y disminuye el de agua azul, disminuyendo los valores absolutos de ambos tipos de caudales.*

*Diversas estrategias de ordenación y tratamiento te permiten desplazar los porcentajes a favor de uno u otro color de agua en valores tales, que los resultados se verán reflejados no solo en caudales de la red hidrográfica, sino también en crecimientos o bien en productividad. El enfoque de Agua Forestal lo que pretende es poner el acento y la prioridad en los efectos hídricos de las actuaciones realizadas sobre la masa forestal. Como gestor público o privado deberás fijar el punto en el que se optimizan las proporciones de acuerdo con los fines y funciones asignados a la masa forestal.*

Uno de los hechos constatados a lo largo de los dos proyectos de Agua Forestal realizados es la ausencia de un cuerpo suficiente de conocimientos que avale las actuaciones en Agua Forestal para que tengan los resultados garantizados. Nos tenemos que mover en un sector de tendencias dominantes, pero sin certezas, donde nuestras habilidades técnicas y profesionales deben aunar la innovación con la prudencia, el saber con la experimentación, y la argumentación deductiva e inductiva con la pasión y la motivación.

Nuestra formación teórica y técnica va a depender del perfeccionamiento continuo de los conocimientos relativos a la interacciones entre vegetación y climatología, geobotánica, así como de la extrapolación de todo tipo de datos de investigación que hagan referencia a estas variables. Debemos educar nuestra capacidad de observación y estudiar metodologías y técnicas de investigación que nos permitan diseñar actuaciones piloto acompañantes de nuestras acciones definitivas.

Por último debemos ser capaces de asimilar nuevos conceptos, eliminar falsas creencias sobre las masas forestales mediterráneas y mantener un espíritu crítico sobre todo tipo de estudios sobre agua forestal, algunos de ellos interesados en cuanto a sus resultados. En este sentido es conveniente reseñar un pequeño listado de temas que puedan ser posible objeto de debate o bien que corresponden a estereotipos equivocados. Entre estos destacan:

- La creencia de que todas las masas forestales aumentan las precipitaciones, cuando su efecto en el caso de las masas mediterráneas es prácticamente nulo.
- El hecho de que las masas forestales regulan el ciclo hídrico, frenándolo, pero sin restar caudal a la red hidrográfica. Este segundo elemento de la creencia es falso. Las masas mediterráneas restan caudales de forma significativa a la red hidrográfica. Al mismo tiempo, gran parte de los que creen que esta disminución de caudal existe, piensan que la pérdida de caudal es muy elevada, hasta el extremo de que la irregularidad climática interanual no tiene un gran reflejo en los caudales de la red hidrográfica. La realidad no es así, salvo en zonas de bajas precipitaciones sin superávits hídricos. Cuando estos se producen lo hacen fundamentalmente en invierno, con los suelos saturados, siendo las precipitaciones invernales la causa principal de las variaciones interanuales.
- La influencia de las masas forestales frente a riadas y avenidas es menor de lo esperado, especialmente respecto a caudales. Este hecho queda reflejado en las variaciones interanuales de la red hidrográfica. Por el contrario, su influencia es muy alta en la calidad de los mismos.

Es una evidencia, que no es objeto de debate, que las montañas son las áreas principales de la recolección de caudales de la península Ibérica bajo clima mediterráneo. La realidad es que gran parte de la sociedad desconoce ese hecho o bien no tiene incorporadas sus consecuencias. Lo mismo sucede con el efecto positivo sobre la escorrentía de las masas forestales o bien el incremento de la infiltración profunda cuando están presentes.

**PINCELADAS PARA LA GESTIÓN: 4.**

**DEBES SER CAPAZ DE DISEÑAR ACTUACIONES PILOTO DE MEDICIÓN DE CAUDALES DE AGUA FORESTAL.**

*En Agua Forestal te moverás casi siempre en zonas de innovación empresarial, por lo que para predecir los caudales correspondientes a microcuencas o bien los efectos de actuaciones propias de selvicultura hidrológica podrás encontrarte con una importante falta de datos concretos. Por este motivo, es preferible ejecutar las diversas actuaciones solicitadas por tus clientes con ensayos previos.*

*Existen dificultades para encontrar métodos que nos permitan calcular los caudales de agua azul para una localidad determinada. En concreto su escorrentía para un valor concreto de precipitación anual. No así para un evento concreto de precipitación o para el cálculo estadístico de caudales máximos. Por ese motivo te recomendamos que de cara a los clientes las actuaciones que tengan por objeto recoger el máximo de agua disponible para su posterior aplicación en riego se ejecuten en un plazo superior a un año hidrológico. De esta forma podrás valorar un ciclo anual o, al menos, los meses ajenos al estio, durante el cual se pueden ejecutar las actuaciones de embalsado y recolección.*

*El diseño de actuaciones piloto sencillas, baratas y sin riesgos para el cliente deberá formar parte de tu solvencia profesional. El estudio de microcuencas forestales es una disciplina con un largo recorrido en el sector de la ecología y la hidrología por lo que podrás adaptar algunas de sus técnicas y métodos a tus necesidades concretas.*

**1.2.- EL AGUA Y LA VEGETACIÓN MEDITERRÁNEA Y SU APLICACIÓN EN AGUA FORESTAL.**

Sin agua no hay vida y sin agua dulce no hay vegetación terrestre. En función de la cantidad disponible así como de su presencia o ausencia a lo largo del año y de las formas y estados en que se presenta, nos encontraremos con distintos tipos de vegetación adaptados a las circunstancias concretas de cada localidad. El clima mediterráneo, como es bien conocido, es un clima de precipitaciones relativamente poco abundantes e incluso escasas, pero con una característica muy especial: están ausentes casi en su totalidad durante el periodo veraniego, la estación con mayor demanda de evapotranspiración y en la que sin agua, más limitaciones se ocasionan sobre el crecimiento vegetal.



3 La presencia más o menos permanente de agua da lugar a focos de biodiversidad como estos bodonales en la Sierra de Las Villuercas.

A continuación aprovechamos para recordar los cuatro grandes tipos de plantas de acuerdo con su relación con el agua:

- Xerófitas. Adaptadas a la sequía



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

en grado diverso, por lo que presentan mecanismos de adaptación a la sequía. Xerófito en general es una planta que habita en medios secos ya sea por clima o condiciones edáficas. Se habla de xericidad en general.

- Higrófilas. Amantes de la humedad, necesitan vivir en condiciones de suelo o ambiente fresco y húmedo. Higrófito es una planta propia de medios húmedos.
- Mesófilas. Intermedias entre las dos categorías anteriores, tienen una necesidad media de disponibilidad de agua. Mesófito es una planta propia de condiciones intermedias entre medio seco y medio húmedo.
- Hidrófilas. Plantas acuáticas estrictas, que cubren su ciclo completo prácticamente en el agua. Presentan adaptaciones a vivir sumergidas, total o parcialmente. Un Hidrófito es una planta que se desarrolla dentro del agua, ya sea de vida libre o enraizada en el fondo. Es sinónimo de acuático, acuícola, acuátil, etc.

#### *PINCELADAS PARA LA GESTIÓN: 5.*

##### *¿QUÉ TE DICE LA PRESENCIA DE ÁRBOLES PLANIFOLIOS Y CADUCIFOLIOS?*

*En clima mediterráneo, la presencia de árboles y matorrales leñosos, planifolios, de hoja caduca y "blanda", indica la presencia de agua o humedad al alcance de las raíces. Esta sencilla observación es de mucho interés en el trabajo de campo y no se necesita ser un experto para su aplicación. La presencia de este tipo de plantas, que en zonas mediterráneas pueden ser chopos, olmos, fresnos, sauces, zarzas, majuelos, rosales, etc., te va a indicar humedad frente a su entorno extenso. Las higueras, por ejemplo, necesitan una conexión permanente con el agua y cuando está falta, llegan a perder la hoja en verano. Es una especie cuyas raíces pueden tener un desarrollo, en profundidad o bien aprovechando fisuras de las rocas, de decenas de metros.*

*La presencia de árboles y arbustos planifolios y caducifolios en tierras mediterráneas responde a diversos motivos:*

- *El más importante y principal, la presencia de una capa freática al alcance de las raíces durante el verano. Por ejemplo en las vegas de los ríos.*
- *La existencia de suelos muy profundos en condiciones de climas mediterráneos más fríos, con menos evapotranspiración, lo que hace que éstos sean capaces de retener un mínimo de agua durante el verano.*
- *La existencia de condiciones topográficas y de orientación que por un lado pueden permitir la llegada de escorrentía superficial o subsuperficial de zonas más altas, y por otro disminuyen la temperatura media debido a una menor insolación.*
- *La combinación de cualquiera de estos factores.*

*Para aclararte más, piensa a la inversa. Imagina que te encuentras un chopo aislado en la llanura manchega con su entorno rodeado de encinas. Algo tiene que suceder en ese punto para justificar su presencia. Por ejemplo que lo hayan plantado. Pero no será suficiente. Pues para hacerse adulto deberá haber superado los estiajes veraniegos. No hay forma de hacerlo si no tiene durante dicho periodo un mínimo de agua al alcance de sus raíces. Por lo tanto, o bien se le riega, o bien hay una capa freática cercana de la que toma el agua.*

*Y te preguntarás, ¿qué pasa con la vid, una especie leñosa, planifolia y caducifolia? La respuesta es sencilla, su sistema radical multiplica con creces en volumen y en alcance el sistema foliar de cada cepa y de este modo consigue el agua necesaria para pasar el verano. Si buscas en imágenes de Google, "sistema radical de la vid", lo podrás visualizar perfectamente. Por ejemplo:*  
<http://urbinavinos.blogspot.com.es/2010/09/crecimiento-y-distribucion-del-sistema.html>

Entre las plantas, existen diversos tipos biológicos o biotipos que responden a las estrategias vitales y adaptaciones de las distintas especies frente al medio. Una de las clasificaciones más conocidas sobre este tema es la conocida como Sistema Raunkier, que se basa en la morfología y



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

la posición de las yemas de crecimiento de las especies durante la estación desfavorable, sea por frío o por sequía. Entre las plantas terrestres se distinguen:

Las plantas anuales o terófitos: aquellas que dejan sólo la semilla de un año para otro, cubriendo un ciclo corto de temporada. Son herbáceas y dominan en los pastos anuales, aprovechan el agua superficial (a veces incluso la más profunda, según la longitud de sus raíces), y suelen predominar en climas más áridos o en los mediterráneos de fuerte estiaje. Entre ellas abundan las plantas colonizadoras o pioneras. Los terófitos implican una menor disponibilidad de agua. Se desecan y marchitan pronto. Son típicos de climas cálidos con periodo de sequía acusada. Durante el periodo de estiaje cubren el suelo con sus restos protegiéndolo de la erosión y generando un microclima favorable para la colonización de otras especies más exigentes. A lo largo de dicho periodo no consumen agua. El manejo adecuado de este grupo de especies en agricultura es objeto de un debate permanente. La agricultura ecológica y natural postula la permanencia parcial o total de estas especies en las zonas de cultivo. Un tipo de cultivo característico de este debate son los cultivos de leñosas mediterráneas como el olivar, la vid o el almendro.

Los hemicriptófitos (que significa medio escondidos). Plantas perennes que dejan sus yemas preparadas para brotar a ras de suelo o como mucho hasta 10 cm por encima del mismo. Este grupo incluye entre otras las plantas que poseen una roseta basal de hojas. Predominan en las regiones templadas y frías, pero también pueden ser frecuentes en el clima mediterráneo, ya que esta estrategia es muy eficiente para aprovechar rápidamente las primeras aguas de la estación lluviosa y a la vez proteger las yemas del frío. Pensemos en la mayor parte de las plantas que pueblan nuestros pastos perennes, praderas o céspedes. Resisten muy bien el pisoteo y el pastoreo.

Los geófitos (bulbosas o rizomatosas). Plantas perennes cuya estrategia es dejar un órgano subterráneo totalmente enterrado a la espera de la lluvia y las condiciones favorables para brotar. A tal órgano le llamamos órgano subterráneo perdurante, como son los bulbos, tubérculos o rizomas. Es un biotipo muy frecuente en el mundo desértico y subdesértico, incluso entrando en el mediterráneo y en los climas sabanoides. Hablamos de plantas bulbosas en general. Se habla también muy frecuentemente de plantas vivaces, que rebrotan desde el suelo cada primavera.

Los caméfitos (del griego *chamaeos*, enano, y *fitos*, planta). Plantas perennes leñosas cuyas yemas permanecen aéreas en la estación desfavorable, pero se sitúan entre 5 o menos y 25 (50) cm del suelo, pudiendo ser perennifolias o caducifolias. Son lo que llamamos arbustos enanos, como por ejemplo los tomillos, teucrios, etc. Entran en esta categoría también las plantas en cojín o almohadilladas más pequeñas, muy bien adaptadas a la sequía y a la alta montaña, sus vientos y la fuerte radiación.

Fanerófitos (del griego *faneros*, visible, y *fitos*, planta). Plantas perennes leñosas cuyas yemas permanecen aéreas en la estación desfavorable, pero siempre por encima de los 50 cm del suelo, pudiendo ser también perennifolias o caducifolias. Nos referimos a los arbustos altos, los matorrales en general, las trepadoras leñosas (fanerófitos lianoides), los arbolillos y los grandes árboles. Su estrategia da como consecuencia la dominancia de los árboles y por tanto de los bosques o formaciones forestales, que son la principal adaptación del ecosistema terrestre para aprovechar mejor el agua, la luz y los nutrientes, en sus múltiples variantes (tipos de bosques). Los fanerófitos representan tan solo de un 7 a un 9 % de nuestra flora mediterránea.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

Hidrófitos. Especies vegetales ligadas al agua de forma estricta. Existen muchos subtipos dentro de esta variable. Plantas de borde de humedal (HELÓFITOS), flotantes, sumergidas total o parcialmente, enraizadas, etc.

Epífitos. Plantas que se apoyan sobre otras para vivir; pueden ser parásitas, semiparásitas o autótrofas. Existe también el fenómeno del hemiepifitismo. Viven del polvo y la humedad ambiental, no dependiendo del agua del suelo, o bien se apoyan en el suelo que se acumula en las grietas de otras plantas.

#### *PINCELADAS PARA LA GESTIÓN: 6.*

##### *LAS PLANTAS ANUALES MIDEN CON PRECISIÓN EL AGUA DISPONIBLE EN EL SUELO.*

*Las plantas anuales o terófitos, mediterráneos, desarrollan su ciclo vital dependiendo de la capa más superficial del suelo donde se desarrollan sus raíces y donde depositan sus semillas. Es un conjunto de especies que se ponen en marcha y germinan con las primeras lluvias otoñales. El invierno lo pasan creciendo o bien en parada invernal, dependiendo de la temperatura media de la localidad. En primavera, explotan al amparo del ascenso de las temperaturas, el agua retenida en las capas superficiales del suelo y las lluvias primaverales. Por último, al llegar el verano y el estiaje, han cerrado su ciclo vital, muriendo después de florecer, fructificar y dispersar la semilla. Sus despojos no consumen agua. Aportan materia vegetal rica en carbono al suelo y lo arrojan con una cubierta protectora de diverso grado de espesor en función de la carga ganadera existente. La presencia de terófitos agostados es propia de verano, siendo dominantes o visibles durante el otoño y el invierno si la carga ganadera existente es inferior a la que podría sustentar el pastizal. Si por el contrario la carga ganadera es alta, con las primeras lluvias de otoño el verdor acabará dominando aproximadamente en un mes, como corresponde al ritmo de desarrollo de los individuos que germinan formando parte de un nuevo ciclo anual.*

*La presencia de terófitos agostados indica ausencia de agua en la capa superficial del suelo. El agostamiento es un proceso muy rápido, que puede tener una duración de dos a cuatro semanas, normalmente en los meses de mayo o de junio. Si la primavera viene con temporales tardíos, se suelen mantener verdes las plantas anuales de mayor porte, que a su vez van asociadas a raíces más profundas, agostándose las de menor talla como pueden ser gran parte de las gramíneas. Por otra parte, cuando los suelos tienen un alto contenido en arcillas y limos, el proceso puede llegar a alargarse una o dos semanas en relación a la misma zona y respecto a suelos más permeables, como los arenosos.*

Una de las vocaciones de Agua Forestal es el fomento de la biodiversidad. La esencia de esta actuación es la creación de láminas de agua temporales o permanentes a partir de la recolección de agua de escorrentía o bien el incremento de la presencia de agua en el suelo con la combinación de diversas técnicas para el manejo de la infiltración y la escorrentía. Al amparo de la humedad, prospera la diversidad en el mundo mediterráneo. Las plantas hidrófilas, higrófilas y heliófilas son propias de estas condiciones, por lo que es necesario reconocer su presencia y sus demandas hídricas, bien para interpretar las condiciones del medio, bien para restaurarlo con precisión y eficacia. La presencia de plantas higrófilas nos proporciona datos de gran interés.

#### *PINCELADAS PARA LA GESTIÓN: 7.*

##### *¿QUÉ TE INDICAN LAS PLANTAS HIGRÓFILAS?*

*A la hora de diseñar una charca ganadera, el conocimiento de la vegetación higrófila nos puede dar pistas de la existencia de agua freática próxima, de la afluencia de escorrentía subsuperficial, o de la abundancia de humedad en el suelo. Su presencia y su reconocimiento te permitirán valorar en mayor o menor medida, el número de meses del año en que el suelo permanece con humedad, así como la presencia o no de períodos de encharcamiento y su duración. En general las charcas ganaderas actuales se están situando en lugares ligados a la existencia de manantiales o afloramientos freáticos. Con Agua Forestal, podrás actuar*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*independientemente de este hecho y volcarte en las escorrentías únicamente. Sin embargo, las mejores opciones suelen ir asociadas a orígenes mixtos del agua, por lo que es muy importante la interpretación de la vegetación higrófila existente sobre el terreno.*

*La ubicación de charcas ganaderas y, en especial, la recogida de aguas para las mismas, se ve muy facilitada por la presencia de vaguadas que canalicen las aguas hasta un punto determinado. La presencia de flora higrófila te señala sobre todo la duración de la presencia de agua en el suelo y el período que permanece sobre el mismo la humedad, no los caudales del agua que ha circulado por allí. Por ejemplo en una vaguada de rañas arcillosas con suficiente pendiente es probable que no detectes mucha flora higrófila y, sin embargo, la escorrentía será muy elevada en porcentaje. La presencia de flora higrófila te indicará un periodo de estiaje menor. Por el contrario, en una vaguada sobre suelos arenosos, la vegetación higrófila será mucho más evidente, pues la escorrentía es prácticamente nula y, en general, recogerá aportes de agua lateral subsuperficiales. Son dos comportamientos muy distintos donde la presencia, por ejemplo, de zarzas o juncos indican cosas muy diferentes, pero en cualquier caso, te permitirán afinar en el cálculo de los caudales potenciales y en los efectos que tendría su utilización sobre el suelo.*

*El diseño de una charca ganadera debe respetar y fomentar la vegetación higrófila previamente presente en el lugar donde se va a ubicar. El control del acceso a la misma así como la regulación del nivel del agua son dos de las variables más importantes para conseguirlo.*

Un concepto clave para llevar a cabo las actuaciones de Agua Forestal destinadas a conservación de la biodiversidad, o bien de Agua Forestal en general pero para mantener en un marco de sostenibilidad, es el de criptohumedal. Su etimología viene del prefijo *criptos* que quiere decir oculto: humedal oculto. Es decir, lugares con presencia de agua permanente en el suelo, pero que no es visible durante la mayor parte del año. Son zonas con una gran diversidad de especies vegetales de carácter higrófilo y fauna menor, como invertebrados o bien anfibios, de forma temporal o permanente. Presentan diversos nombres populares, como pueden ser bodonales, bonales, baenes, trampales, atolladeros, tremedales, navas... Su presencia suele ir asociada a zonas con un especial relieve o litología, entre las que destacan como más frecuentes los cambios de pendiente, zonas con cierta concavidad, lugares con acumulación de finos, vaguadas, etc.

#### **PINCELADAS PARA LA GESTIÓN: 8.**

##### **¿QUÉ TE INDICAN LOS CRIPTOHUMEDALES?**

*Un criptohumedal, de acuerdo con la etimología de la palabra, es un lugar donde existe humedad continuamente sin que tenga por qué haber una lámina de agua presente de forma temporal o permanente. La lectura e interpretación de los criptohumedales es una de las herramientas que utilizan los zahoríes para buscar agua. La presencia de mentas u otras plantas higrófilas (amigas de la humedad), les indican que hay agua cerca de la superficie. En general los criptohumedales mediterráneos son lugares con una alta concentración de biodiversidad vegetal y por tanto, también entomológica o de invertebrados. Son espacios de alto valor para la conservación y la ganadería. Muchas veces ambos intereses no van de la mano y el resultado es negativo para el medio natural. Otras tantas veces, con medidas muy sencillas, el resultado puede ser el contrario.*

*Como apoyo a la interpretación, se puede decir que aquellos lugares donde existen láminas de agua temporales de forma periódica, suelen carecer de cubierta vegetal durante el periodo de estiaje, mientras que los criptohumedales muestran en los periodos cálidos una de sus mejores caras en cuanto a dicho aspecto. En el mundo mediterráneo, durante el estio, los criptohumedales pueden dar como resultado una capa superficial del suelo totalmente seca, que sustenta una comunidad de plantas anuales agostada, y una capa más profunda con humedad, que mantiene viva a la vegetación que no es de carácter anual.*

*Los terrenos que acogen criptohumedales en territorio mediterráneo tienen una clara vocación de conservación de la biodiversidad. Esta función es generalmente compatible con el aprovechamiento ganadero y cinegético del agua de estos puntos, especialmente desde el enfoque de Agua Forestal, que permite aportar los caudales necesarios a los puntos conflictivos y compatibilizar usos utilizando diversas estrategias de manejo de caudales y reses. Es uno de los valores diferenciales de tus propuestas y servicios.*

### 1.3.- EL CLIMA Y SU INFLUENCIA EN LA VEGETACIÓN DEL MEDITERRÁNEO.

Antes de hablar de la influencia del clima en la vegetación mediterránea es conveniente hacerse la siguiente pregunta. ¿Influyen la presencia de los bosques en la cantidad de precipitaciones o son las precipitaciones las que influyen en la presencia de los bosques? La respuesta dominante a esta pregunta es la corespondiente al segundo enunciado: es el clima el que influye en la presencia de los bosques, como explica y justifica el modelo de la circulación general atmosférica. Sin embargo, una vez establecida su distribución en el planeta de acuerdo con la climatología dominante en cada periodo geológico, se puede afirmar sin riesgo a equivocarse, que las principales masas forestales tienen una influencia parcial sobre el clima en dos vertientes principales: facilitan la autorregulación y el equilibrio de las condiciones climáticas existentes y, por otro lado favorecen la presencia o el incremento de las precipitaciones en ciertos casos muy concretos.

En este sentido es especialmente reseñable el caso de los bosques tropicales y las teorías cada vez más admitidas de la bomba biótica y de los ríos voladores que justifican el establecimiento de corrientes dominantes de aire en las zonas ecuatoriales desde los océanos al interior de los continentes. También el de las laurisilvas y bosques nubosos tropicales, con una vegetación capaz de captar el agua de las abundantes nieblas presentes en los lugares donde se encuentran, y que otras especies arbóreas sin sus adaptaciones no son capaces de fijar. La cantidad de agua captada directamente de contacto con las nubes es muy superior en las laurisilvas a la suma de las precipitaciones verticales: lluvia o granizo.



4 La distribución de la vegetación sobre los continentes sigue unas pautas generales climáticas que son matizadas por la forma de los continentes y océanos y el relieve de los primeros. Foto procedente de google earth.

El clima dibuja sobre la superficie terrestre de los continentes las grandes unidades del paisaje planetario: los Biomas. Se distribuyen por el mundo con un patron comun de acuerdo con la latitud y las formas de los continentes. Distinguimos 11 grandes principales biomas terrestres, la mayoría de los cuales son



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

forestales (7). Entre ellos está el bioma mediterráneo, esclerófilo y subesclerófilo. En aquellas zonas donde la temperatura media del mes más cálido no alcanza los 10°C, no pueden crecer los bosques, ni tampoco en aquellas otras donde la precipitación media anual es inferior a unos 250 mm. Dichas zonas corresponden a los biomas de Tundra y desierto. A saber:

#### BIOMAS NO FORESTALES

1. Tundra
2. Desierto
3. Estepa, pradera, semidesiertos y formaciones arbustivas

#### BIOMAS FORESTALES

1. Bosque de coníferas y taigas
2. Bosque templado caducifolio (incluye variante atlántica u oceánica)
3. Bosque mixto coníferas-caducifolios
4. Bosque mediterráneo, esclerófilo y subesclerófilo.
5. Sabanas, bosques abiertos, bosques y matorrales espinosos
6. Bosque tropical estacional o subtropical
7. Bosque lluvioso tropical o ecuatorial / bosque lluvioso templado
8. Bioma montano complejo (Montañas y grandes cordilleras).

#### *PINCELADAS PARA LA GESTIÓN: 9.*

#### *EVITA LA DESERTIFICACIÓN Y LUCHA CONTRA ESTE PROCESO.*

*Según la Wikipedia, La desertificación es un proceso de degradación ecológica en el que el suelo fértil pierde total o parcialmente el potencial de producción. Esto sucede como resultado de la destrucción de su cubierta vegetal, de la erosión del suelo y de la falta de agua. Con frecuencia el ser humano favorece e incrementa este proceso como consecuencia de actividades como el cultivo y el pastoreo excesivos o la deforestación.*

*Es el caso del cinturón verde que enmarca al desierto del Sahara por el Sur, formado por sabanas y bosque tropical seco, caducifolio o esclerófilo. El desierto está en expansión debido a la aridificación del clima así como a la excesiva presión de la población sobre la vegetación leñosa, bien para la obtención de combustible, bien como lugar de pastoreo de su ganado. El desierto avanza y la cubierta vegetal disminuye.*

*Sin embargo, las precipitaciones no han descendido al mismo ritmo que crece el desierto, pues mantienen a grandes rasgos sus valores. Son precipitaciones con potencial para sustentar masas forestales, superiores a los 250 mm. Lo que ha sucedido con la desaparición y eliminación del bosque y los matorrales es que sus suelos han sido arrastrados por el agua y su capacidad de sustentar vegetación leñosa ha sido anulada, lo mismo que para mantener cultivos agrarios. El agua azul se convierte fundamentalmente en escorrentía dañina que arrastra los suelos fértiles y que al mismo tiempo no es de utilidad local, pues se desplaza de forma muy rápida hacia la red hidrográfica. El resultado es que el desierto sin obstáculos vegetales frente a su avance ocupa los suelos antes productivos.*

*A medio y largo plazo es probable que se pueda medir una disminución de precipitaciones debido a la ausencia de un tapiz vegetal que recicle el agua de precipitación devolviéndola a la atmósfera en forma de evapotranspiración, o simplemente debido al calentamiento global y cambio climático. Sin embargo, a corto y medio plazo las precipitaciones siguen llegando, pero escurren rápidamente y escapan a toda velocidad. La gran suerte es que dispones del agua. Por eso hay algunas iniciativas tan interesantes como la descrita en este enlace: <http://www.publico.es/141384/africa-levanta-una-barrera-contra-el-sahara>. Una iniciativa similar a esta es la "gran muralla verde china".*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*En estos territorios la aplicación de técnicas de oasisificación es una herramienta muy eficaz. Oasisificación es un concepto contrario a desertificación, o pérdida de suelos. En muchas zonas áridas de España se produce este mismo fenómeno a escala local. Es la erosión la que está haciendo avanzar a la desertificación, y no la falta de precipitaciones. De hecho, si cesa la causa de la erosión, el fenómeno revierte naturalmente en la mayoría de los casos, iniciándose un proceso de recuperación natural a largo plazo. Por ejemplo si hay ausencia de incendios o disminución del pastoreo.*

El clima mediterráneo es dominante en nuestro país. Ocupa toda la península Ibérica a excepción de la Cornisa Cantábrica y la vertiente Norte del Pirineo. Como su propio nombre indica es el clima dominante en el contorno del Mediterráneo, aunque está presente de manera limitada en otras cuatro zonas del planeta:

En el Hemisferio Norte:

California. Denominación general "chaparral".

En el Hemisferio Sur:

Chile, en su zona media. Denominación general "espinal".

Sudáfrica, zona llamada capense. Denominación general "Fymbos".

Sur y suroeste de Australia. Denominación general "mallé".

La flora y la vegetación de todas ellas tienen un aspecto muy similar por convergencia evolutiva. Este hecho se conoce como vicarianza entre especies y se puede definir como la presencia de similares adaptaciones morfológicas y fisiológicas y distinto origen evolutivo entre las especies. Para definir el área de influencia de este clima en la región mediterránea se utilizan las áreas de distribución de la encina y del olivo.

De acuerdo con las temperaturas se puede subdividir el clima mediterráneo en pisos bioclimáticos. Como la temperatura varía con la altitud para una misma latitud, los pisos bioclimáticos nos permiten a su vez describir la cliserie altitudinal (siendo T la temperatura media anual):

- Crioromediterráneo o piso de la alta montaña, con un mosaico alternante de hábitats como pastizales de tipo alpino, comunidades vegetales rupícolas, turberas, canchales y comunidades de megaforbias.  $T < 4^{\circ}\text{C}$ .
- Oromediterráneo o piso de montaña. Dominados por formaciones arbustivas de coníferas cupresáceas (enebros y sabinas), así como de matorrales de leguminosas y ericáceas y pastos climáticos de montaña. En su horizonte inferior puede haber bosque abierto de coníferas, en zona límite de arbolado.  $T 4-8^{\circ}\text{C}$ .
- Supramediterráneo o piso de bosques caducifolios y marcescentes, así como de las coníferas de montaña, representado por los hayedos, abedulares, robledales, quejigares, pinares de montaña, sabinares y otros pequeños bosques singulares que aparecen en este piso, con sus formaciones seriales arbustivas y herbáceas. Hasta el encinar en su variante más fría aparece en este piso.  $T 8-13^{\circ}\text{C}$
- Mesomediterráneo o piso basal. El más cálido o menos continental, dominado por el encinar y el monte mediterráneo, con una gran cantidad de variantes y formaciones derivadas del encinar.  $T 13-17^{\circ}\text{C}$
- Termomediterráneo. Por lo general, con un gran periodo de sequía estival. La vegetación en este caso está ocupada por encinares termófilos, coscojares, pinares de pino carrasco, formaciones con palmitos, algarrobos, lentiscar o espinal negro termófilo.  $T 17-19^{\circ}\text{C}$



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

- Inframediterráneo. En gran parte de los casos suele ser un piso con características próximas a las de un desierto árido, con vegetación herbácea y arbustiva adaptada a estas duras condiciones. En el caso de España se reconoce en Canarias.  $T > 19^{\circ}\text{C}$ .

*PINCELADAS PARA LA GESTIÓN: 10.*

*NO OLVIDES QUE LOS PISOS BIOCLIMÁTICOS MÁS FRÍOS, Y MÁS ALTOS TIENEN UNA CLARA VOCACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA AZUL.*

*De los pisos bioclimáticos mediterráneos de la península Ibérica, el crioromediterráneo y el oromediterráneo son los más productivos en agua azul. La razón es fácilmente comprensible. Son dos pisos de alta montaña donde, cómo sabrás se produce un mayor volumen de precipitaciones anuales debido a que la intensidad de las mismas es más elevada que en las zonas bajas. La causa originaria es la elevación del aire húmedo al tener que cruzar estos importantes obstáculos del relieve. Si además de un mayor volumen de las precipitaciones, se añade el hecho de que son zonas frías, te encontrarás con que el consumo de agua por la vegetación es inferior al de zonas cálidas, ya que la evapotranspiración es menor y la parada invernal muy larga.*

*Además le puedes añadir un matiz esencial al hecho de que llueve mucho más. No es que llueva muchos más días al año, sino que cuando lo hace, es con mucha más intensidad, por lo que en esos eventos se producirá más escorrentía y menos interceptación que con precipitaciones bajas. Para rematar, en cumbres, collados y en sus zonas próximas, se producen además mayores valores de precipitación horizontal. Su vocación esencial no puede ser otra que la producción de agua en cantidad y calidad.*

Al hablar de piso bioclimático hemos introducido la temperatura media anual (T), como la variable que va a permitirnos describir las distintas condiciones vitales que delimitan el territorio. El hecho de que las temperaturas altas favorecen la actividad fisiológica mientras que las bajas la frenan e incluso la paralizan es un principio básico para la vida. Por este motivo, la época del año con más potencial para la producción de vida es el verano, siempre y cuando se disponga de la cantidad de agua necesaria para no limitar la actividad. La región mediterránea, con sus cálidos veranos, responde con mucha eficiencia al riego de los cultivos y plantaciones. Incluso, en el mediterráneo más continental de la península Ibérica, con un periodo de actividad corto desde mayo a octubre, se recogen cosechas y obtienen crecimientos muy lucrativos. Basta saber que los veranos mediterráneos son especialmente calientes respecto a la media de climas mundiales.

*PINCELADAS PARA LA GESTIÓN: 11.*

*SÉ CONSCIENTE DE CUÁNDO LA TEMPERATURA MEDIA JUEGA A TU FAVOR.*

*El clima mediterráneo frío es más favorable a la producción de agua azul que el clima mediterráneo cálido, lo contrario que para el agua verde. En clima frío, el consumo es menor y en clima cálido el consumo es mayor como reflejo del incremento de la actividad vegetal y la producción de biomasa.*

*Con las mismas precipitaciones anuales, en los climas más fríos la demanda de agua por parte de la vegetación es menor. Esta es directamente proporcional a la temperatura. Cuando la temperatura media mensual es inferior a  $7^{\circ}$  se produce la parada fisiológica invernal y el consumo de agua prácticamente se anula. Este periodo es mucho más largo por ejemplo en León que en Levante, y durante dichos meses, en León, la vegetación no crece y no consume agua, y en cambio en Levante, crece y consume agua. En definitiva, es un periodo de máxima eficacia para producción de agua azul en León y mucho menor en Levante.*

*Las estaciones mediterráneas más cálidas, pueden tener temperaturas medias mensuales por encima de los  $7,5^{\circ}\text{C}$ , y por lo tanto mantener un consumo de agua verde durante todo el año, siempre que haya agua disponible. Sin embargo, las más frías, como la alta montaña mediterránea, pueden tener toda su vegetación en parada invernal desde noviembre hasta*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*mediados de mayo. Es decir, 6 meses prácticamente sin consumo de agua por evapotranspiración. Durante éstos, casi toda la precipitación que se produce pasa a ser agua azul.*

*Una forma de reforzar visualmente estas ideas son los enormes almacenes de agua en que se convierten las cumbres nevadas durante el invierno. En altitudes algo menores, será agua de precipitación invernal que pasará directamente a la red hidrográfica o bien a recargar los acuíferos. Respecto a altas temperaturas tan solo tienes que acordarte de cómo varían las necesidades veraniegas de agua del cuerpo humano frente a las del invierno, especialmente al aire libre.*

La ausencia de agua en el clima mediterráneo durante el estío obliga a las especies locales a utilizar diferentes estrategias adaptativas para sobrevivir en esta climatología. Entre las plantas leñosas las dos principales son la esclerofilia y la estrategia perennifolia. A continuación describimos todas ellas:

- Esclerofilia. En relación con la economía hídrica es la adaptación más habitual y nombrada, consistente en un tipo de hojas duras y rodeadas con cutículas gruesas y coriáceas incluyendo ceras de recubrimiento. Este factor suele ir asociado a otros caracteres como:
- Carácter perennifolio. Hojas perennes, de duración plurianual.
- Coloraciones oscuras. En relación con el filtrado de la luz mediterránea intensa.
- Hojas pequeñas o a veces inexistentes.
- Portes generales de la planta reducidos o achaparrados, que recuerdan a la vegetación de montañas o desiertos.
- Largas raíces y potente sistema radical.
- Reducción y control de estomas para disminuir transpiración.
- Suculencia. Plantas crasas o paquicaules (tallos gruesos que acumulan agua).
- Terofitismo. Plantas anuales o efímeras, de ciclo corto (efemerófitos).
- Plantas bulbosas y vivaces. Adaptación a asegurar la supervivencia mediante órganos subterráneos de propagación.
- Tomentosidad. Pelo fino o apretado para evitar evapotranspiración. A veces pelo sedoso o lanoso. Investigaciones muy recientes señalan que las hojas de encina son capaces de captar agua por el haz de sus hojas mientras que a través del envés tomentoso evitan y disminuyen la transpiración.
- Espinescencia. Ya sea de tallos, hojas, folíolos o estípulas.
- Malacofilia (Latencia). Estado latente en sequías fuertes. Marchitez aparente y reviviscencia. Es un fenómeno muy interesante que presentan algunas plantas mediterráneas y de desiertos, por el cual, parece que están completamente secas y sin embargo reaccionan tras años de malas precipitaciones, en los años buenos, reviviendo. Como por ejemplo el jaguarzo *Cistus monspeliensis*, o el helecho *Notholaena marantae*.
- Presencia de esencias (aceites esenciales, aromas, ceras, resinas, lánanos). Adaptación de las plantas aromáticas para evitar la evapotranspiración y la herbivoría. Muy evidente por ejemplo en algunas jaras (*Cistus ladanifer*), y diversas labiadas, como los tomillos (*Thymus* spp.).

De las adaptaciones citadas, algunas son especialmente interesantes en el caso del trabajo de campo. La Espinescencia nos va a indicar el nivel y grado de pastoreo al que está sometida una propiedad entre una multitud de síntomas asociados. La Malacofilia nos permite aproximar el grado de sequía acumulado que tiene un territorio en el año hidrológico en curso o bien en una serie acumulada de estos, y también los momentos en que el agua deja de estar disponible para las raíces en el suelo. Por último, los portes y sobre todo la altura de los árboles nos va a indicar



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

dos cosas íntimamente relacionadas: la profundidad del suelo y la capacidad de retener agua del mismo.

Resulta muy interesante hacer un paralelismo entre las adaptaciones de las especies vegetales a la sequía estival y las adaptaciones del emprendedor a la sequía del mercado de demanda de servicios forestales en nuestro país. Perennifolia se puede asimilar a tenacidad y constancia presencial. Espinescencia a resistencia frente a todas las dificultades existentes procedentes de la competencia desleal de grandes empresas públicas, grandes corporaciones generalistas que actúan como financieras, universidades, entidades supuestamente sin ánimo de lucro, economía sumergida, etc. La malacofilia, a la capacidad de adaptarse a las circunstancias puntuales de la demanda en cada momento, y la existencia de grandes sistemas radicales a la necesidad de responder de forma inmediata cuando las circunstancias son favorables.

#### *PINCELADAS PARA LA GESTIÓN: 12.*

#### *CONOCE LA ECOLOGÍA Y NECESIDADES HÍDRICAS DE ALGUNAS DE LAS ESPECIES MEDITERRÁNEAS MÁS ABUNDANTES.*

*Algunas especies europeas típicamente mediterráneas son: la encina, el olivo, las jaras, los madroños o numerosas especies del género Genista. Para tu trabajo de campo, conocer las peculiaridades de las distintas especies de jara y sus necesidades hidrológicas y térmicas te ayudaran a interpretar mejor la vocación en cuanto a Agua Forestal de los predios visitados. Por otro lado, la encina con toda su amplitud ecológica y sobre todo con los matices que proporcionan otras especies acompañantes, sus portes, su fenología, la densidad de su follaje, etc., te puede dar también casi tanta información como todo un grupo de especies. La clave está en tu capacidad de observar y sobre todo de diferenciar y detectar matices. Pueden ser de una única especie o bien, manejando un conjunto muy amplio de todas ellas. Te recomendamos manejar géneros como son los de las jaras y las genistas en combinación. Probablemente cubran todos los ámbitos climáticos y microclimáticos del mediterráneo ibérico. De esta manera reduces el número de especies a manejar y puedes empezar a hacer trabajo de campo sin ser un expertísimo botánico.*

#### 1.4.- EL BALANCE HÍDRICO MEDITERRÁNEO FORESTAL: LAS AGUAS DE INVIERNO

El balance hídrico mediterráneo está generalmente caracterizado por dos momentos claves. Durante el invierno, existencia de superávits entre las precipitaciones y la evapotranspiración, y durante el verano existencia de déficits entre los mismos elementos. Ambas situaciones suelen dar lugar a un alto grado de paralización fisiológica y en consecuencia un bajo consumo de agua por parte de la vegetación.

Los superávits invernales son, principalmente, los que originan la porción de agua azul del Agua Forestal de una localidad. Para un mismo valor de los superávits, su paso a agua azul dependerá de la capacidad de retención de los suelos por los que tiene que transitar así como del volumen de escorrentía. La existencia de escorrentía va a permitir que una porción de las precipitaciones escape del concepto de evapotranspiración y llegue directamente a la red hidrográfica. Por el contrario, a mayor capacidad de retención, mayor cantidad de agua será transpirada por la vegetación en momentos de déficit y habrá menor volumen de agua azul disponible.

Las precipitaciones otoñales y primaverales, dado que la vegetación se encuentra en periodo de actividad fisiológica, serán convertidas, en un gran porcentaje, en agua verde a partir de la evapotranspiración. El otoño y la primavera son los dos periodos de máximo crecimiento de la vegetación mediterránea. En otoño se produce un arranque y un cierre amortiguado como consecuencia del incremento paulatino de las precipitaciones y el descenso continuado de las temperaturas, mientras que en primavera el inicio es explosivo y la paralización y el



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
El FSE invierte en tu futuro



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

agostamiento muy bruscos debido a la desaparición de las precipitaciones y al crecimiento paulatino de las temperaturas hasta alcanzar el máximo estival.

Las precipitaciones esporádicas estivales acaban evaporándose, por lo general, sin ser de mucha utilidad a la vegetación. Hasta que no llegan los primeros temporales otoñales con tormentas encadenadas, el agua no suele circular por la vía vegetal y transformarse en agua verde. En clima mediterráneo, el volumen de agua verde es siempre superior al de agua azul.



*PINCELADAS PARA LA GESTIÓN:  
13.*

*DISTINGUE ENTRE PORCENTAJE Y VOLUMEN DE AGUA VERDE O DE AGUA AZUL.*

*El mayor porcentaje de agua verde en el ámbito mediterráneo se produce con precipitaciones anuales por debajo de 400 mm. En estos casos todo el agua precipitada es retenida por el suelo y consumida por la vegetación.*

*El agua verde alcanza el 100%. Este hecho no se cumple en zonas de suelos esqueléticos y desnudos donde las*

*escorrentías permiten la existencia de un porcentaje de agua azul. Por el contrario, si las precipitaciones son altas siempre, hay un porcentaje de agua que escapa a la capacidad de retención del suelo y a su consumo posterior por la actividad vegetal. A mayor precipitación, mayor porcentaje escapa a la capacidad de retención de los suelos, la condición previa para el consumo de agua por la actividad vegetal.*

*5 Durante el invierno se produce la mayor parte del agua azul. Los suelos están saturados y la evapotranspiración se anula. Los superávits hídricos son máximos. Valle del Lozoya.*

*Piensa en los balances hídricos. Para ello tienes que entender que la primera condición para que se produzca agua azul (sin existir escorrentía), es que exista un superávit de las precipitaciones sobre la evapotranspiración. La segunda es que la acumulación de superávit supere la capacidad de retención del suelo y se genere infiltración profunda. Este hecho, se produce en mayor medida cuanto mayor es la precipitación. Con bajas precipitaciones y/o con altas evapotranspiraciones, es agua verde la totalidad del Agua Forestal. Con altas precipitaciones y/o bajas evapotranspiraciones, aparece un porcentaje de agua azul creciente, y por lo tanto un porcentaje de agua verde decreciente.*

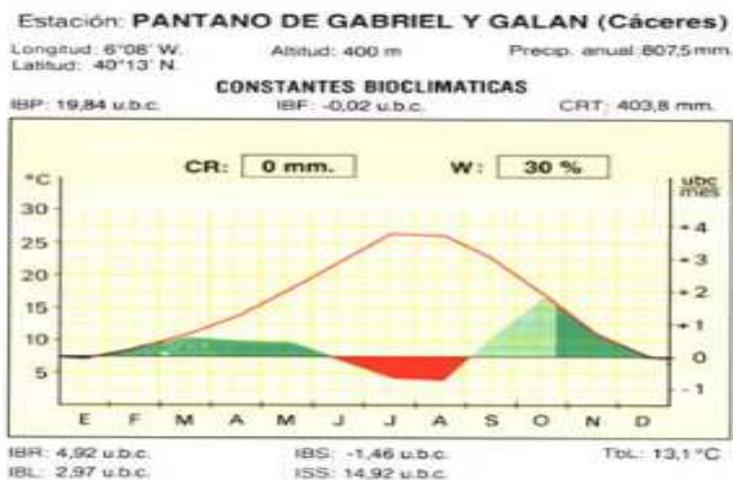
*En caso de que haya escorrentía, su existencia garantiza un porcentaje de agua azul que va directamente a la red hidrográfica. Eliminado este caudal todo funciona como en el párrafo anterior y los porcentajes evolucionan de la misma manera. Si se incrementan las precipitaciones,*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

disminuyen los porcentajes de agua verde y aumentan los de agua azul. La única diferencia existente es que la escorrentía garantiza siempre un porcentaje de agua azul.

En clima mediterráneo puedes suponer que las precipitaciones estacionales de otoño, invierno y primavera tienen una distribución más o menos uniforme y, en verano, puedes pensar que no llueve y, lo poco que lo hace, pasa a ser agua verde. En otoño la vegetación se activa cuando entran las primeras lluvias y durante estos meses gran parte del agua pasa a ser agua verde. Los sobrantes quedan retenidos en el suelo al alcance de las raíces. En invierno, la vegetación prácticamente no consume agua, los suelos están saturados y los sobrantes se transforman en agua azul. En primavera la vegetación se activa y consume casi toda el agua que llega al suelo. Si un año llueve mucho menos, no habrá sobrantes y todo será agua verde. Si un año llueve mucho más, el incremento otoñal suele convertirse en agua azul en gran parte de su totalidad, el incremento invernal en su totalidad, y el primaveral en agua verde dadas las altas temperaturas a partir de abril. Es decir, de ese incremento, 6/9 partes pasan a ser agua azul y 3/9 agua verde, con lo que el porcentaje de agua verde disminuye.



Una de las herramientas teóricas de mayor utilidad para el manejo y la gestión de Agua Forestal son los diagramas bioclimáticos de J.L. Montero de Burgos y J.L. González Rebollar. Estos diagramas son un instrumento de cuantificación aproximada de las relaciones entre el clima y la vegetación de una estación o localidad. Nos permiten medir la actividad vegetativa (productividad primaria forestal), en el lugar, y cuantificarla a partir de una unidad de medida denominada unidad bioclimática. Si

observamos un diagrama bioclimático, podremos obtener en seguida los siguientes datos:

- Periodo del año en paralización invernal o con intensidad bioclimática fría. Periodo del año con producción máxima de acorde con la temperatura y sin limitaciones de agua. Intensidad bioclimática potencial.
- Periodo del año con limitaciones en el crecimiento por escasez de agua pero con presencia de esta. Intensidad bioclimática subseca.
- Periodo de paralización estival por ausencia de agua disponible. Intensidad Bioclimática seca.
- Periodo de puesta en marcha otoñal tras la paralización estival. Intensidad bioclimática condicionada.

Los diagramas bioclimáticos se suelen presentar bajo distintos supuestos combinados de dos variables, la capacidad de retención del suelo (CR) y la escorrentía (W), pudiéndose asimilar cada uno de ellos a una situación real. Por ejemplo capacidad de retención de suelo de 0 mm y escorrentía del 30%, a zonas en pendiente, sin vegetación y de suelos erosionados. O bien máxima capacidad de retención del suelo y escorrentía nula, a bosque maduro en zonas de baja pendiente.

Al comparar la productividad de distintos supuestos, es decir las intensidades bioclimáticas reales calculadas para cada uno de ellos, podemos deducir los efectos que diversas medidas de



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

gestión del Agua Forestal pueden tener sobre la productividad de la vegetación. Podemos asociar un subsolado a un incremento de la infiltración y una disminución de la escorrentía, o bien los efectos de una repoblación consolidada que a largo plazo anulan la escorrentía y aumentan la capacidad de retención o los efectos de un desbroce que pueden aumentar la escorrentía.

La aplicación de los Diagramas Bioclimáticos en Agua Forestal, es recomendable para la elaboración de los informes de potencial de este recurso ligados a territorios, propiedades o clientes determinados. El Mapa Forestal de España 1:200.000, de libre acceso en internet, incluye para cada una de sus hojas 4 diagramas, correspondientes a cuatro estaciones meteorológicas representativas de la región cartografiada:

[http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mfe200\\_descargas.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mfe200_descargas.aspx).

#### *PINCELADAS PARA LA GESTIÓN: 14.*

##### *EL GESTOR DE AGUA FORESTAL MEDITERRÁNEA SABE QUE EN EL INVIERNO ESTÁ LA CLAVE.*

*La producción de agua azul en clima mediterráneo, para valores climáticos medios, se produce durante los meses de invierno. La presencia con intensidad de las precipitaciones se va a producir durante los meses ajenos al estío. Estos meses incluyen otoño, invierno y primavera. Las precipitaciones en otoño recargan los suelos, con una capacidad de retención media más o menos estable y la vegetación se pone en marcha, crece, fructifica y consume agua hasta finales de la estación. En invierno los suelos están saturados y la vegetación paralizada, por lo que no consume agua. Las precipitaciones en esta temporada, o se infiltran o escurren por la superficie, pasando a convertirse en agua azul. En primavera la vegetación se pone en marcha y consume el agua de lluvia y el agua del suelo, hasta que al llegar el verano el suelo se seca y la vegetación se paraliza.*

*Es por esto que la producción de agua azul en clima mediterráneo se realiza esencialmente durante los meses de invierno. Su volumen se convierte en un dato básico para manejarse en Agua Forestal. Condicionará todas tus actuaciones y además te permite explicar, entre otras cosas, algunos hechos como la variación interanual de los caudales de los ríos mediterráneos. El invierno, aunque no parece tener esa fama, es la clave de la disponibilidad de agua para la red hidrográfica.*

### 1.5.- FORTALEZAS Y DEBILIDADES EN NUESTROS CONOCIMIENTOS SOBRE AGUA FORESTAL MEDITERRÁNEA.

Los resultados de los cursos de formación asociados al proyecto de Agua Forestal II, nos permiten obtener una serie de conclusiones relativas al colectivo profesional interesado en Agua Forestal. Si somos conscientes de las mismas seremos más eficaces y coherentes realizando nuestro trabajo y al mismo tiempo podremos fijar mejor los objetivos de formación, experimentación y búsqueda de soluciones a los temas que más nos cuesta asimilar. Aunque se trata de un colectivo muy especializado, podemos pensar que refleja en cierta medida, la visión de nuestros clientes potenciales. Por ello, nuestras debilidades serán también las de nuestros clientes. También tendremos que reforzar nuestra argumentación y nuestras fortalezas que serán compartidas y deberán ser utilizadas como elementos donde apalancarse para conseguir un encargo.

Respecto a nuestros conocimientos básicos, somos muy conscientes de que la actividad profesional en Agua Forestal se mueve en un marco donde hay mucho que aprender y pocas certidumbres en cuanto a resultados, por lo que hay que aplicar un principio de prudencia en los planteamientos. Sabemos que trabajamos con un recurso de dominio privado asociado a un predio o propiedad, y conocemos las limitaciones a su uso especialmente asociadas a la puesta en riesgo de otros predios situados en cotas inferiores.



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
El FSE invierte en tu futuro



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"



6 Los emprendedores en agua forestal debemos ser como la vegetación. Tras crisis y catástrofes mantenemos la capacidad de adaptarnos a las nuevas circunstancias. La Peñota, Sierra de Guadarrama.

Tenemos clara la deontología profesional que nos llevará a movernos en un marco que garantice la persistencia de la masa y por tanto su sostenibilidad y, por último, reconocemos con facilidad las especies de árboles y arbustos mediterráneos más significativas y en las que poder apoyarnos para hacer un adecuado trabajo de campo e interpretación hidrológica del medio. Estas son nuestras fortalezas conceptuales.

Por el contrario, y respecto a este bloque temático conocemos cuales van a ser nuestros principales puntos flacos, bien por resistencias e inercias asociadas a conocimientos previos, bien por dificultad para encontrar datos o

asimilar nuevos conceptos. Existen tres zonas grises destacadas.

En primer lugar debemos repasar las relaciones entre las masas forestales y el clima mundial. Tenemos que ser más humildes en cuanto a los efectos de los bosques sobre el clima mundial. Sobre ¿qué fue primero, el clima (Gallina) o el bosque (Huevo)?, debemos dar prioridad al clima. Reconocemos el poder del arbolado para conseguir el atemperamiento y autorregulación de las condiciones ambientales en el interior de las masas forestales. Sin embargo su influencia en el clima local y global del mediterráneo es muy baja.

Las otras dos zonas grises están íntimamente relacionadas. La primera de ellas se supera al reconocer que a mayor precipitación anual en clima mediterráneo peninsular, mayor porcentaje y cantidad absoluta de agua azul se produce. La clave está en la recarga de suelos otoñal y la transformación en agua azul de los superávits invernales. Solo las precipitaciones primaverales y parte de las otoñales se transforman en agua verde. En otras palabras, todas las zonas mediterráneas peninsulares de pluviometría superior a 500 mm anuales son capaces de generar agua azul invernal.

La segunda responde a otro razonamiento aparentemente contradictorio. A igual precipitación anual las zonas mediterráneas más cálidas son más productivas vegetalmente que las más frías, aunque vayan asociadas a bosques más termófilos y menos atlánticos que las frías. Algo parecido a lo que sucede entre alcornoques y encinas en el mediterráneo occidental peninsular, donde los primeros, ocupan los lugares más calidos y algo más húmedos y tienen unos crecimientos y portes superiores a las encinas.

Reconocidas nuestras debilidades, dos de las cuales nos indican que tenemos que manejar con mayor soltura el comportamiento conjunto de agua azul y agua verde, debemos de pensar en nuestros clientes y suponer que esas mismas debilidades, pero más acentuadas las van a tener ellos. En consecuencia deberemos establecer estrategias de comunicación y atención al cliente destinadas a realizar una transmisión correcta, eficaz y persuasiva de los nuevos conceptos e ideas de Agua Forestal y de las ventajas que conlleva su aplicación en su actividad empresarial.



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
El FSE invierte en tu futuro



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

## 2.- DEMANDA EN AGUA FORESTAL Y POTENCIAL TERRITORIAL.

### 2.1.- NECESIDADES, ESTRATEGIAS Y ACTUACIONES DE GESTIÓN PARA LOS PROPIETARIOS DE TIERRAS FORESTALES.

España presenta en la mayor parte de su territorio peninsular e insular un clima mediterráneo o con un alto componente de aridez. El agua es un recurso escaso al Sur de la Cornisa Cantábrica y Pirineos en especial durante el periodo estival. Es en este periodo cuando su demanda aumenta de forma exponencial debido a su aplicación en cultivos de regadío y también en menor medida por consumo doméstico. En este caso, se puede asociar, no solo, al incremento de la demanda en los hogares debido al calor, sino a la llegada de millones de turistas que concentran su estancia entre nosotros en el periodo de buen tiempo. El turismo de sol y playa.

Para el futuro se espera que la escasez de este recurso y el incremento de su demanda sigan aumentando. Son varios los factores que apuntan en esta dirección, unos de carácter global/mundial y otros de carácter más local y temporal. Podemos afirmar sin miedo a equivocarnos que:

- Los pronósticos del cambio climático para España, avanzan un incremento de las temperaturas lo que supone



una mayor demanda de agua por los seres vivos incluidos plantas y humanos y, por lo tanto, un aumento de la demanda del recurso. En paralelo es de esperar una disminución de las precipitaciones, o en cualquier caso, si estas se mantienen, un incremento de la aridez debido al ascenso de las temperaturas que conlleva una mayor evapotranspiración.

*7 Es previsible que el cambio climático y el incremento de la irregularidad asociada al mismo en el mundo mediterráneo, nos traiga un mayor número de eventos de máxima intensidad frente a los cuales el enfoque de Agua Forestal se adapta perfectamente. Granizada en Madrid.*

- Una mayor irregularidad climática, con un mayor número de eventos extraordinarios: inundaciones o sequías. Este hecho genera necesidades asociadas a la mejora de la protección frente a la erosión, así como disponer de mayores reservas de agua para salvar periodos más largos de sequía.

**PINCELADAS PARA LA GESTIÓN: 15.**

**EL PROBLEMA QUE VAS A SOLUCIONAR A TUS CLIENTES ES EL DE LA ESCASEZ DE AGUA DURANTE EL ESTÍO.**

*Las propiedades forestales en zonas mediterráneas tienen en común una fuerte limitación productiva durante el verano, a causa de la sequía. Cualquier incremento de agua disponible será bienvenido por el propietario. Este será el principio que debe generar el posible nicho de negocio que hemos detectado para Agua Forestal. El problema que tienes que resolver a tus clientes es la escasez de agua estival. La solución propuesta viene de la optimización del aprovechamiento del*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*Agua Forestal de acuerdo con las necesidades específicas de cada uno y, especialmente, de las acciones destinadas a trasladar su existencia al periodo de estiaje.*

*Agua Forestal puede ser la solución completa o parcial a esta limitación propia del clima mediterráneo o de los climas con cierto grado de aridez. En zonas con precipitaciones abundantes, como en la Cornisa Cantábrica, los bosques también inciden en el régimen hídrico. Pero allí la escasez de agua no es problema y por lo tanto no hay demanda de soluciones en este sentido. En estas zonas el concepto de silvicultura hidrológica tendría planteamientos radicalmente distintos. Nuestra apuesta por un nicho de negocio va asociada a un territorio determinado: el mundo mediterráneo y semiárido.*

Simultáneamente la actual situación económica determina algunos efectos de interés sobre la oferta y la demanda:

- Requiere de las grandes propiedades forestales privadas y públicas una disminución de sus costes de gestión. Necesitan un incremento de su rentabilidad que en estos momentos solo puede venir de un aumento de su productividad y no de un mayor volumen de la demanda de los bienes producidos en ellas: forestales, agrarios y ganaderos. En el sector que nos encontramos se canalizará a través del aumento de la productividad primaria, y dado que su principal limitante es la escasez de agua, cualquier aporte nuevo de este recurso primario se verá reflejado en un incremento de la producción.
- La propiedad privada forestal ha sufrido también su propia burbuja inmobiliaria. Su valor ha pasado de depender de muchas variables entre las que ponderaban de forma importante su representatividad o la imagen que del propietario proyectaban, a estar ligado, de forma mucho más directa, a su rentabilidad (valor financiero), o en el mejor de los casos, al valor del patrimonio construido a precio del mercado actual.

Con esta situación la demanda de inversiones ligada a Agua Forestal puede analizarse a partir de los precios del suelo. Por ejemplo la inversión en infraestructura de embalsado para el riego se justifica hasta un valor equivalente al incremento del valor del suelo de regadío creado con el incremento de agua disponible, frente a su anterior situación de secano. En números simples, si una hectárea de secano puede valer aproximadamente 8.000 € y una de regadío de características similares puede costar alrededor de 20.000 €, podríamos gastar en embalsar 7.000 m<sup>3</sup> y su distribución unos 12.000 €. Es decir unos costes de embalsado y distribución de 1.71 €/ m<sup>3</sup>. La inversión viene justificada por el incremento del valor de la hectárea con su transformación a regadío. Este planteamiento tan simple, tendría tan solo en cuenta el incremento del valor patrimonial de la hectárea transformada, sin valorar el posible incremento de valor que aportaría al conjunto de la propiedad el hecho de disponer de una balsa de agua con otras posibles funciones: recreo, estética, pesca, aves acuáticas y caza, abrevadero, etc.

En el balance negativo de las expectativas que se han visto influidas por la crisis, sigue en el aire y sin buenas sensaciones el pago por servicios ambientales, dado el déficit y la deuda públicos. Entre ellos destaca la provisión de agua por encima de todos, de acuerdo con el VANE (Valoración de los servicios Ambientales de España / MAGRAMA)

La capacidad de invertir depende de la liquidez del propietario. En este sentido la posibilidad de optar a un crédito a partir de inversiones en embalsado de aguas y su aplicación a riego, conlleva un incremento en la productividad primaria que depende directamente de las precipitaciones anuales de la localidad. Ya hemos dicho que hay zonas donde recoger la escorrentía existente, por ejemplo 100 mm garantiza 1.000 m<sup>3</sup> por hectárea, e incrementos de producción por ejemplo en olivar en riegos de apoyo, del doble de la producción de oliva, o para forrajeras o biomasa de un 18% para dichas precipitaciones. Estos incrementos en la producción



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
El FSE invierte en tu futuro



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

acompañados de una mayor estabilidad en la producción son los que nos permitirán pagar los costes reales y financieros de las inversiones.

Hablemos ahora de consumo de agua en España. Entendemos por agua registrada el agua controlada que es distribuida a hogares, empresas y municipios por parte de las entidades responsables de la distribución de la misma. El 65% del total es procedente de aguas superficiales y el 30% de aguas subterráneas. El 5% restante procede de aguas desaladas u otros orígenes de menor importancia. Como se puede ver en la tabla, de ese consumo el 70% corresponde a los hogares, el 20% tiene que ver con actividades económicas y aproximadamente el 9% con el consumo municipal. La utilización del Agua Forestal en la gestión de las zonas verdes urbanas, incide directamente sobre el 9% señalado en la tabla anterior. Este es un campo de actuación para Agua Forestal muy interesante pues, en general, el metro cúbico de agua registrada es el más caro existente en el mercado, multiplicando por más de 10 el precio del metro cúbico de regadío, en la mayor parte de España. Los ahorros obtenidos por la utilización de aguas pluviales sobre los propios jardines, son a priori, muy interesantes.

#### Volúmenes de agua registrados y distribuidos a los usuarios

Unidad: miles de m<sup>3</sup>

	Año 2011	% sobre el total	% variación anual
Hogares	2.384	70,5	-1,2
Sectores económicos	693	20,5	2,7
Consumos municipales	304	9,0	-0,3
<b>Total agua registrada y distribuida</b>	<b>3.381</b>	<b>100,0</b>	<b>-0,4</b>

9: fuente <http://www.iaqua.es/noticias/gestion/13/11/18/los-espanoles-redujeron-su-consumo-de-agua-un-14-en-2011-y-gastaron-una-media-de-142-litros-por-pers-4>

Por otro lado el consumo medio de los hogares españoles viene descendiendo de forma continuada y paulatina en los últimos años, alcanzando un valor medio de 142 litros/persona y día en 2011, y bajando hasta 122 l/persona y día en 2012. Para los cálculos que van apareciendo en este Manual estamos utilizando como referencia 150 l/persona y día.

En Madrid, por ejemplo, se consume alrededor de un hectómetro cúbico al día en verano y la capacidad máxima de agua embalsada es de aproximadamente 1.000 hectómetros cúbicos. Es decir la reserva puede cubrir 2 años y 9 meses años sin precipitaciones.

#### Consumo medio de agua de los hogares por comunidad autónoma



8: <http://www.iaqua.es/noticias/gestion/13/11/18/los-espanoles-redujeron-su-consumo-de-agua-un-14-en-2011-y-gastaron-una-media-de-142-litros-por-pers-4>

#### PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 16.

**CUANDO CALCULES LAS NECESIDADES DE PROVISIÓN PARA AGUA DOMÉSTICA CONFÍA EN LA CAPACIDAD DE LOS CLIENTES PARA REDUCIR PARCIALMENTE SU CONSUMO.**

Los propietarios forestales, públicos o privados, requieren del suministro de agua para el uso doméstico en un gran número de casos. En periodo veraniego muchos manantiales se secan y puede ser necesario utilizar las aguas pluviales de refuerzo. El valor medio de consumo ha bajado en los últimos años hasta cantidades próximas a los 126 l x persona y día, aunque en la España mediterránea y más cálida, suele ser superior en algunas decenas de litros. En 2004, por ejemplo era de 170 l x persona y día. Para calcular las necesidades de provisión de agua doméstica de una



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*propiedad tan solo hay que multiplicar el número de días en que no existe suministro de agua procedente de otras fuentes, como pueden ser manantiales, por la cifra indicada y por el número de personas.*

*Sin embargo para calcular adecuadamente el depósito de agua necesario te conviene prever escenarios negativos. Por ejemplo, un número de días de suministro que supere ampliamente el número medio de días sin suministro de agua procedente de manantial, por ejemplo, en un mes; un consumo de agua medio similar al mes de más consumo de los del año, y por último dimensionar el número de personas a la máxima ocupación de la casa. Te recomendamos hacer los cálculos con 150 l x persona y día. El cálculo clásico de 250 l x persona y día es demasiado, y el almacenaje de esta cantidad supone un importante incremento en los costes. Por ejemplo, para cuatro meses y una familia de 4 miembros, necesitarás un depósito de 60,5 m<sup>3</sup> y para 250 l x persona y día necesitarás 120 m<sup>3</sup>. Simplemente el ahorro de costes de almacenaje aconseja limitar las cantidades a proveer. En paralelo instalarás todo tipo de sistemas de ahorro de consumo de agua que conozcas, como los perlizadores, las alcachofas de ducha regulables, los reguladores de la cantidad de descarga para las cisternas de los retretes, etc.*

El consumo global de agua embalsada es muy diferente, y señala de forma muy evidente como la provisión de agua para el regadío alcanza en países mediterráneos como el nuestro valores impresionantes. Los datos españoles alcanzan más o menos estos valores:

- 80% Agricultura de regadío.
- 14% Consumo doméstico.
- 6% Otros usos: industrial, turístico, etc.

Reconocida la importancia económica de las inversiones en regadío, es conveniente hacer breves incursiones sobre el tema aplicadas a Agua Forestal. A continuación incluimos una reflexión muy simplificada sobre productividad y planteamientos de inversión con un ejemplo de recolección de Agua Forestal y su aplicación al riego de plantas forrajeras. En él, pasamos de precipitaciones anuales a volúmenes de inversión razonables.

Partiremos de las posibilidades climáticas del territorio a partir de la precipitación anual. Damos por supuesto que precipitaciones inferiores a 400 mm, no generan prácticamente agua azul y no obtendrían incrementos significativos en su producción, y que las acciones en Agua Forestal en estas zonas irían destinadas a la protección contra la erosión fomentando la máxima eficiencia en la utilización de agua verde.

A partir de 500 mm anuales pensamos que se podrían recoger por escorrentía destinada a su posterior embalsamiento para riego los porcentajes% señalados en la tercera fila. Desde un 5 hasta un 15% del total, porcentajes que son aproximadamente la mitad del agua azul obtenida de balances hídricos tipo. El resultado por hectárea, es una cantidad de agua de escorrentía que alcanza los 600 m<sup>3</sup> para precipitaciones de 600 mm/año, e incluso los 1.050 m<sup>3</sup> en precipitaciones de 700 mm, que son ya claramente de montaña mediterránea o bien del occidente peninsular más atlántico.

Estimamos que las necesidades de riego por hectárea, en forrajes, por ejemplo alfalfa, son de 7.000 m<sup>3</sup> por hectárea (media de Aragón), y por tanto calculamos las hectáreas de recolección necesaria para poder mantener una de regadío. A partir de 500 mm, el número de hectáreas desciende desde 28 hasta 7, con precipitaciones próximas a 700 mm, pasando por 12 hectáreas con 600 mm. Si suponemos que una hectárea de forrajera es capaz de alimentar 1,6 Unidades de Ganado Mayor (UGM), algo que no parece exagerado, nos encontramos con los incrementos de

producción para el conjunto de la explotación señalados en porcentaje a continuación: desde 10,34% hasta 39,13%, pasando por 23,68%.

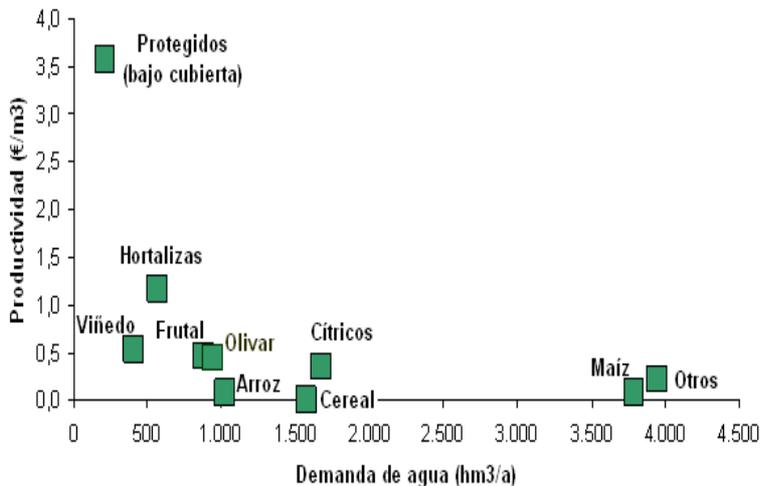
DATOS BÁSICOS					
PRECIPITACIÓN ANUAL EXISTENTE LITROS		400	500	600	700
PRECIPITACIÓN ANUAL POR HA METROS CÚBICOS		4.000	5.000	6.000	7.000
RECOLECCIÓN DE ESCORRENTÍA REALIZADA EN %		1,00%	5,00%	10,00%	15,00%
RECOLECCIÓN DE AGUA POR HA EN METROS CÚBICOS		40	250	600	1.050
NECESIDADES AGUA PARA RIEGO POR HA EN METROS CUBICOS		7.000	7.000	7.000	7.000
Nº DE HAS DE RECOLECCIÓN DE AGUA PARA REGAR UNA HA.		175	28	12	7
PRODUCCIÓN EN HA DE SECANO DE DEHESA EN UGM		0,40	0,40	0,40	0,40
PRODUCCIÓN EN HA DE REGADÍO UGM A PARTIR DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE		1,60	1,60	1,60	1,60
PRODUCCIÓN MEDIA		0,41	0,44	0,49	0,56
INCREMENTO DE PRODUCCIÓN		1,70%	10,34%	23,68%	39,13%
VALOR DEL AGUA RECOLECTADA A 0,2€ EL METRO CÚBICO		8,00 €	50,00 €	120,00 €	210,00 €
AÑOS INVERSIONES					
5 INVERSIÓN MÁXIMA A AMORTIZAR EN AÑOS POR HA	No invertir	250	600	1.050	
PARA 100 HAS DE AGUA FORESTAL		25.000	60.000	105.000	
10 INVERSIÓN MÁXIMA A AMORTIZAR EN AÑOS	No invertir	500	1.200	2.100	
PARA 100 HAS DE AGUA FORESTAL		50.000	120.000	210.000	
20 INVERSIÓN MÁXIMA A AMORTIZAR EN AÑOS	No invertir	1.000	2.400	4.200	
PARA 100 HAS DE AGUA FORESTAL		100.000	240.000	420.000	

El propietario nunca perdería dinero si invirtiera esos mismos porcentajes de su producción neta ganadera anual en euros, en recolección y distribución de Agua Forestal, por ejemplo durante un plazo de 5 a 10 años. Invirtiendo valores por debajo de estos porcentajes obtendría además un porcentaje de beneficio neto. La clave está en saber si cada euro de inversión nueva en Agua Forestal va a ser capaz de producir un beneficio igual o superior de producto ganadero en un plazo razonable de amortización.

Hemos añadido la tabla inferior, para calcular inversiones posibles de acuerdo con distintos periodos de amortización y a partir de un precio de coste para el agua de riego. En concreto hemos elegido un precio de recolección y distribución de Agua Forestal a 0,2 €/m<sup>3</sup>, similar al existente en estos últimos años para la Región de Murcia, aunque sometido a oscilaciones importantes. En Extremadura y Castilla-La Mancha los precios son inferiores, mientras que en Canarias son mucho más altos. Damos por hecho que con ese valor de agua existen cultivos rentables de forrajeras en la región. La prueba de su rentabilidad es la propia existencia de cultivos con estas especies. A continuación calculamos nuestra producción de agua a 5, 10 y 20, años, y su valor total, y ese será el tope de dinero que podremos invertir para recolección y distribución. La capacidad de embalsamiento, su dimensionamiento, deberá coincidir con el total recolectable anual. En el caso de 700 mm que producen 1.050 m<sup>3</sup> por hectárea y 100 hectáreas la necesidad de embalsado sería de 105.000 m<sup>3</sup> en un año. Para una profundidad media de 4 metros, serían 26.250 metros cuadrados de lámina de agua, es decir 2,62 has en una o varias balsas. Para este mismo caso del que estamos hablando y con un cálculo a 10 años de amortización, se trataría de una inversión máxima de 210.000 € para 105.000 m<sup>3</sup>. Es decir de hasta 2 euros por m<sup>3</sup> de capacidad de embalse, cantidad próxima a los costes reales de la inversión.

Si aplicamos el análisis de inversión relativo al incremento de precio de la hectárea de secano y su transformación a regadío obtenemos nuevos resultados. Si suponemos que el incremento de precio es de 12.000 €/ha, como ya hemos señalado anteriormente, y para 100 hectáreas hemos transformado 1 de cada 7 ha, en el caso de 700 mm de precipitación anual, tenemos transformadas alrededor de 14 hectáreas con un incremento de su valor patrimonial de 168.000 €, valor que no deberíamos superar con la inversión. Valor patrimonial e incremento de

producción neto deberían sumarse, por lo que parece que la inversión es potencialmente interesante.



10

[http://servicios2.marm.es/sia/visualizacion/lda/economico/caracterizacion\\_agricultura.jsp](http://servicios2.marm.es/sia/visualizacion/lda/economico/caracterizacion_agricultura.jsp)

Para terminar con esta pequeña aproximación a un análisis de la inversión, estarían los datos de productividad por costes de metro cúbico de agua de regadío. Los valores más altos se alcanzan en horticultura y leñosas de acuerdo con la tabla adjunta del MAGRAMA. Dado que en Agua Forestal el agua es gratis año tras año, los costes del metro cúbico serían los de la inversión realizada, divididos por los años de amortización y la capacidad de embalse. Para 10 años de amortización, podríamos gastar en viñedo, frutal, olivar o cítricos hasta 4/5 €/m<sup>3</sup> de capacidad de embalse y distribución.

#### PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 17.

#### CALCULA LA RENTABILIDAD OBTENIDA POR APLICAR AGUA FORESTAL A REGADÍO, EN FUNCIÓN DE LOS CULTIVOS.

Se puede decir que las necesidades brutas de agua de riego por hectárea de regadío en España son las equivalentes a aportar al terreno un volumen de agua de 70 cm de profundidad al año. Esta altura de agua, muy ilustrativa de los importantísimos consumos de agua que tienen los regadíos, corresponde a 7.000 m<sup>3</sup> por ha y año. Imaginarse una hectárea de maíz inundada por 70 cm de agua, es algo muy difícil de asimilar para personas domiciliadas en ciudades y alejadas de la cultura del regadío. Una vez visualizada, se comprende, inmediatamente, el hecho de que el 80% del consumo de agua en España sea para regadíos, el 14% para consumo doméstico y el 6% para uso industrial.

Respecto a las necesidades de agua para riego, el concepto a cubrir son las diferencias entre las precipitaciones y la evapotranspiración. Los valores máximos de riego se darán en las zonas más cálidas, con más evapotranspiración y con mayor potencial productivo, y que tengan un menor valor de precipitaciones estivales. La puesta en riego de cultivos leñosos como el olivo o la vid lo que busca es proporcionar riegos de apoyo para el adecuado engorde del fruto, la oliva o la uva, respectivamente. En este caso el agricultor intenta maximizar los rendimientos entre el incremento de la producción y los costes del agua (incluidas las amortizaciones de las inversiones en riego), y las cantidades requeridas son menores, normalmente iguales o inferiores al 50% de la cifra de un regadío de herbáceas o de anuales.



11 Los cultivos herbáceos al contrario que las masas forestales tienen un poder de interceptación bajo.

### 3.- ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE ACUERDO A LA TIPOLOGÍA DE CLIENTE Y USUARIOS DE SERVICIOS.

#### 3.1.- DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA PROFESIONAL

El estudio de Diagnóstico de demanda profesional de servicios y bienes tangibles asociados a la producción de agua en tierras forestales realizado en Agua Forestal I durante el curso 2013/2014, nos ha permitido obtener una primera serie de datos de interés para conocer lo que se puede esperar de nuestros potenciales clientes.

En primer lugar, se trata de un colectivo profesional situado mayoritariamente entre los 35 y 45 años, con experiencia y alta cualificación, normalmente universitaria y del sector del Medio Natural. Hemos estudiado tres colectivos que hemos denominado profesionales de la Administración Pública, profesionales asociados a la propiedad privada y profesionales pertenecientes a empresas del sector de servicios forestales. Los dos primeros bloques pertenecen a nuestros potenciales clientes. El tercer bloque somos los potenciales actores de este nuevo nicho de mercado que denominamos Agua Forestal. Del estudio hemos extraído algunas pinceladas de gestión.



12 Todo profesional de Agua Forestal, debe ser un experto en meteorología, ciclo hidrológico, y ecología vegetal, pues será en el trabajo de campo donde se ganará la confianza de los clientes.- Chubascos invernales sobre Villalba. Madrid.

#### **PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 18.**

**SE CONSCIENTE DE QUE TUS CLIENTES PRIVADOS TENDRÁN UN NIVEL DE FORMACIÓN Y PRIORIDADES DISTINTO A TUS CLIENTES PÚBLICOS.**

*Las características que definen al gestor de la propiedad forestal pública y al de la privada presentan algunas diferencias, entre las que destaca como promedio una menor especialización formativa entre los propietarios privados, unida a una menor valoración de los beneficios y servicios ambientales asociados a las masas forestales. Entre los datos obtenidos en el trabajo de diagnóstico de la demanda realizado en Agua Forestal I se observa un enfoque más centrado en la rentabilidad económica de la propiedad, para los profesionales ligados a la propiedad privada. Por este motivo, mantienen un enfoque más allá de lo forestal, normalmente centrado en lo ganadero, lo cinegético y lo agrario y al mismo tiempo una demanda de renta para las distintas actividades económicas que se llevan a cabo en el predio. La apuesta de Agua Forestal es poner en el mercado la posibilidad de generar variaciones en los caudales de agua azul y agua verde de interés para la producción a partir de diversas acciones y herramientas.*

*Se reconoce en el propietario privado un interés mayor ya sea por la rentabilidad de su propiedad o bien por la disminución de los costes de mantenimiento. Por este motivo, tu oferta en el ámbito de Agua Forestal debería centrarse en el ahorro de costes de provisión de agua o bien en la aplicación de agua azul de dominio privado en el incremento de las producciones principales de la*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*propiedad, bien de carácter vegetal, bien de carácter animal, y de forma indirecta o directa: producción de forrajes o necesidades de agua para beber.*

El estudio de diagnóstico nos deparaba una sorpresa muy importante, que posteriormente hemos visto señalada por algún catedrático de hidrología de las escuelas forestales. El "hallazgo" está en relación con la existencia de falsos estereotipos alrededor de Agua Forestal que no se corresponden con la realidad.

Las respuestas de todos los colectivos responden al estereotipo asignado a los bosques por la sociedad: aumentan las precipitaciones, disminuyen la escorrentía, aumentan la recarga de acuíferos así como la evaporación y la transpiración. Como ya hemos dicho la realidad no es exactamente así, en especial en cuanto al aumento de las precipitaciones y la recarga de acuíferos.

- Los bosques no aumentan las precipitaciones en clima mediterráneo, tampoco las disminuyen. Sin embargo las respuestas se inclinan claramente a favor del incremento de las precipitaciones.
- En cuanto a recarga de acuíferos en clima mediterráneo la respuesta también debe ser matizada. Para zonas con precipitaciones inferiores a 450 mm, la recarga de acuíferos aumenta en superficies con un alto porcentaje de suelos desnudos y disminuye en suelos con cubierta forestal. Lo contrario sucede con precipitaciones por encima de estas cantidades. Las masas forestales son indispensables para la recarga de acuíferos y los suelos desnudos disminuyen la recarga. En este caso la opinión dominante y casi unánime es que aumentan la recarga de acuíferos. Es razonable y correcta para la media y alta montaña mediterránea, pero no tiene en cuenta el elevadísimo número de excepciones generadas por el gran número de variables interrelacionadas de las que depende este efecto, empezando por la interceptación y acabando por la profundidad de los suelos.

Pero aún hay más y más importante. El colectivo profesional cree mayoritariamente que las masas forestales regulan el caudal de la red hidrográfica, atemperándolo y aumentando o manteniendo su volumen frente a lo que sucedería en una zona deforestada. La realidad mediterránea es claramente contraria. La presencia de estas masas disminuye el caudal en la red hidrográfica (agua azul), ya que aumentan la utilización del Agua Forestal en forma de agua verde: evapotranspiración. Su respuesta se posiciona claramente a favor de una sobrestimación del valor hídrico de las masas forestales sobre los caudales. Desde el punto de vista de la demanda de servicios de Agua Forestal es un hándicap comercial importante, dado que hay que cambiar estereotipos muy consolidados. Nos atrevemos a decir, que en general, la sociedad o la ciudadanía, opinarían lo mismo que la muestra profesional analizada.

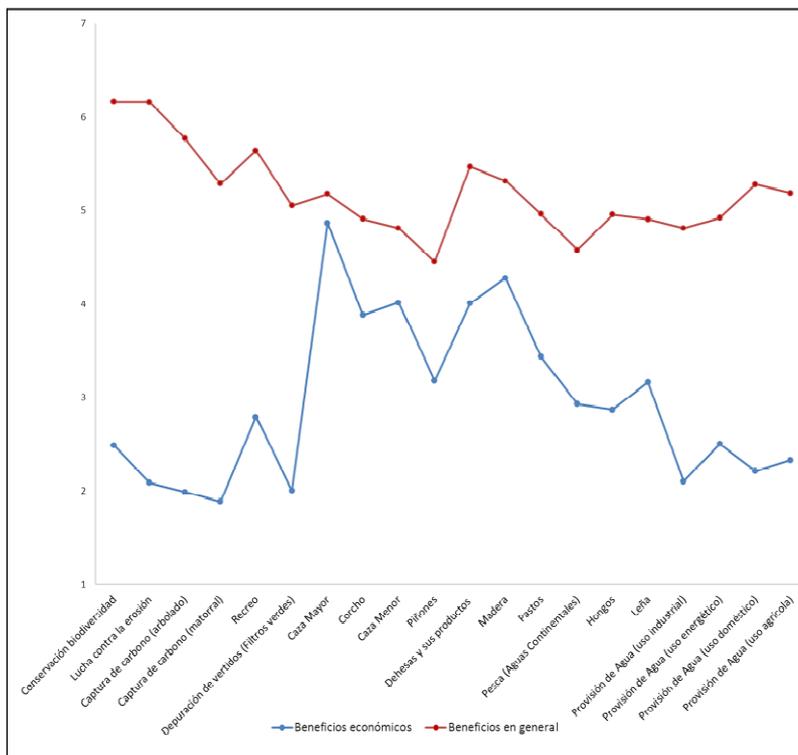
**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 19.**

**TUS CLIENTES, AL IGUAL QUE NUESTRA SOCIEDAD, TIENEN UN SERIE DE ESTEREOTIPOS ASOCIADOS A LAS MASAS FORESTALES. ALGUNOS DE ELLOS SON ERRÓNEOS.**

*Tus clientes han asimilado los siguientes estereotipos sobre las masas forestales: aumentan las precipitaciones, disminuyen la escorrentía, aumentan la recarga de los acuíferos e incrementan la evapotranspiración. Sin embargo algunos conceptos están equivocados. Por ejemplo los bosques no suelen aumentar las precipitaciones, sino que están formados por comunidades vegetales especialmente adaptadas a las mismas, tanto a su cantidad como a su distribución, aprovechando de forma muy eficiente este recurso. La eficiencia en su uso aumenta con la antigüedad de la masa. Además, los bosques mediterráneos no aumentan la recarga de los acuíferos, especialmente con precipitaciones inferiores a 450 mm anuales, pues el agua que pasa al suelo suele ser consumida por la propia vegetación y llega en menor cantidad a los acuíferos que si*

*fuera un suelo desnudo. Por tanto, uno de los obstáculos que te vas a encontrar en el mercado de Agua Forestal es la necesidad de sustituir el aprendizaje de estos estereotipos erróneos.*

Uno de los gráficos que muestra los resultados del estudio con más claridad es aquel que asigna los valores medios otorgados por los encuestados a cada uno de los servicios analizados. Se presentan ordenados en tres bloques, de izquierda a derecha, que podríamos denominar como biodiversidad y conservación; productos; y provisión de aguas. Por otro lado distinguimos dos líneas de valoración, una para beneficios económicos y otra para beneficios en general. Es importante saber que esta agrupación por bloques ha sido uno de las consecuencias del estudio, pues a los encuestados se les presentaban los servicios ambientales en orden aleatorio, siendo capaces de reconocerlos y agruparlos con su valoración. La clasificación por bloques nos puede ayudar a la hora de ofrecer nuestros servicios a nuestros clientes así como para facilitar la gestión de Agua forestal. Biodiversidad y conservación parecen coincidir con optimización de agua verde, y provisión de agua es idéntico a producción de agua azul.



13 Puntuaciones medias en términos de beneficios económicos y generales atribuidas a los 20 servicios por el conjunto de participantes (N =291).

- La línea de beneficios económicos no presenta grandes diferencias entre biodiversidad y provisión de agua, y reconoce claramente el grupo de productos tradicionales y con valor en el mercado como los de más valor económico.
- La línea de beneficios en general, es superior en todos los casos a la de beneficios económicos, otorgando el máximo valor a biodiversidad y un valor similar a productos y provisión de agua.
- La línea de beneficios económicos parece incluir en su valoración los beneficios económicos, una interpretación que es coherente con la realidad.
- La diferencia entre beneficios en general y beneficios económicos es mínima para los productos ya existentes en mercado, a los que se les incorpora un escaso valor añadido hasta completar los beneficios en general.

Existe una importante diferencia entre los valores económicos y los beneficios en general, que es reconocida por el colectivo profesional encuestado. Esto explica que la propiedad pública se concentre en el aprovechamiento, gestión y conservación de los beneficios generales, los servicios ambientales, mientras que la propiedad privada debería tender a ubicarse en el entorno de la gestión de productos con valor en el mercado.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 20.**

**TUS CLIENTES PÚBLICOS PRIORIZAN SERVICIOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL INCREMENTO DEL PESO DEL AGUA VERDE FRENTE A LA PROVISIÓN DE AGUA QUE APUESTA POR EL INCREMENTO DEL AGUA AZUL.**

*Es recomendable que trabajes con el convencimiento de que entre los gestores públicos hay una tendencia a dar mayor importancia a los servicios ambientales ajenos a la provisión de agua. En este sentido, como gestor de Agua Forestal y para dar respuesta a sus demandas, puedes manejar herramientas como la selvicultura hidrológica o la oasisificación a favor de la optimización del agua verde. Buscarás el máximo aprovechamiento del Agua Forestal en beneficio de la propia masa forestal y su crecimiento como ecosistema. Para ello intentarás eliminar al máximo la escorrentía, y aumentar la permanencia en el suelo del agua disponible favoreciendo el crecimiento de la vegetación, la diversidad de la misma y su persistencia.*

*La interpretación de esta percepción, no deja de ser algo curiosa. Podría ser por carencias o tendencias en la formación de los profesionales forestales. En sus programas educativos, el peso de conceptos relacionados con la influencia de los bosques sobre los caudales hídricos frente a otros temas como la conservación de especies y espacios naturales, que han ganado peso en estas últimas décadas, es prácticamente nulo. La formación forestal refleja la evolución de la sociedad. La única relación directa entre consumo de agua y masa forestal se ha asociado a las plantaciones de eucaliptos, probablemente con mayor importancia que la que en realidad tienen en comparación con otras especies mediterráneas como pueden ser los pinares de repoblación con especies de pino autóctonas.*

El estudio de diagnóstico realizado nos ha permitido conocer y retratar un colectivo profesional respecto a su posición frente a una nueva idea: Agua Forestal. Ese retrato puede resumirse en cuatro características:

- Es un colectivo que prioriza la función protectora y los servicios de biodiversidad frente a la provisión de agua. Es un posicionamiento realizado a pesar de que el valor real debería estar inclinado a favor de la provisión de agua como servicio principal de las masas forestales.
- Es un colectivo que conoce la íntima e importante relación entre masas forestales y agua, hecho compatible con la existencia de errores de concepto en cuanto al balance hídrico de las masas forestales mediterráneas.
- Es un colectivo que prioriza la calidad del Agua Forestal sobre la cantidad. Estos tres conceptos anteriores se traducen en que, en la actualidad, la gestión de las tierras forestales, maximiza y optimiza el agua verde sobre el agua azul.
- Es un colectivo, que está empezando a conocer nuevos planteamientos relativos a Agua Forestal, con importantes resistencia al cambio en conceptos básicos y elementales.

Desde el punto de vista del desarrollo de una estrategia empresarial en Agua Forestal, es imprescindible conocer estas circunstancias, para poder convertir lo que inicialmente parecen obstáculos, en oportunidades. Hay que trasladar la sobrevaloración de las masas mediterráneas para la producción de caudales a la realidad a partir de la palabra calidad y protección. Para ello, habrá que adaptar los servicios a ofertar a las características puntuales, hídricas, ecológicas, de propiedad y socioeconómicas de cada localidad. Las propuestas, soluciones y respuestas serán específicas para cada situación puntual y requerirán de una acción responsable, prudente y reversible.

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 21.**

**TENDRÁS QUE COMUNICAR Y CONVENCER A CONTRACORRIENTE.**

*La mayoría de los potenciales demandantes de Agua Forestal conceden poco valor relativo a este recurso y además incorporan conocimientos estereotipados y erróneos sobre la influencia de las masas forestales en el ciclo hidrológico mediterráneo. Hemos comprobado, en nuestro estudio de*

*diagnóstico de la demanda, que los servicios asociados a provisión de agua están considerados por detrás de otros servicios ambientales de las masas forestales como pueden ser la protección de la biodiversidad, la fijación del carbono, o la lucha contra la erosión. Sin embargo, el valor equivalente en el mercado de los servicios asociados a provisión de agua por las masas forestales españolas es muy superior a todos ellos, y con una marcada diferencia en valores absolutos y relativos. Es de más de 400 €/ha para la provisión de agua media según Valoración de los Activos Naturales en España (VANE), frente a un valor total de los servicios superior a los 600 €/ha. Este es un obstáculo a superar sobre todo al trabajar con clientes gestores de la propiedad pública.*

*El cliente de servicios de Agua Forestal, reconoce la importancia de las masas forestales en el ciclo hídrico. Incluso la sobreestima en cuanto a que asocia un incremento de caudales a su presencia. Sin embargo, no suelen tomar en cuenta al agua como factor o variable clave para la gestión de las tierras forestales. Para cambiar su punto de vista debes empezar por asociar la palabra calidad de agua a la presencia de bosques, así como el concepto de ahorro en tratamientos de depuración para su consumo. Pero desde Agua Forestal, lo que te interesa especialmente es transmitir que puedes influir en los caudales sin poner en riesgo la persistencia de la masa ni la calidad del agua azul obtenida. Tu objetivo será conseguir que tus clientes vean los bosques como lo que son: unos eficaces proveedores de agua de calidad, sobre cuyos caudales se puede influir, y que por el hecho de realizar esta función, están al mismo tiempo favoreciendo la conservación de la biodiversidad y la producción de recursos y bienes renovables muy valiosos.*

### 3.2.- NECESIDADES DE AGUA FORESTAL AJENAS A LOS PREDIOS DE ORIGEN Y EL ARTE DE LA GESTIÓN DE SERVICIOS ASOCIADOS.

Cuando hablamos de los efectos de la gestión del Agua Forestal más allá de los predios de origen, normalmente, estamos hablando de planteamientos relacionados con la gestión de lo público y el bien común. En la actualidad, el ejercicio de esta responsabilidad recae sobre las Administraciones Públicas. En el caso de que se empiece a producir un pago o una compensación por Servicios Ambientales, esta responsabilidad también podría recaer en la propiedad privada forestal.

La gestión de las propiedades públicas forestales se mueve en el siguiente marco (Opinión personal):

- Aseguramiento de la persistencia de la masa.
- Mantenimiento de la función protectora frente a la erosión y los eventos catastróficos de tipo riadas.
- Mantenimiento de la calidad de las aguas que tienen su origen en las masas forestales.
- Aseguramiento de los valores para la conservación de la masa. Conservación de la biodiversidad presente en las mismas.
- Ordenación del uso y disfrute de los montes.



14 La coordinación entre las Administraciones Públicas gestoras de montes situados en cabecera de cuencas, con las Confederaciones Hidrográficas debería ser objeto prioritario en toda planificación forestal e hidrológica. La Barranca. Navacerrada. Madrid.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

- Incremento de la rentabilidad del monte a partir de los productos forestales clásicos: madera, leña/biomasa, producción de corcho, resina, recolección de frutos, setas y hongos, con el fin de disminuir los costes de mantenimiento, o bien de aumentar los beneficios en aquellos lugares donde estos se producen.

El marco habitual de funcionamiento no contempla la selvicultura hidrológica destinada a variar la cantidad de los caudales de la red hidrográfica bajo influencia directa o indirecta de la masa forestal. Lo más aproximado, con cierta significación o reflejo en el paisaje, son las plantaciones forestales asociadas a las grandes y medianas obras hidráulicas buscando la disminución de los procesos erosivos y el consecuente aterramiento de los embalses. Dado que la mayor parte de los embalses españoles, más de 1.300, se han desarrollado en el último siglo, las repoblaciones acompañantes han ido cumpliendo con esta labor, y muchas de ellas forman, en la actualidad, masas monoespecíficas de varias décadas de edad, constituidas por especies xerófilas, generalmente pinares. Dichas masas mantienen la función protectora del suelo, pero no tienen asignadas, funciones relacionadas con la modificación de caudales destinados a la red hidrográfica. Su ordenación podría asignarles este tema como vocación principal.

La selvicultura hidrológica es una de las piedras angulares de Agua Forestal. Y dado que la provisión de agua es el principal servicio ambiental de las masas forestales, adquiere una especial importancia su incorporación a los objetivos de gestión de las Administraciones Públicas responsables. Entre estas distinguimos cuatro posibles propietarios con intereses previsiblemente diferentes:

- Administración Local: este tipo de Administración podría definirse como el que intenta obtener una máxima rentabilidad económica y de uso a su patrimonio forestal. En aquellos lugares con escasez de agua, el monte es una opción para fomentar la recogida y distribución de agua para uso doméstico. Todo ello supeditado a la optimización de la masa como espacio de acogida de uso público. El tipo de masa necesaria para estos fines tendría una vocación con tendencia a favor del agua azul y en contra del agua verde. A favor de la recolección de agua y en contra del exceso de biomasa en el monte.
- Confederaciones Hidrográficas: la vocación asignada a las masas que gestiona es la protección frente a la erosión y el aterramiento. Esta opción es compatible con un incremento en la producción de agua azul frente a la situación actual. En este sentido las masas manejadas de pinos mediterráneos generan una mayor producción de agua azul que sin manejo y con acumulación de biomasa en forma de vuelo. Diversos estudios y modelos garantizan esta afirmación. Sin embargo en los Planes de Ordenación de Cuenca que hemos hojeado no hemos encontrado planteamientos a favor de una selvicultura hidrológica para la producción de nuevos recursos hídricos.

*PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 22.*

*LAS CONFEDERACIONES HIDROGRÁFICAS CONSTITUYEN UNO DE TUS RETOS MÁS DIFÍCILES COMO CLIENTE.*

*Es probable que si te pones a buscar alguna referencia de selvicultura hidrológica asociada a la cuantía de caudales entre los Planes Hidrológicos de Cuencas, no encuentres nada. En ellos no se contempla la vegetación forestal como una variable a manejar en cuanto a la disponibilidad de caudales. Sigue dominando de forma casi exclusiva el enfoque de lucha contra la erosión, independientemente de los efectos que tengan las formaciones vegetales sobre la disponibilidad de un caudal menor o mayor en la red hidrográfica. En otras palabras, domina la variable calidad de agua y la de duración de la infraestructura por reducción del aterramiento.*

*Una broma corporativa típica entre Ingenieros de Montes es decir que la mejor cuenca hidrológica para un Ingeniero de Caminos es aquella que está totalmente hormigonada, como un gran aljibe.*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*No se llega a este grado de caricatura en los Planes Hidrológicos. Simplemente se ha ignorado hasta hace poco el tema de los caudales. No deja de asombrarnos y no deja de ser una oportunidad para aprovechar.*

- Administraciones Autonómicas: las administraciones responsables del Medio Natural, en zonas mediterráneas, se encuentran en la actualidad con el hecho de que los montes que están bajo su responsabilidad dan resultados económicos negativos en su gestión. Por este motivo, en muchas de nuestras Autonomías se están intentando poner en marcha planteamientos que podríamos denominar “privatización de la gestión”, en diversos grados. El pago por servicios ambientales podría paliar este problema y en concreto a partir del establecimiento de políticas de coordinación entre unidades administrativas gestoras de aguas y unidades gestoras de masas forestales. Por ejemplo, la creación de nuevos embalses para provisión de agua doméstica, se puede obviar, con el incremento de los caudales veraniegos o bien con el incremento de los caudales anuales, en aquellos lugares donde la capacidad de embalsado no sea el problema. El ahorro por no realizar obras de nuevo embalsado y distribución puede destinarse para el tratamiento hidrológico y conservación de las masas forestales que van a posibilitar dicho incremento de caudales. Un dato conservador en este sentido sería afirmar que con tratamientos como las claras se puede incrementar la escorrentía en un 5% del total de la precipitación, valor compatible con un incremento similar del 5% en la infiltración. Es decir para 700 mm de precipitación un incremento de 70 mm totales de agua azul. Serían necesarias 1.429 ha de tratamiento para garantizar un incremento de 1 hectómetro cúbico en los caudales. Esta cantidad de agua es la que consumen 18.000 personas aproximadamente.
- Administración estatal especializada: por ejemplo Parques Nacionales, o Ministerio de Defensa. La gestión de estas Administraciones como propietarias corresponde con los propios fines de las mismas. En la primera entidad es la conservación de la biodiversidad lo que domina y dependiendo del lugar donde se sitúe el Parque, tierras altas o tierras bajas, los balances de agua azul y verde pueden ser contradictorios. En tierras bajas la tendencia será hacia el máximo de agua verde lo mismo que en las altas. Lo que sucederá en las primeras es que el agua azul probablemente tienda a cero, mientras que en nuestras montañas alcanza porcentajes y valores absolutos considerables. Por el contrario, el Ministerio de Defensa, prefiere para sus fines tierras con una baja cobertura vegetal, y en consecuencia con vocación para la producción de agua azul.

Los problemas asociados a la tradicional escasez de agua pueden ser aliviados y solucionados en parte con la gestión de Agua Forestal. Las administraciones responsables de los predios forestales públicos pueden aportar su visión en este sentido. Supongamos que lo que queremos es aumentar la producción de materia vegetal. Para ello deberemos utilizar todas las herramientas en nuestra mano para convertir el agua azul en agua verde productiva. En este sentido tenemos muchas opciones directas e indirectas:

- Eliminar la escorrentía incrementando la infiltración.
- Captar la escorrentía a través de embalsado y posterior aplicación a riego dimensionado sin sobrantes.
- Disminuir la interceptación, aumentar la escorrentía y, a través del embalsado y el riego complementar los déficits hídricos estivales.
- Disminuir la infiltración, aumentando la escorrentía y captándola a través del embalsado y el riego para complementar los déficits hídricos estivales.

Si lo que queremos es aumentar el agua azul en la red hidrográfica a partir de la disminución de consumo de agua verde podemos:



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

- Aumentar la infiltración profunda eliminando la escorrentía y disminuyendo la interceptación y la evapotranspiración.
- Disminuir la interceptación y la evapotranspiración, clareando la masa, aumentando la infiltración y manteniendo nula la escorrentía.
- Disminuir la interceptación, incrementar la escorrentía, disminuyendo la infiltración y la evapotranspiración.
- Disminuir la interceptación y la evapotranspiración, clareando la masa, aumentando la infiltración y aumentando la escorrentía.

Cada momento y situación tienen una estrategia determinada multivariable. El resultado final será generalmente incierto y deberá ser modelado y pilotado previamente. Depende del tapiz vegetal que cubra el paisaje, de la capacidad de retención de los suelos que lo sustentan, de la pendiente, el relieve, el régimen de precipitaciones y temperaturas, etc. En el caso de las administraciones públicas, los efectos en el agua azul, se van a ver reflejados más tarde o más temprano en otro dominio público, la red hidrográfica.

Todas estas opciones se pueden simplificar en estas ideas:

- Todas aquellas actuaciones que tiendan a favorecer el desarrollo de la masa forestal, su estabilidad y complejidad, tenderán a aprovechar el Agua Forestal correspondiente a una localidad al máximo y por lo tanto disminuirá el porcentaje de agua azul y sus valores absolutos produciéndose un incremento del porcentaje de agua verde:
- A menores precipitaciones anuales, tanto el porcentaje como el valor absoluto del agua azul disminuyen hasta desaparecer, siempre que exista un mínimo de capacidad de infiltración y retención de los suelos. Por debajo de un valor próximo a los 400 mm anuales suele ser un hecho en el mediterráneo peninsular.

El medio natural mal conservado es contrario a esta situación:

- Con altas precipitaciones, los suelos quemados, por ejemplo, se pierden y se arrastran, el agua azul aumenta, disminuye su calidad, pero dada la capacidad de creación de suelos de los climas húmedos y templados, a la larga, acaban cubriéndose de nuevo de matorral pirófilo y producen una gran cantidad de agua azul de relativa calidad.
- Con bajas precipitaciones los suelos se desnudan, las escorrentías aumentan de forma exponencial y el porcentaje de agua azul aumenta, pasando a ser agua de muy baja calidad.

En estos dos casos las diferencias están en la calidad del agua azul al cabo del tiempo, pues en ambos casos aumenta su cantidad a corto y medio plazo.

#### *PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 23.*

*NO LO OLVIDES: NO HAY DOS SITUACIONES IDÉNTICAS NI SOLUCIONES HOMOGÉNEAS. CADA LOCALIDAD NECESITA DE TUS SOLUCIONES ESPECÍFICAS COMO ESPECIALISTA.*

*Por ejemplo, los efectos de la altura en el incremento de precipitaciones en una gran propiedad se hacen evidentes a partir de la aparición de distintos pisos de vegetación en forma de cliserie altitudinal. Puedes pensar que, en el interior de la península, este cambio se observa siempre entre los encinares (esclerófilos), a las formaciones de quercineas caducifolias marcescentes (subesclerófilas), como pueden ser los melojares (rebollares), los quejigares o los robledales de roble pubescente. Que bastaría con que se alcancen precipitaciones próximas a los 600 mm anuales en algún punto de la ladera. Sin embargo lo normal es que no se visualice una cliserie forestal si los desniveles no son superiores a los 400 m. Para observar su presencia se suelen requerir desniveles superiores. Una de las razones, es que las masas forestales de una especie*

"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

climática que genera bosques monoespecíficos, suelen generar condiciones en su entorno inmediato y su interior, favorables a su propia especie. Si a esto le añades un principio paleobotánico de ocupación del espacio que se puede definir como la "ventaja del que primero llegó", resulta que se necesitan grandes diferencias de cota y grandes extensiones para que aparezcan dichas cliserias.

Su ausencia no significa que las precipitaciones no hayan aumentado con la altura, sino que una especie no ha permitido la entrada de la otra, por lo que a efectos de gestión de Agua Forestal, la vegetación presente te puede estar mandando un mensaje equívoco. La formación, la cualificación y la experiencia te permitirán evitar este error.

Como hemos ido razonando, los servicios de provisión de agua de las masas forestales en la gran mayoría de los montes de carácter público, dejan notar sus efectos a distancia a través de la red hidrográfica. En este sentido la estrategia a seguir de acuerdo con la variable temporal puede presentarse como una tensión entre dos opciones:

- Ciclo corto: el incremento de agua azul se canaliza en la medida de lo posible a través de escorrentía. El agua llega a la red hidrográfica en muy poco tiempo y los caudales sufren variaciones importantes. En verano el estiaje, si se produce, será más largo y acusado. La recolección de esta agua requiere de mayores infraestructuras de embalsado por dos motivos:

- Capturar los picos de caudal máximo con la máxima eficacia.
- Retener el volumen de agua necesaria para pasar un largo estiaje, que como hemos dicho, hemos incrementado al favorecer la escorrentía.

- Ciclo largo: El agua llega a la red hidrográfica a través de los acuíferos y la escorrentía subsuperficial. Llega en menor cantidad pero de forma más pausada. El periodo de estiaje disminuye, los caudales veraniegos aumentan y el volumen de embalsado necesario para superar este periodo es menor.

- Los picos de caudales son menores, por lo tanto para mantener la eficacia necesitamos menos volumen de embalsado.
- El periodo de estiaje es menor. Solo necesito embalsar los déficits de agua entre las necesidades a provisionar y los caudales de entrada.

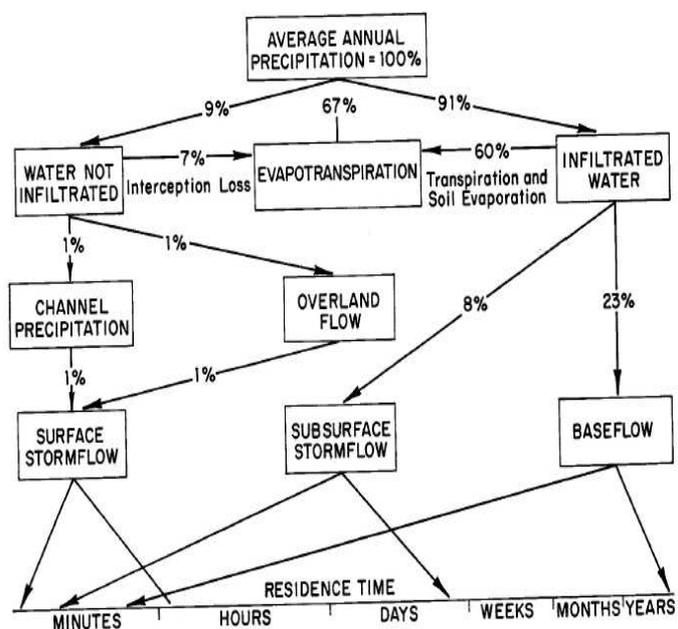


Figura 2. Tipos de flujo y tiempo de estancia del agua en la cuenca. Promedio para zonas forestales templadas en EEUU. (Hewlett, 1982)

15 Integración de la producción de agua en los criterios de gestión forestal. Multifuncionalidad y prerequisites. (L. Rojo Serrano) Actas de la Expo 2008 de Zaragoza

En consecuencia, el emprendedor en Agua Forestal debe manejar estos datos con eficacia y saber transmitir estas ventajas y necesidades a sus clientes de la Administración. A continuación incluimos un gráfico procedente de un interesante artículo de síntesis de Leopoldo Rojo, traído a su vez de otro documento previo.

Esta figura muestra como los distintos tipos de flujo del ciclo hidrológico forestal tienen una estrecha relación con su tiempo de estancia en la cuenca forestal estudiada y pilotada. A la derecha figura el agua infiltrada (23% de la precipitación), que da lugar al flujo de base que puede permanecer desde minutos hasta años en la propia cuenca. A la izquierda la escorrentía superficial que tan solo supone un 2%, y cuya presencia se mide en minutos o fracciones de hora. Hay que reseñar que estos datos son casi siempre para precipitaciones anuales superiores a 700/800 mm, y que no tienen por qué corresponder a un clima mediterráneo.

### 3.3.-VOCACIÓN Y DEMANDA DE AGUA FORESTAL EN LAS TIERRAS FORESTALES MEDITERRÁNEAS ESPAÑOLAS.



16 Los planteamientos de Agua Forestal, se pueden realizar a diversas escalas. Desde la planificación hidrológica de cuencas, hasta la resolución de necesidades hídricas en pequeñas propiedades.

Para hacer la primera aproximación al volumen de agua azul y verde de una localidad, la vía más directa es la realización de un balance hídrico simplificado. Partiremos de la precipitación anual que distribuiremos de forma más o menos uniforme entre los 9 meses lluviosos dejando una cantidad testimonial para el verano. En cuanto a la evapotranspiración, lo que nos interesa principalmente es si será superior o inferior a la precipitación, y dejaremos una cantidad residual para el invierno. Podemos suponer que para un paisaje forestal la capacidad de retención del suelo es 100 mm.

A continuación incluimos una tabla modelo para precipitaciones de 400, 600, 800 y 1000 mm. En la tabla observamos como el porcentaje de agua azul crece con la precipitación pasando de 0 a un 44% en valores porcentuales, y de 0 a 435 mm en valores absolutos. También vemos que la producción de agua azul aparece a partir del mes de enero.

De la tabla se puede deducir algo que parece totalmente evidente. A mayores precipitaciones mayor volumen de agua azul disponible. Tan solo en el tramo de 0 a 400 mm este hecho no se cumpliría, pues su valor siempre sería nulo. En consecuencia la vocación para Agua Forestal del territorio español se puede definir perfectamente a partir de la precipitación anual. Por desgracia, los lugares más áridos son los que tienen menos potencial para producir agua azul. Sin embargo, los mediterráneos más lluviosos también pasan por un periodo de sequía estival, que es donde está nuestra oportunidad de negocio, recogiendo agua en invierno y guardándola para el seco verano, donde sin agua no hay productividad. Es la oportunidad de la presencia de una

"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

estación a la vez seca y cálida. Precipitaciones superiores a los 700 mm solo aparecen dentro del mediterráneo español en sus montañas.

MES	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	JL	AG	
Evapotranspiración Potencial	EVP>>PP	EVP><PP	25	15	15	20	30	EVP><PP	EVP>>PP	EVP>>>PP	EVP>>>>PP	EVP>>>>PP	
Precipitaciones	20	40	40	40	40	40	40	40	40	40	10	10	400
Balance	(-)	(-)	15	25	25	20	10	0	-30	-80	(-)	(-)	
Agua Retenida en el suelo	0	0	15	40	65	85	95	95	65	0	0	0	
Capacidad de retención	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Infiltración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Infiltración acumulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
MES	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	JL	AG	
Evapotranspiración Potencial	EVP>>PP	50	30	10	10	15	30	50	EVP>>PP	EVP>>>PP	EVP>>>>PP	EVP>>>>PP	
Precipitaciones	45	60	60	60	60	60	60	60	60	45	15	15	600
Balance	(-)	10	30	50	50	45	30	10	-30	-70	(-)	(-)	
Agua Retenida en el suelo	0	10	40	90	100	100	100	100	70	0	0	0	
Capacidad de retención	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Infiltración	0	0	0	0	40	45	30	10	0	0	0	0	
Infiltración acumulada	0	0	0	0	40	85	115	125	125	125	125	125	21%
MES	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	JL	AG	
Evapotranspiración Potencial	EVP>>PP	50	30	10	10	15	30	50	EVP>>PP	EVP>>>PP	EVP>>>>PP	EVP>>>>PP	
Precipitaciones	45	80	80	80	80	80	80	80	80	60	25	30	800
Balance	(-)	30	50	70	70	65	50	30	-30	-70	(-)	(-)	
Agua Retenida en el suelo	0	30	80	100	100	100	100	100	70	0	0	0	
Capacidad de retención	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Infiltración	0	0	0	50	70	65	50	30	0	0	0	0	
Infiltración acumulada	0	0	0	50	120	185	235	265	265	265	265	265	33%
MES	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	JL	AG	
Evapotranspiración Potencial	EVP><PP	50	30	10	10	15	30	50	70	EVP><PP	EVP>>>PP	EVP>>>>PP	
Precipitaciones	70	100	100	100	100	100	100	100	100	70	30	30	1000
Balance	0	50	70	90	90	85	70	50	30	0	-60	-60	
Agua Retenida en el suelo	0	50	100	100	100	100	100	100	100	100	40	0	
Capacidad de retención	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Infiltración	0	0	20	90	90	85	70	50	30	0	0	0	
Infiltración acumulada	0	0	20	110	200	285	355	405	435	435	435	435	44%

Si se observa un mapa de precipitaciones de la península, podemos obtener dos conclusiones muy interesantes:

- En primer lugar hay territorio mediterráneo abundante con precipitaciones anuales medias superiores a 500 mm en el que se genera agua azul, al menos en los años más lluviosos.
- Las montañas mediterráneas son las zonas más lluviosas de la región mediterránea peninsular. Si a esta observación la unimos la de los días de precipitación anual y los días de precipitación anual superior a 10 mm, llegaremos a la conclusión de que en las montañas llueve un número de días similares a los de su entorno, pero cuando llueve, lo hace con mucha más intensidad. En consecuencia las montañas son excelentes captadores de precipitación, y la vocación prioritaria de las masas forestales que las cubren es evidente: la provisión de agua de calidad al resto del territorio.

**PINCELADA: PARA LA GESTIÓN: 24.**

**INSPIRATE EN LAS MONTAÑAS MEDITERRÁNEAS PARA ENCONTRAR SOLUCIONES EN AGUA FORESTAL.** Las montañas mediterráneas cuentan con unas precipitaciones normalmente superiores a los 600 mm. Con esta cantidad de precipitación se puede estimar, de acuerdo con los balances hídricos, una producción de agua azul (toda ella infiltración), superior al 20% en forma de infiltración profunda. Cuando trabajas en estas situaciones deberás tener cuidado con lo que haces y sus efectos en el ciclo hidrológico. Si con diversas actuaciones de gestión consigues que la escorrentía alcance ese 20%, lo que sucederá es que dicho porcentaje no entra en el suelo y, por lo tanto, en el ciclo hídrico forestal, con lo que el sobrante esperado en forma de infiltración desaparece. Es decir, salvo matices, cambias la infiltración inicial por escorrentía. No ganas nada y pierdes calidad de agua y de masa forestal. Para aumentar el volumen de agua azul puedes tener la tentación de aumentar la escorrentía hasta porcentajes superiores al agua azul obtenida en un

balance hídrico tipo. Esta opción para altas precipitaciones conlleva el incremento o la aparición de procesos erosivos importantes así como un alto riesgo de crecidas y riadas. Por lo tanto deberás descartarla.

En consecuencia, para aumentar el volumen de agua azul y disminuir el consumo de agua verde, solo te queda una opción: disminuir la densidad de la masa a partir de claras intensas pero sin sobrepasar el nivel que provoque la aparición de suelos desnudos y procesos erosivos. Sus efectos sobre la interceptación y la evapotranspiración harán bajar el consumo de agua verde. Buscar el punto de equilibrio entre máxima infiltración profunda y mínima evapotranspiración será tu labor como gestor de un monte con objetivos hídricos. En cualquier caso la teoría dice que es una medida de carácter secundario, pues la evapotranspiración potencial es un valor que depende poco de la tipología de la vegetación y mucho de la temperatura, la latitud o las horas de luz. Por ello, será la presencia o ausencia de una cubierta vegetal la que influye en el volumen de evapotranspiración. Sin embargo existe un volumen de datos suficiente en cuencas medianas que parecen sugerir que sí influyen las características del tapiz vegetal.

Además de la precipitación media anual, existe otro hecho en el clima mediterráneo de gran significación: la irregularidad climática. Presenta una doble vertiente. La variación de las precipitaciones anuales y la presencia de precipitaciones diarias de altísima intensidad. Se puede afirmar, que a mayor mediterraneidad, más irregularidad. En estos casos la estrategia de recolección de Agua Forestal puede llegar a depender de los años buenos pluviométricamente, debiendo preverse la existencia de ciclos de años negativos a estos efectos. Una visión optimista de esta característica es la afirmación que dice que, a largo plazo está garantizada la existencia de años con balances hídricos positivos para la recolección. Como dato de la variabilidad existente, se puede decir que en los observatorios que se sitúan en las zonas más mediterráneas o irregulares pluviométricamente de la península Ibérica, la máxima precipitación diaria, supera en más del 50% de los meses a la precipitación media de todo el mes (suma de 30 días). Los valores alcanzados dichos días, son todos ellos grandes productores de escorrentías y en general conllevan un reflejo en la red hidrográfica: riadas y arroyadas temporales muy importantes.

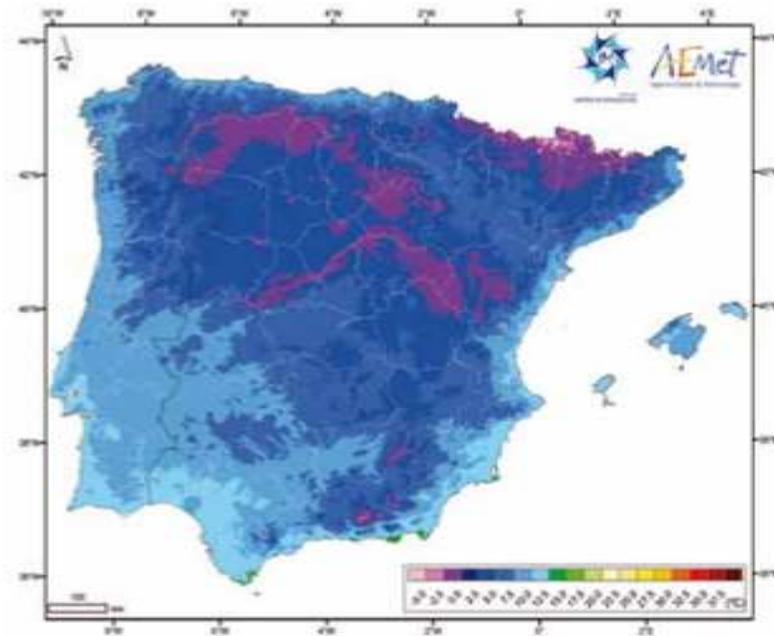


Fig. 6. Temperatura media de enero.  
Média da temperatura média em Janeiro.  
Average mean temperature in January.

17 Procedencia de la imagen Atlas climático Ibérico.

Existen otras muchas variables que influyen en la composición y cantidad de Agua Forestal de una localidad. Todas ellas han sido comentadas en la Guía Prontuario pero, en concreto la temperatura, no lo ha sido en detalle, y queremos aprovechar esta oportunidad para hacerlo. Forma parte del bagaje necesario para ejercer el Arte de la Gestión, no solo por los conceptos que conlleva, sino como ejemplo de la cantidad de variables que debemos tener en cuenta para hacer un buen retrato de situación.

Es evidente que la principal variable en la producción de Agua Forestal es el volumen de

precipitaciones recibidas. El segundo puesto en importancia lo ocupa la temperatura. A mayor temperatura, mayor será la evapotranspiración potencial, y por lo tanto mayor será el consumo de agua verde y menor será la disponibilidad de agua azul con destino a la red hidrográfica.

A partir del anterior mapa de temperaturas medias anuales del Atlas Climático Ibérico del MAGRAMA, se pueden observar perfectamente el potencial de consumo de agua verde de las comarcas mediterráneas.

- Destacan con los valores más altos la cuenca del Guadalquivir, el litoral del Sureste y en éste destaca gran parte de la Región de Murcia.
- Los valores más bajos de consumo de agua verde se van a producir en la media y alta montaña mediterránea y en la Meseta Norte.
- La meseta sur y la fosa del Ebro son más frías que las cuencas atlánticas del Tajo y el Guadiana o la zona alta del Guadalquivir. El litoral mediterráneo es equiparable a todas ellas.

Para terminar, si observamos en este mismo Atlas las temperaturas medias del mes más frío podemos definir una zona libre de parada fisiológica invernal (Intensidad Bioclimática Fría=0). Corresponde con el cuadrante suroccidental, en especial en las zonas más próximas al litoral atlántico y una franja litoral muy estrecha a lo largo de todo el Mediterráneo. Es decir que durante todo el año, si hay agua, la vegetación está activa.



Fig. 5. Temperatura media anual.  
Média da temperatura média anual.  
Annual average mean temperature.

18 Procedencia de la imagen: Atlas Climático Ibérico.

Para poder valorar la importancia de estos factores vamos a dar unos datos sobre algunas estaciones meteorológicas significativas de algunas de las regiones más representativas. Para ello utilizaremos los datos presentes en los diagramas bioclimáticos del Mapa Forestal de España, incluidos en sus hojas de escala 1:200.000. Elegiremos algunas de las ciudades más representativas de las zonas mediterráneas. Los planos son de descarga libre vía internet desde el MAGRAMA.

LOCALIDAD	ALTURA	PRECIPITACIÓN ANUAL	EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	IBP	IBR W 0% CR 100 mm
Sevilla	10.0	576.0	938.0	25.0	10.0
Murcia	72.0	293.0	964.0	23.9	6.6
Cáceres	459.0	486.0	926.0	20.3	7.2
Albacete	698.0	367.0	984.0	15.3	2.5
Soria	10,801.0	523.0	804.0	10.1	3.2
Blanes (Gerona)	18.0	629.0	785.0	19.0	11.9



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

El análisis de estos datos es muy interesante, pues matiza bastante el funcionamiento del balance hídrico de acuerdo con el modelo de los diagramas bioclimáticos. Utilicemos como referencia Albacete para comparar los resultados.

En primer lugar se puede observar como la Evapotranspiración potencial es máxima en Albacete, a pesar de que las temperaturas medias anuales son inferiores a las de Murcia, Sevilla, Cáceres o Blanes, de las que esperaríamos unos valores superiores. El motivo es la utilización de una constante K de corrección que depende de diversas variables entre las que se encuentran:

- El índice de calor anual que depende de las temperaturas medias mensuales y anuales y aumenta con la temperatura.
- Las horas de luz del día que dependen de la latitud. La variación anual intermensual en zonas de latitudes más altas es mayor que en latitudes más bajas. Por ejemplo en León, los valores son más bajos en invierno y más altos en verano que en Cádiz.
- Por último influyen también las horas de luz reales, lo que justifica que las ciudades situadas en la cornisa Cantábrica y Galicia tengan valores de K inferiores.

De este modo Albacete justifica bien su mayor valor para las ciudades situadas en latitudes más bajas y con números de días de nubosidad similar. El caso de Blanes, de latitudes superiores se justificaría por un nubosidad un 30/50% superior a Albacete. El caso de Cáceres se similar pero con menor diferencia en nubosidad.

Las bajas temperaturas invernales hacen que la Intensidad Bioclimática Potencial (IBP, que mide la capacidad del clima para producir "materia vegetal"), sea muy inferior en Albacete y Soria, y entre las ciudades más cálidas, estas se ordenan de acuerdo a las temperaturas medias mensuales y anuales. A mayor calor más IBP. Sevilla toma la delantera en este caso.

Para terminar el análisis observamos ahora la Intensidad Bioclimática Real (IBR), en la que precipitación y temperatura se ven reflejadas de forma combinada. Este valor es el que mide la productividad real de la vegetación. En este caso, el máximo lo marca el lugar más lluvioso y más cálido debido a la actividad vegetativa invernal, mientras que los mínimos corresponden al lugar más seco pero no más frío, debido a la mayor escasez de agua durante el periodo de crecimiento de las plantas y la poca capacidad de generar superávits invernales, que retenidos en el suelo, puedan ser consumidos en primavera.

Las diferencias entre IBR e IBP, también ofrecen un dato relevante en Agua Forestal, pues nos permiten valorar los efectos del riego en el incremento de producción. Este hecho puede explicar la implantación de los regadíos en provincias tan áridas como Albacete o Murcia.

Como ya hemos dicho, existen otras variables que son comentadas en la Guía Prontuario de Agua Forestal. En estas líneas tan solo vamos a añadir alguna tabla significativa, así como asociaciones de variables que suelen actuar en el mismo sentido.

Por ejemplo, en las zonas bajas de vertientes y laderas se dan una serie de condiciones favorables para la vegetación que pueden llegar a generar paisajes vegetales singulares, que en los mejores casos, acogen a flora relictica. Son zonas donde por escorrentia superficial o subsuperficial, o bien por afloramientos procedentes de acuíferos locales, aumenta la disponibilidad de agua. En ellas se suele producir acumulación de arrastres de ladera, por lo que presentan suelos jóvenes y profundos con una mayor capacidad de retención de agua. Para terminar, si la orientación es de umbría, la evapotranspiración es menor e incluso en algunos



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

casos pueden darse casos de concentraciones de heladas por inversión térmica. En definitiva, son lugares que sirven de refugio a flora más atlántica y eurosiberiana que la de la comarca. Desde el punto de vista de Agua Forestal, buenos para el fomento de la biodiversidad, la creación de puntos de agua y la optimización del agua verde.

Respecto a los efectos del suelo, en especial su capacidad de retención de agua, hemos encontrado esta tabla también muy ilustrativa de la acción conjunta de varias variables. En ella podemos observar que los suelos con mayor capacidad de retención corresponden a bosques cerrados sobre suelos francos. Esta situación es la que está detrás de la presencia de algunos de nuestros hayedos peninsulares meridionales o bien de la presencia de quejigos en fondos de valle. La capacidad de campo asociada a su capacidad de retención es la que justifica una travesía favorable del tiempo de estiaje.

Textura del suelo	Capacidad de campo (agua utilizable) mm./m.	Profundidad radicular m.	Capacidad de retención (Agua total utilizable) mm.
<b>Cultivos de raíces Someras</b>			
Arenoso fino	100	0,50	50
Franco arenoso fino	150	0,50	75
Franco limoso	200	0,62	125
Franco arcilloso	250	0,40	100
Arcilloso	300	0,25	75
<b>CULTIVO DE profundidad moderada (cereales)</b>			
<b>RAÍCES DE</b>			
Arenoso fino	100	0,75	75
Franco arenoso fino	150	1,00	150
Franco limoso	200	1,00	200
Franco arcilloso	250	0,80	200
Arcilloso	300	0,50	150
<b>Cultivos de raíces profundas (praderas, arbustos)</b>			
Arenoso fino	100	1,00	100
Franco arenoso fino	150	1,00	150
Franco limoso	200	1,25	250
Franco arcilloso	250	1,00	250
Arcilloso	300	0,67	200
<b>Arboles frutales (arbolado, dehesa)</b>			
Arenoso fino	100	1,50	150
Franco arenoso fino	150	1,67	250
Franco limoso	200	1,50	300
Franco arcilloso	250	1,00	250
Arcilloso	300	0,67	200
<b>Bosque cerrado</b>			
Arenoso fino	100	2,50	250
Franco arenoso fino	150	2,00	300
Franco limoso	200	2,00	400
Franco arcilloso	250	1,60	400
Arcilloso	300	1,17	350

19 Capacidad de almacenamiento de agua según suelo y cultivo. Apuntes disponibles en la web, de la universidad de Sevilla. No se citan autores. Bloque I Métodos analíticos de los factores mesológicos de la vegetación

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 25.**

**SI TIENES LA SUERTE DE ENCONTRARTE DIVERSAS ESPECIES DE QUERCÍNEAS EN UNA MISMA LOCALIZACIÓN, NO OLVIDES QUE LA CLAVE DE SU DISTRIBUCIÓN ESTARÁ EN EL AGUA DISPONIBLE EN EL SUELO.**

*Quando varias quercíneas mediterráneas conviven en una misma localidad con una misma precipitación y orientación, la clave de su distribución suele estar en el suelo. Las de hoja más grande y caduca o marcescente suelen situarse en orientaciones de pie de ladera y/o, sobre suelos profundos. La capacidad de estos suelos para retener agua a disposición de las raíces marca la diferencia. Desde un punto de vista hídrico, los pies de ladera y fondos de valle son los lugares más favorables, generándose una inversión de pisos de vegetación de la cliserie.*

Otro ejemplo de combinación de variables, simultánea puede ser cualquier tabla de coeficientes de escorrentías. Su valor depende de la vegetación y la pendiente como valores fundamentales para terminar de matizarlos con las características del suelo en cuanto a permeabilidad, directamente relacionada con su estructura y composición.

Sobre la vegetación tan solo comentar y añadir que es la mejor descriptor de lo que sucede en la hidrología local. Describe muy bien la disponibilidad de agua de una localidad o estación y, sin embargo, no tanto los caudales que pasan por la misma. De hecho, las escorrentías no suelen dejar huella en la diversidad vegetal por incremento o decremento de pérdida de agua y, mucho menos, las producidas en periodo invernal. Podríamos afirmar, que al agua que circula



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

Tabla III. Coeficientes de escorrentía, según Velasco-Molina (1991)

VEGETACIÓN	PENDIENTE (%)	TEXTURA DEL SUELO		
		Arenosa	Arcillosa y limosa	Arcilla
Bosques	0-5	0,10	0,30	0,40
	5-10	0,25	0,35	0,50
	10-30	0,30	0,50	0,60
Pastizales	0-5	0,10	0,30	0,40
	5-10	0,16	0,36	0,55
	10-30	0,22	0,42	0,60
Terrenos de cultivo	0-5	0,30	0,50	0,60
	5-10	0,40	0,60	0,70
	10-30	0,52	0,72	0,82

20 Tabla extraída del artículo: *Método de los coeficientes de escorrentía*.

especies y sus densidades.

- La obra *Flora ibérica* distingue doce especies del género *Cistus* (jaras), de las cuales tan solo existen cinco mayores de 1,5 m de altura. Ocupan suelos muy degradados, normalmente poco profundos y quemados, y nos permiten definir las condiciones de precipitación y temperatura de una comarca mediterránea.
- Los brezos son bastante más atlánticos y señalan esta condición frente a las jaras con las que muchas veces compiten por el espacio. En zonas mediterráneas señalan zonas con precipitaciones mayores. En muchos casos, van asociados a suelos degradados, fruto de incendios sucesivos, como sucede con las jaras. Definen con su presencia, precipitaciones y temperaturas determinadas remarcando umbrías e incluso la orientación favorable a la presencia de vientos húmedos, por ejemplo valles abiertos al oeste. Entre ellos existen especies higrófilas asociadas a turberas o a zonas de encharcamiento permanente o duradero. En este caso *Flora Iberica* reconoce catorce especies del género *Erica*, de las cuales de las cuales podemos considerar flora mayor 7 especies.

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 26.**

**PARA INTERPRETAR EL PAISAJE VEGETAL DESDE EL PUNTO DE VISTA DE AGUA FORESTAL ELIGE ESPECIES SENCILLAS DE RECONOCER Y DE UN MISMO GRUPO.**

*Esta opción que hemos señalado para los géneros de matorral Cistus y Erica la puedes realizar sobre cualquier género que te guste y que sea representativo del mediterráneo. Un grupo de especies interesante podrían ser los cardos, con toda su gran variedad y su capacidad de adaptación a distintos sistemas. Otro grupo podrían constituirlo las aliagas, escobas y escobones o piornos como leguminosas con gran poder indicador en ecosistemas mediterráneos. Es decir, una estrategia para leer el potencial de agua de un paisaje puede ser conocer pocas especies, pero llegando hasta los últimos matices de su ecología. Quizás las especies estrella para estos fines sean los árboles del género Quercus, encinas, alcornoques, robles y quejigos, y los de género Pinus, pues todos ellos cubrirían el territorio peninsular. La diferencia de interpretación respecto a los matorrales señalados, es que la presencia de arbolado adulto responde a la situación climática media de algunas decenas de años, mientras que en el caso de matorrales o herbáceas el reflejo de la realidad hídrica responde a periodos de tiempo muy inferiores.*

Para definir la vocación de un territorio en Agua Forestal se puede partir de las precipitaciones existentes en el mismo y de todas las variables que van a influir en el balance hídrico local.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

Como contraposición a estos planteamientos también se puede partir de los flujos hidrológicos dominantes. Esta segunda opción es complementaria y compatible con la primera y ayuda a obtener un enfoque global de la situación. A continuación vamos a proponer un breve listado de situaciones acompañados de recomendaciones para la reflexión:

- Presencia de escorrentías fuertes:
  - Si han dado lugares a paisajes singulares, de valor para la conservación e incluso paisajes protegidos, o con una alta concentración de especies vegetales catalogadas, manejar las futuras escorrentías con vistas a conservar los valores que han dado lugar a la figura de protección.
  - Si no se cumplen estas características, iniciar actuaciones de oasisificación para restauración y mejora de la calidad del agua azul producida, aun disminuyendo sus caudales.
- Si domina la infiltración profunda, como componente principal del agua azul, valorar la posibilidad de transformar parte de esta en escorrentía para la recolección de agua y creación de láminas de agua con diversos fines. Otra opción es plantear una disminución en el consumo de agua verde, para incrementar la infiltración profunda.
- Si domina la producción de agua azul, acompañada de altas precipitaciones, maximizar la infiltración profunda y disminuir al máximo las escorrentías, optando de acuerdo con el valor para la conservación del territorio, los productos forestales obtenidos y las necesidades de provisión de agua azul, con un punto de equilibrio acorde con las necesidades de la propiedad, pública o privada.
- Si tan solo existe agua verde, estudiar la posibilidad de generar agua azul para la creación de focos de biodiversidad, ya que estaremos en una zona de bajas precipitaciones.
- Si domina la producción de agua verde pero la producción de agua azul es significativa, dependerá del valor para la conservación del territorio o de los productos forestales que se quieran obtener.

Lo importante de las opciones señaladas es que nos obligan a confirmar o modificar los flujos existentes en el territorio en función de nuestros objetivos. Los valores de las precipitaciones medias anuales, van a hacer que nos encontremos en una situación o en otra. Altas precipitaciones posibilitan más opciones, y bajas precipitaciones las reducen de forma drástica por ausencia de agua azul, o presencia de agua verde acompañada de escorrentías de baja calidad.

La captación de precipitación horizontal en la península, una opción empresarial muy interesante para Canarias, presenta el mismo problema común de todas las formas de precipitación en el territorio mediterráneo. En verano, el periodo con más demanda de agua, no se producen nieblas significativas.

Para trabajar con este tipo de precipitación tendremos que superar dos condicionantes básicos. El primero de ellos es geográfico, pues solo nos interesan las nieblas que van acompañadas de vientos. Es decir, solo nos interesan las nieblas asociadas a montañas o bien a montañas y desniveles elevados próximos al litoral mediterráneo y atlántico. Es decir, el territorio potencial está fuertemente restringido. En segundo lugar, solo vamos a poder capturar precipitaciones horizontales durante el periodo normal de precipitaciones, por lo que podremos aumentar la cuantía del agua recolectada pero no la temporada de recolección de precipitaciones. Solo cuando el aumento de dicha cuantía nos permita alcanzar los caudales necesarios para los objetivos planteados, la actuación tendrá sentido: apoyo automático al riego de una repoblación a través de un depósito que nos permita regar en periodos secos; recolección para la producción

de agua de consumo humano; recolección para prevención de incendios; creación de puntos de agua potable; etc.

En resumen, debemos acompañar la actividad de recolección con la de implantación de técnicas de distribución en el espacio y en el tiempo de los caudales recogidos.

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 27.**

**CONOCE LA VOCACIÓN DEL TERRITORIO EN EL QUE SE ENCUENTRA TU CARTERA DE CLIENTES EN EL SECTOR DE AGUA FORESTAL**

*Si las precipitaciones superan los 500 mm anuales suelen aparecer superávits hídricos invernales que pasan a ser agua azul. Sucede, por ejemplo, en el occidente de la meseta sur, con lo que si somos capaces de trasladarlos para su aplicación como riego a finales de primavera e inicios de otoño, e incluso a los meses de verano, la productividad aumenta de forma considerable. Por el contrario, hacia el este de la meseta aumenta la aridez, por lo que la recogida de agua no está asegurada ni es muy abundante. Va asociada a eventos de precipitación intensa, que en general no pasan de 10 a 20 días anuales con precipitación superior a 10 mm, algo más concentrados en otoño.*

*Afinando un poco más. Con precipitaciones anuales superiores a 600 mm, la vocación es producción de agua. Con precipitaciones inferiores a 450 mm, la vocación será el fomento de la biodiversidad. En situaciones entre ambos valores dependerá de la duración del frío invernal y de la posibilidad de generar superávits hídricos invernales. Este valor está estrechamente ligado a la estructura y profundidad de los suelos presentes. Suelos con poca capacidad de retención, pero bien protegidos frente a la erosión pueden generar agua azul de calidad, mientras que suelos con alta capacidad de retención, probablemente no generen agua azul. En ambas situaciones, puedes apostar por la creación de puntos de agua en casi cualquier sitio de la propiedad.*

**3.4.- FORTALEZAS Y DEBILIDADES EN NUESTRA FORMACIÓN RESPECTO A LA DEMANDA DE CLIENTES Y USUARIOS Y VOCACIÓN DEL TERRITORIO.**



*21 Hay especies como las peonías que son buenas indicadoras de precipitación. En concreto marcan valores anuales medios por encima de los 500 mm y próximos a los 600*

Nuestros conocimientos presentan grandes fortalezas en cuanto a que tenemos muy claro cuál es la clave de nuestra oferta profesional: ofrecer soluciones frente a la escasez de agua del clima mediterráneo, en especial durante el estiaje. A partir de esta convicción pero con un poco menos de seguridad, sabemos que una herramienta de gran utilidad para el trabajo de campo es el conocimiento de especies características del monte mediterráneo, como sus principales especies arbóreas o bien de matorral. Algunas pueden pertenecer a grupos de especies tan reconocibles como las jaras, los brezos, o bien los escobones y retamas y en concreto el

conocimiento de sus necesidades hídricas. Si conocemos su demanda hídrica, podemos deducir a partir de ellas el potencial en Agua Forestal del territorio.

Tenemos asumido y asimilado que vamos a encontrarnos obstáculos en el trato con nuestros clientes, asociados a la falta de interés actual por el recurso procedente de Agua Forestal, ya que desconocen el potencial de los caudales manejables. También, por la existencia de una serie de estereotipos erróneos, como puede ser el hecho de creer que los bosques generan un saldo positivo de agua frente a la ausencia de los mismos. Podríamos decir que lo que denominamos Agua Forestal y en especial su componente de agua azul, es invisible. Cuando se produce no estamos allí para verlo, y cuando estamos sobre el terreno tan solo podemos notar algunos rastros de su presencia. Por último, somos bastante conscientes del hecho de que el principal servicio ambiental o económico de las masas forestales tiene que ver con la provisión de agua y que esta demanda irá paulatinamente en aumento.

Nuestras debilidades en cuanto a formación en este bloque de contenidos están una vez más asociadas al manejo del Agua Forestal por falta de estudios e investigaciones de base en nuestro país. Sabemos que las montañas mediterráneas son unos captadores de precipitación espectaculares. Pero tenemos la tentación de convertir el agua recolectable en escorrentía, con lo que la pérdida de suelos y la erosión harán su aparición. Debemos confiar más en la infiltración profunda y su efecto en los caudales de forma apaciguada y permanente, aunque perdamos caudal en la red hidrográfica. En cualquier caso, aplicaremos la regla de oro de evitar en todos los casos la erosión.

Una vez que nos hemos montado en el tren del Agua Forestal, nos cuesta renunciar a recolectar agua en todo el territorio mediterráneo peninsular. Si nuestro objetivo es incrementar la producción primaria debemos asumir que debe haber unos valores mínimos de precipitación anual próximos a los 600 mm. Nos cuesta imaginar el volumen de agua que se aplica a una hectárea de maíz o de regadío y por tanto visualizar los enormes esfuerzos que se hacen para implantar el riego. La mejor forma de no olvidarlo es ver cómo se riega en aquellos lugares donde todavía se hace a manta. Una vez conscientes de este hecho, podemos ponernos a dimensionar y diseñar nuestras pequeñas y medianas soluciones de riego y regadío, de mucho menor impacto y alcance, pero de gran utilidad en el incremento de la rentabilidad de una explotación forestal, ganadera o agraria. Tenemos que seguir afinando de forma continua y permanente en conceptos de ecología y geobotánica, algo que nunca dejara de sernos útil si apostamos por convertirnos en los Zahoríes del Agua Forestal.



22 La ganadería extensiva suele ir en paralelo a una mayor producción de agua azul. Los excesos de carga pueden llevarnos a transformar el azul en marrón.



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
El FSE invierte en tu futuro



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

#### 4.- CARTA DE SERVICIOS, OBRAS Y SUMINISTROS

Este epígrafe ha sido desarrollado con detalle suficiente en la Guía Prontuario de Agua Forestal I. A continuación desarrollamos aquellos temas de gestión para los que hemos incorporado nuevas ideas a lo largo del proyecto Agua Forestal II. También incluiremos una brevísima síntesis de conceptos relativos a la carta de servicios, obras y suministros, que nos permite reforzar la coherencia de este manual y su complementariedad con la guía prontuario.

##### 4.1.- SELVICULTURA HIDROLÓGICA Y PRINCIPIOS BÁSICOS DEL FUNCIONAMIENTO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS MEDITERRÁNEAS.

El planteamiento dominante para la interpretación de cuencas forestales mediterráneas les asocia un patrón de funcionamiento en el que las variaciones del caudal anual de los ríos que drenan las cuencas responden de forma débil a las variaciones de las precipitaciones anuales correspondientes a distintos años meteorológicos. Expresado de otra forma: años con precipitación anual diferente no generan variaciones de caudal, debido al consumo eficaz de los excesos de precipitación por la vegetación leñosa mediterránea.



23 Aunque parezca mentira, la ladera de la foto, está dividida en decenas de propiedades que por abandono han dado lugar a la aparición de un chaparral. La tipología de la propiedad también condiciona la producción de Agua Forestal. Pinilla de Jadraque Guadalajara.

Sabemos que, en ausencia de escorrentía, solo se genera agua azul cuando se supera la capacidad de retención de los suelos, algo que tan solo se produce durante el invierno y principios de primavera mediterráneas. Este hecho se fundamenta en el consumo que hace la vegetación de los excedentes a través de la evapotranspiración. El agua que cae es consumida por las comunidades vegetales mediterráneas, perfectamente adaptadas a aprovechar los años buenos. Por el contrario, en los años malos, la vegetación consume menos agua y su repercusión sobre los caudales también disminuye. En cuencas de cabecera los caudales se

alimentan casi exclusivamente de los superávits invernales. Ver en bibliografía del curso el artículo: *Los bosques y la evapotranspiración*, de Santi Sabaté / Universidad de Barcelona y Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF).

Sin embargo, con el tiempo, la lectura y el aprendizaje hemos ido modificando de forma sustancial estas consideraciones. Se puede afirmar que se cumplen en aquellos lugares con precipitaciones inferiores a 400-450 mm, y que no tendría por qué ser así para precipitaciones superiores a los 600 mm. Entre ambos valores dependerá fundamentalmente de la capacidad de retención del suelo, la cubierta vegetal y del momento en que se producen las precipitaciones.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

Al intentar buscar un método que midiese el agua azul real que se produce en un territorio, se nos ocurrió utilizar el anuario de aforos del MAGRAMA disponible en la Red. El agua que pasa por una estación de aforo sería la medida real del agua azul de la cuenca drenada. Nuestra sorpresa fue que para las cuencas más pequeñas que pudimos encontrar, así como para las protegidas por mayor superficie forestal, las variaciones interanuales de los aforos eran muy grandes, en contra de lo que decía la teoría. Es cierto que todas ellas presentan una parte significativa de tierras de cultivo, o bien desprovista de vegetación arbórea.

Observamos, como es normal, que los máximos caudales se producen en invierno con los suelos saturados, tal como predice el balance hídrico. Encontramos también que en primavera la demanda de la vegetación y las altas evapotranspiraciones consumían gran parte de las precipitaciones extraordinarias producidas, pero no todas. Para terminar con las estaciones lluviosas, confirmamos que en los primeros meses de otoño, los caudales eran muy bajos hasta que el suelo se saturaba de agua. Todo según lo previsto. Por el contrario, lo que no estaba previsto de acuerdo con el modelo dominante de interpretación, es el hecho de que los años con precipitaciones altas, tienen su correspondiente reflejo en los aforos, cuyos valores anuales son elevados y de carácter "contundente".

La razón estriba en la afirmación que dice que la mayor parte de las precipitaciones invernales pasa a convertirse en agua azul por escorrentía o infiltración profunda, si el volumen anual supera los 400 mm. En consecuencia, el modelo tipo del que partíamos, parece funcionar sólo en las siguientes condiciones: precipitaciones inferiores a 600 mm, sobre cuencas forestales maduras, con suelos profundos, y donde las precipitaciones invernales no son las más significativas del año. No sabemos explicarlo de otra manera.

*PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 28.*

*TEN SIEMPRE PRESENTE LA INTERDEPENDENCIA DIRECTA ENTRE LOS DISTINTOS FLUJOS DE AGUA QUE CONSTITUYEN EL CICLO HÍDRICO FORESTAL*

*Todos ellos están interrelacionados. Por ejemplo, variaciones en la interceptación conllevan variaciones en el resto de los caudales considerados: evaporación, escorrentía, infiltración y transpiración. Si como resultado de tus actuaciones con selvicultura hidrológica se produce escorrentía neta, es decir que escapa superficialmente del sistema forestal, varía el resto de variables pero, sobre todo, se acelera el ciclo hidrológico local, disminuye el agua verde y la producción vegetal y se incrementa el aporte de caudales a la red hidrográfica.*

*Nunca debes dejar de ver todas las variables del ciclo hídrico forestal en su conjunto, pues en todas ellas influye la masa forestal y sobre todo su estructura. Ahora mismo no hay datos suficientes para valorar cuáles son las variables claves. En caso de presencia parcial o total de suelos desnudos, podría ser la escorrentía, o bien en caso de suelos perfectamente protegidos y cubiertos de vegetación, la interceptación y la transpiración. Sin embargo, este es un tema en el que te vas a encontrar importantísimos problemas para obtener reglas o normas sencillas de aplicación. Este es el motivo principal para que recomiendes la intervención en el medio con un estudio piloto previo de al menos un ciclo de precipitación anual.*

En el Congreso Forestal Nacional de 2012 se pueden leer algunas ponencias sobre el comportamiento de pequeñas cuencas pirenaicas durante dos años. Una de ellas con precipitaciones bajas respecto a la media, y la siguiente con importantes valores. Las conclusiones van en la línea que reflejan los aforos:

Eventos extraordinarios dan lugar a escorrentías extraordinarias. Estas se producen con mayor intensidad en suelos desnudos que en los cubiertos por vegetación, y en este segundo caso, en repoblaciones consolidadas recientes frente a bosques de frondosas mediterráneas. Los eventos ordinarios no producen estas escorrentías.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

El número de eventos que producen escorrentías extraordinarias es mayor sobre suelos desnudos que cubiertos de vegetación, y es mayor en repoblaciones que en masas maduras de quercíneas. Desde nuestro punto de vista, la explicación es sencilla para este segundo grupo. La capacidad de retención de agua del suelo en las repoblaciones es todavía inferior que en las quercíneas, aunque la reducción de la escorrentía sea similar.

El año de precipitaciones inferiores a la media, el número de eventos productores de escorrentía es muy bajo, pero no así el año de altas precipitaciones. Probablemente lo que suceda es que los años con precipitaciones anuales elevadas reflejan años con un mayor número de eventos de intensidad elevada y no años con un mayor número de días de precipitación. Por ese motivo presentan también mayor número de crecidas. Más días de intensidad de precipitación elevada se traducen en más días con crecidas.

Los eventos extraordinarios que se producen en primavera o inicio de otoño no suelen generar escorrentías extraordinarias en los suelos cubiertos de masas forestales. Este hecho debería ser más significativo en otoño que en primavera, pero en cualquier caso dependerá del volumen disponible para retener agua del suelo, máximo a primeros de otoño, finales de primavera y verano. Son los eventos invernales los que generan con mayor frecuencia escorrentías extraordinarias.

En consecuencia es necesario tener un cuerpo numeroso de investigaciones para fundamentar las distintas premisas que presidirán las actuaciones técnicas para el manejo del Agua Forestal.

#### *PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 29.*

#### *PUEDES CONTAR CON OTRA TENDENCIA DE CONOCIMIENTO: LA ELIMINACIÓN DE BIOMASA EN LAS REPOBLACIONES FORESTALES SIN TRATAR INCREMENTA LOS VALORES DE AGUA AZUL.*

*La acumulación de biomasa disminuye la escorrentía e incrementa la infiltración. Sin embargo no aumenta el agua azul. Dos son las razones más evidentes. La primera es la mejora de la capacidad de retención del suelo y, por tanto, la disminución de los superávits de agua en la misma medida, es decir, el volumen de agua que la mejora del suelo ha conseguido restar a la infiltración profunda. En segundo lugar, no debemos olvidar el volumen de agua que una mayor superficie de materia vegetal ha sido capaz de restar al suelo por interceptación. Puedes afirmar sin riesgo a equivocarte, que este es uno de los pocos temas en que parece haber coincidencia en los diversos artículos y capítulos disponibles sobre el tema.*

En este mismo sentido, pero para cuencas a gran escala, han de ser consideradas las afirmaciones de que el crecimiento de las superficies de las masas forestales en las cuencas hidrográficas resta volúmenes de agua importantes a los caudales que las drenan. Es necesario matizar y contrastar con estudios esta afirmación para cada comarca de nuestra geografía, de forma que los valores obtenidos sean ajustados a las causas exactas y en las cantidades que en realidad les corresponden. Afirmar, por ejemplo, que la variable interceptación pueda ser en exclusiva dicha causa sería un exceso de simplificación, afirmación que hemos visto en algunos documentos. Sobre este tema poca discusión cabe. Parece que está claramente demostrado: a mayor superficie forestal en una cuenca, menor volumen de caudal anual en su red hidrográfica.

De lo que no sabemos casi nada es de los efectos que tienen las masas forestales sobre los caudales de estiaje y sobre la duración de la presencia de agua en dichos cauces. Tan solo nos atrevemos a afirmar que dependerá, y mucho, del total de precipitaciones anuales. Para valores de Agua Forestal por encima de 600 mm es de esperar una mayor duración del agua en los cauces y un mayor caudal de estiaje, debido a la existencia de flujos de infiltración profunda y alimentación de acuíferos. Para valores por debajo de 400 mm anuales de precipitación, es muy



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

probable que suceda todo lo contrario, tan solo aparecerán caudales puntuales asociados a lluvias de intensidad. Para valores intermedios dependerá de las condiciones de cada localidad. En este tema hay todo un campo abierto a la investigación.

Existe una afirmación genérica en Latinoamérica para bosques con precipitaciones superiores a las de las masas mediterráneas. Aunque no es nuestra climatología, genera un debate muy interesante, desde nuestro punto de vista no resuelto aún y que puede ser un modelo para la reflexión crítica. En estas tierras se afirma con rotundidad que las masas forestales de repoblación tienen un mayor consumo de agua que las masas maduras autóctonas y por lo tanto disminuyen los caudales de la red hidrográfica. Entre las especies habituales está el eucalipto, como en nuestro país. Esta afirmación, se sustenta, a igualdad de precipitaciones y con la misma calidad de suelos, en la comparación de los crecimientos de ambas masas. La primera en franco ritmo de crecimiento y la segunda, madura, donde el volumen de biomasa existente ha llegado al máximo. Se refiere a la primera un mayor volumen y ritmo de transpiración dado su estado vital de crecimiento acelerado, mientras que para la masa madura, parece que el metabolismo sería más lento pues es mucho más eficiente. Diríamos que unas masas hacen un uso masivo e intensivo del agua disponible en el suelo, mientras que las otras no desperdician ni una gota del agua disponible. Este hecho podría ser el que en época de escasez de lluvias haría que las masas más maduras todavía conserven agua en el suelo (consumo más lento), mientras que las masas de repoblación habrían secado el suelo antes que las otras. Sobre este tema no somos capaces de formarnos una opinión muy clara, pero hemos querido traerlo a colación pues es un ejemplo más de los debates e incógnitas abiertas a día de hoy en Agua Forestal.

#### *PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 30.*

*NO UTILICES LOS DATOS SOBRE AGUA FORESTAL DE FORMA INTERESADA. NO LO NECESITAS. SE OBJETIVO, PROFESIONAL Y PRUDENTE.*

*Un ejemplo típico de este tema son las modificaciones positivas o negativas en los caudales de cabecera de la red hidrográfica, cuando disminuye o aumenta la superficie forestal como acabamos de señalar. La utilización de estos porcentajes, se puede realizar intencionadamente. Si lo que quieres es resaltar el papel de la gestión de las masas forestales en los caudales de la red hidrológica, utilizarás el porcentaje mayor. Si lo que quieres es restarle importancia solo tienes que hacer referencia al porcentaje menor.*

*Lo mismo sucede, pero de forma mucho más exagerada y subjetiva con las comparaciones entre el consumo de agua de unos cultivos frente a otros usos del suelo, o bien entre diversas especies de árboles utilizados en la actividad forestal tradicional. Ser consciente de ello es importante a la hora de leer artículos recientes sobre el tema, o bien a la hora de realizar nuestra labor comercial. Por último, la generalización indiscriminada de datos forma parte de la misma actitud interesada.*

Para finalizar, vamos a hacer un pequeño ejercicio numérico que nos sirva de ejemplo de análisis de datos. Hablar de un 5% de variación del Agua Forestal y su manejo desde agua verde a agua azul, en montaña mediterránea, tiene unos efectos importantes sobre los caudales de la red hidrográfica. Sabemos que en cabecera de cuenca mediterránea las precipitaciones medias son del orden de los 700 mm. Con estas precipitaciones son de esperar unos caudales para agua azul de unos 200 mm. Al Incrementar un 5% del Agua Forestal en su conjunto para agua azul (35 mm), pasamos a un total de 235 mm, lo que supone un incremento del 17,5%. Por el contrario, incrementar la capacidad de retención del suelo en 50 mm, supone un decremento del agua azul de un 25%. Es decir, un porcentaje sobre el total anual de precipitación se multiplica por 3 o hasta 5 en los porcentajes de variación de los caudales de la red hidrográfica.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

El estado actual de la situación en cuanto a los efectos de las claras ha sido muy bien expresado en el artículo incluido en bibliografía *Integración de la producción de agua en los criterios de gestión forestal. Multifuncionalidad y prerrequisitos. Expozaragoza 2008, por Leopoldo Rojo Serrano, MAGRAMA*, que debería ser de obligatoria lectura.

*Influencia de la cubierta forestal en la cantidad de agua evacuada por una cuenca*  
*Una recopilación de los resultados de 94 experimentos realizados en cuencas "apareadas" realizados en todo el mundo fue efectuada en 1982 (Bosch y Hewlett, 1982). Los resultados del conjunto fueron extremadamente concluyentes. Todos los experimentos, salvo uno, mostraron que la reducción de cubierta vegetal conduce a aumentos en el caudal evacuado y viceversa, el aumento de la cobertura vegetal de la cuenca determina disminuciones en los caudales de salida. Señalan que también la magnitud aproximada de los cambios se puede estimar. En los bosques de pino y eucalipto, a cada 10% de cambio en la cubierta de bosque le siguen, como promedio, 40 mm de variación en el caudal anual. En los bosques de frondosas el cambio promedio es de 25 mm, y en los matorrales de 10 mm. Naturalmente, estas cifras son absolutamente orientativas, pero diríamos al mismo tiempo que son muy orientadoras.*

Hay que decir que estos datos corresponden con precipitaciones altas o muy altas si las comparamos con el mundo mediterráneo. En este serían las que corresponderían a la alta montaña mediterránea o al mediterráneo subhúmedo. En consecuencia, los incrementos de caudal asociados a la disminución de la superficie parecen ir asociados a variables tales como la interceptación, mayor en bosques de hoja perenne y menor en matorral, a la transpiración, mayor en bosques y matorrales en procesos de crecimiento o sustitución serial, y a otros elementos que desconocemos.

Del mismo artículo destacan también dos afirmaciones contrastadas. Una ya la conocemos: si aumenta la cobertura forestal en una cuenca, disminuyen los caudales en su red hidrológica. La segunda es el carácter temporal de los efectos sobre los caudales de una medida como pueden ser las claras, cuyos efectos varían en paralelo a la evolución de la masa después de la clara. Es decir, disminuyen hasta anularse cuando el bosque recupera el espacio perdido con las cortas de aclarado.

*PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 31.*

*PUEDES CONTAR CASI CON UNA CERTERZA: LAS CLARAS INCREMENTAN LOS VALORES DE AGUA AZUL (PERO NO HAY CERTEZA SIN EXCEPCIÓN).*

*Todos los estudios realizados sobre claras señalan un incremento en la producción de agua azul y por lo tanto un decremento en el porcentaje y los caudales destinados a agua verde. Con las claras, durante los meses fríos de producción de superávits, disminuye la interceptación, con lo que llega más agua al suelo, que o bien resbalará por escorrentía, o bien se infiltrará profundamente. Como la capacidad de retención del suelo permanece constante, el consumo de agua retenida en el suelo por las plantas no puede aumentar y en todo caso disminuye, porque la biomasa a sustentar después de la clara es menor. Es decir, en invierno aumenta el agua que alcanza el suelo y en primavera, de la retenida en el suelo, se consume menos y por lo tanto los meses de primavera lluviosos puede aparecer algún superávit suplementario. Cuando el bosque recupera el terreno y el vuelo minorado por las claras, la situación vuelve al punto inicial.*

*El tema de los efectos de las claras es uno de los más estudiados en selvicultura hidrológica. Nadie duda de los incrementos de agua azul que conllevan. Sin embargo, en las zonas mediterráneas con precipitaciones inferiores a 400/450 mm, si no generan escorrentías por la aparición de un porcentaje de suelos sin cubierta vegetal, es probable que los efectos sean nulos si los superávits invernales no superan la capacidad de retención del suelo. Para ello, el incremento en la infiltración procedente de la disminución de interceptación y*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*evapotranspiración, sumado a la infiltración previa a la clara debe superar dicho valor. Para zonas con precipitaciones superiores a 600 mm anuales el incremento de agua azul es indudable. En cualquier caso queda mucho por estudiar e investigar.*

Otras directrices que hemos ido recogiendo o generando para el ámbito de la silvicultura hidrológica mediterránea son las siguientes:

- Las actuaciones sobre la cobertura forestal tienen más efectos cuando se generan espacios donde esta desaparece que cuando se disminuye la densidad general de toda la masa.
- Cuando el objetivo de la planificación de una masa forestal es influir sobre los caudales que genera con destino a la red hidrográfica (agua azul), la organización del espacio se realizará por cuencas hidrográficas, vertientes, orientaciones y pendientes, en este orden jerárquico.
- Las zonas altas y de menor pendiente tendrán una mayor vocación pastoral y de recolección, mientras que las zonas bajas de menor pendiente tendrán una cierta vocación de transformación a regadío.
- La realización de claras buscando el incremento de agua azul puede ir reforzada con preparaciones del suelo para la recolección o canalización de las escorrentías producidas a favor de los intereses de la propiedad.
- La transformación de monte bajo en monte alto no parece tener efectos positivos en la producción de agua azul.
- La dehesa clásica mediterránea tiene un nivel de cobertura forestal que permite la aparición de escorrentías y la disminución de algunos de los flujos más importantes de agua verde: interceptación y transpiración. Jugará a favor del agua azul la diferencia de producción de caudales entre encinar y pastizal mediterráneo. Las dehesas abandonadas o sumergidas consumen mucha más agua verde, al estar matorralizadas.
- La actividad pastoral sostenible, que no genera procesos erosivos, incrementa el peso del agua azul y disminuye el agua verde, al mantener la existencia de una cubierta herbácea frente a una cubierta leñosa.
- La redistribución hidráulica, proceso consistente en el bombeo de agua profunda del suelo hacia las capas superficiales durante la noche, es una faceta de gran potencial en Agua Forestal.
- Las repoblaciones sin tratar en varias décadas, sean de la especie que sean, reaccionan positivamente a los tratamientos selvícolas con fines hidrológicos, aumentando la producción de agua azul.

#### *PINCELADA PARA LA GESTIÓN 32.*

*INTENTA CONOCER SIEMPRE LA PROFUNDIDAD Y CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE LOS SUELOS DONDE VAYAS A TRABAJAR.*

*Para la vegetación, los mejores suelos mediterráneos son aquellos que son capaces de retener una mayor cantidad de agua. Dicha cantidad será consumida en su totalidad durante la primavera y hasta el estío, convirtiéndose en agua verde. En este hecho puede estar una de las claves de interpretación del funcionamiento de pequeñas cuencas pirenaicas. En estudios realizados en cuencas gemelas, cubiertas una por repoblación y otra por bosque autóctono, la primera de ellas genera mayor volumen de agua azul que la de vegetación autóctona. La razón no puede ser otra que el hecho de que los suelos de la primera son menos profundos y con menor capacidad de retención que en la segunda. En las masas autóctonas, los suelos habrán tenido un periodo de tiempo para su evolución mucho más largo, y la materia orgánica, de mejor calidad, genera agregados en el suelo con más capacidad para la retención de agua.*

*Para una misma localidad puedes presuponer que aparecerán suelos más profundos o con mayor capacidad de retención cuando se dé una o la suma de algunas de las siguientes circunstancias:*

- *Estén cubiertos de vegetación y no presenten zonas desnudas.*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

- Sean ricos en materia orgánica.
- Estén situados al pie de laderas, taludes y vertientes.
- La pendiente sea baja.
- Se sitúen en umbrías frente a solanas.
- Presenten arbolado, frente a arbustos y matorrales.
- Presenten especies de hoja caduca o marcescente.
- Si tomas como referencia una única especie, esta presenta sus mejores portes en los suelos más profundos. Los árboles son más altos que en su entorno.
- Si presenta matorral de leguminosas retamoides (retamares, escobales, piornales), frente a su ausencia.

*Aprende esta sencilla regla: suelos profundos y con buena capacidad de retención generan mayores valores de agua verde y menores de agua azul que los suelos esqueléticos o con baja capacidad de retención.*

Como ya hemos dicho en tantas ocasiones, en silvicultura hidrológica no se pueden contemplar los elementos que componen el ciclo hidrológico forestal de forma independiente o aislada. Para poder explicar los resultados de las actuaciones que se realicen hay que analizar lo que puede haber sucedido para cada uno de ellos. Existen variables ocultas o con tendencia a hacerse invisibles para la mayoría de los técnicos entre las que destaca la capacidad de retención de los suelos. Esta variable depende de una característica básica: la textura, que para complicar las cosas tiene dos efectos más bien contrapuestos, los efectos sobre la permeabilidad y sobre la capacidad de retención. Vamos a comentar los dos casos más extremos:

- Suelos arenosos: son muy permeables, por lo que disminuye la escorrentía y aumenta la infiltración. Su capacidad de retención es baja, pues los poros son muy grandes. Entra más agua en el suelo, pero este no es capaz de retenerla. Máxima infiltración, agua azul de incorporación retardada.
- Suelos arcillosos: son muy impermeables, por lo que aumenta la escorrentía y disminuye la infiltración. Su capacidad de retención es muy alta y duradera. Entra menos agua en el suelo, que es retenida con máxima eficacia. Mínima infiltración, agua azul de incorporación muy rápida. Grandes recolectores de escorrentía.
- Suelos intermedios: de características intermedias. Favorecen el agua verde frente al agua azul.

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 33.**

***PUEDES MODIFICAR LOS COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA DEL TERRENO A FAVOR DE TUS OBJETIVOS HIDROLÓGICOS.***

*Imagínate un jaral de cabecera de cuenca que ha ocupado un suelo arenoso después de un incendio. Su transformación en pastizal puede suponer un incremento del 10% en escorrentía, y su compactación ligera para impermeabilizar otro 20% de incremento. En conjunto, un incremento de un 30% de escorrentía. Si el jaral está sobre un suelo esquelético e impermeable los efectos se deberán solo al cambio de la vegetación. Si te pasas de rosca y dejas el suelo totalmente desnudo puedes llegar a alcanzar coeficientes de escorrentía del 70% en pendientes mayores del 20%. En este caso, ten la seguridad de que el agua que vas a recoger será de bajísima calidad, aparte de la erosión y pérdida de suelo que vas a generar: agua marrón.*

*La palabra escorrentía está inseparablemente unida a coeficiente de escorrentía. Las tablas de coeficientes de escorrentía muestran con gran claridad las principales variables que influyen en sus valores: la cubierta vegetal, la pendiente y la permeabilidad del suelo. Sobre estas tres variables puedes actuar para aumentar sus valores o bien disminuirlos.*

#### 4.2.- FOMENTO DE LA BIODIVERSIDAD Y SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE AGUAS.

A continuación señalamos algunos principios básicos para la gestión de la biodiversidad a partir del agua forestal que nos pueden dar una visión sintética de las actuaciones y servicios que se pueden abarcar desde nuestro enfoque.

1. El incremento de la presencia de agua o de humedad en una zona árida es la herramienta más eficaz para la creación de biodiversidad local.
2. La biodiversidad aumenta si dicho incremento y sus ritmos asociados se mantienen año tras año. Es decir, si el ciclo hídrico singular del punto húmedo se repite con ritmos similares todos los años. Si hay inundación, la hay todos los años, si el agua corre, lo hace todos los años, si se seca el suelo, se repite todos los años etc.
3. La biodiversidad se sustenta sobre todo en la variedad vegetal asociada a los gradientes de humedad y duración de la lámina de agua.



24 La presencia de láminas de agua temporales o permanentes es garantía de biodiversidad como visualmente reflejan los cambios en la vegetación que a su vez va a sustentar toda una biocenosis singular. Arroyo Madina. Hoyo de Manzanares.

Es la base de la pirámide de todo tipo de especies, entre los que destacan los invertebrados. La llegada de la vegetación higrófila se suele producir de forma natural, aunque es un proceso más lento que si se hace con técnicas de restauración vegetal o repoblación. Depende de la distancia a puntos de similares circunstancias de humedad en el entorno. En el caso de charcas ganaderas puede bastar con trasladar parte de los sedimentos del fondo de otras charcas cercanas con una buena vegetación.

#### *PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 34.*

*SI ERES CAPAZ DE RECOLECTAR AGUA E INCREMENTAR SU PERMANENCIA SOBRE EL TERRENO, PODRÁS GENERAR FOCOS DE BIODIVERSIDAD.*

*La disponibilidad de agua y su posterior gestión para garantizar su permanencia sobre el terreno es la mejor vía para generar focos de biodiversidad en zonas mediterráneas. El agua es fuente de vida. En zonas áridas su presencia y su abundancia marcan la aparición de múltiples matices sobre el terreno que generan biodiversidad. Por ejemplo, la existencia de periodos de encharcamiento o el incremento del grado de humedad del suelo.*

*La presencia de agua de forma estable, ya sea continua o cíclicamente repetida en el tiempo, es la llave que abre la puerta al incremento de la biodiversidad. El enfoque de Agua Forestal es otorgar al agua el papel de variable fundamental en el funcionamiento ecológico y productivo de los ecosistemas mediterráneos. Su presencia o ausencia y los efectos que este hecho ocasiona deben ser uno de los argumentos visibles de tus propuestas.*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

4. Con Agua Forestal se pueden crear puntos de agua prácticamente en cualquier ubicación, siempre que sepamos escoger y preparar una adecuada cuenca de recepción. Esta puede ser natural o bien artificial como un camino o un cortafuegos.
5. Una zona húmeda artificial requiere del almacenamiento de agua suficiente para mantener un cierto grado de estabilidad en las condiciones del humedal de nueva creación. La gestión del agua almacenada que se cede a la zona húmeda y el ritmo al que se cede serán las variables de manejo principales.
6. La creación de un punto de agua o de humedad, aumentará su diversidad con el número de días que el suelo está húmedo o encharcado y la capacidad de repetir procesos similares año tras año.
7. La presencia de agua o humedad durante el verano es, probablemente, la fórmula que mayor diversidad de fauna alcance, pero es la que requiere un mayor volumen de almacenaje de agua de forma directa o independiente.
8. Si lo que pensamos es en diversidad forestal, la estrategia de fondo es la conversión del agua azul local disponible en la zona de actuación en agua verde asociada a una especie o especies. Por ejemplo, para fomentar la presencia de matorral de leguminosas o de espinos como especies más nobles de matorral, necesitamos minimizar el agua azul en una masa forestal y transformarla en agua verde en las zonas potenciales para dichas especies preexistentes en la masa.
9. En clima mediterráneo subhúmedo, el incremento en biodiversidad suele venir asociado a la creación de espacios de aridez. Para ello la única forma posible es favorecer la escorrentía y la erosión, algo no aconsejado en ningún caso. La opción habitual, que es la maximización del porcentaje de agua verde, puede permitir la aparición de especies atlánticas o eurosiberianas.
10. Las técnicas y herramientas de oasisificación permiten la presencia de vegetación de un grado más exigente en humedad que la presente antes de sistematizar una ladera, creándose posteriormente y a largo plazo las condiciones para la entrada de especies más exigentes en sombra y suelo.

En cualquier caso, no se puede ser tajante con estas normas. Depende de la localidad y de las características de cada actuación. En el caso de humedales, a mayor estabilidad de la lámina de agua y, sobre todo de sus oscilaciones rítmicas a lo largo de los años, mayor diversidad se generará. Si hablamos solo de permanencia en meses, la variable puede ser positiva o negativa. Por ejemplo las lagunas endorreicas de la mancha húmeda, con cierta carga de salinidad, generan unas condiciones ecológicas especiales en toda su extensión que dan lugar a comunidades de plantas diferentes, ordenadas en cinturones concéntricos en función de la salinidad, la duración de la lámina de agua, su profundidad y su extensión. Sin embargo, las orillas de los embalses, cuando estos están bajos, son desiertos casi totales, por la irregularidad y exageración de las oscilaciones producidas, que dan muy diferentes tiempos de encharcamiento en cada año meteorológico. El efecto erosivo del oleaje hace el barrido final total.

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 35.**

**PREOCÚPATE DEL AGUA. LA FLORA HIGRÓFILA VENDRÁ POR AÑADIDURA.**

*La flora higrófila de zonas áridas hace su aparición en lugares puntuales muy localizados, que te van a señalar cuál es la vegetación más adecuada para utilizar. Estas especies, de carácter azonal, forman comunidades que, aunque son de distribución muy local, están comúnmente presentes en las tierras mediterráneas. Aparecen en aquellos lugares donde se repiten las mismas circunstancias de humedad que las han hecho prosperar en cada localidad. Por lo tanto, en sentido relativo son comunes y escasas simultáneamente.*



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
El FSE invierte en tu futuro



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*La vegetación higrófila de una comarca con características climáticas y litológicas concretas suele organizarse en comunidades semejantes en cuanto a composición y estructura, siempre que se den las mismas condiciones de humedad y presencia de agua. Estas comunidades no son muy diversas entre sí, pero aportan mucha diversidad a la zona árida en la que se encuentran. Por este motivo, encontrar la flora adecuada para plantar no es difícil. Actuando a pequeña escala, por ejemplo, con pequeños trasplantes de la capa superficial del suelo, puedes dar el primer paso para que la vegetación y las semillas que contiene germinen y prosperen en las zonas húmedas de nueva creación.*

No nos resistimos a incluir a continuación un ejemplo de creación de una charca para anfibios en una zona mediterránea próxima a su calificación climática como semiárida. Esta descrito en detalle en la Red bajo el título "Técnicas en la gestión forestal para la producción de agua". Se trata del paraje "El Calafate", en la Sierra del Maigmo en Petrer. Para realizar esta actuación y que el agua de lluvia llegue a la charca en cantidad, calidad y fechas adecuadas son necesarios 3 elementos claves:

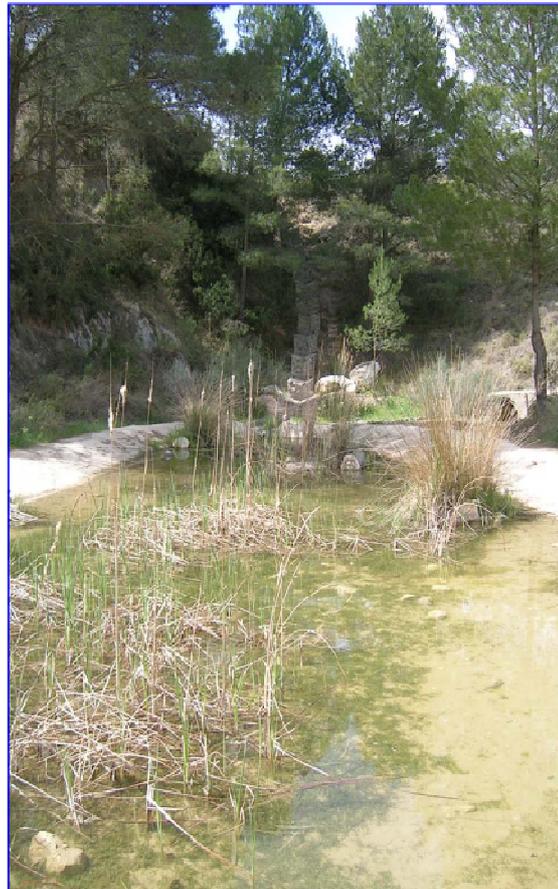
- Zona de recogida de agua: es una zona con pendiente ligera, de gran extensión que se limpia de vegetación para aumentar la escorrentía y en la que se hacen caballones para recoger el agua evitando encharcamientos. A estos caballones se les da una ligera pendiente para que el agua circule hacia un sistema de canalizaciones, a través de los cuales llegue al siguiente elemento clave: el decantador.



Superficie arcillosa compactada, con caballones y una ligera pendiente para conducir el agua a una cuneta de recogida, decantador y depósito subterráneo.



Detalle de la conducción de recogida agua, decantador y al fondo un depósito subterráneo.



Charca para la fauna con llenado directo a través de la cuneta de un camino, e indirecto por medio de un depósito regulador de 300.000 l

25 Charca y deposito regulador en la Sierra de Maglmo (Petrer). Procedencia de la imagen: [http://www.resurgealicante.com/archivos/gestion\[1\].pdf](http://www.resurgealicante.com/archivos/gestion[1].pdf)



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

- El decantador: es un depósito de profundidad considerable al que llegan las aguas de lluvia por un canal desde la zona de recogida y en donde se separan los elementos pesados, que quedan dentro del depósito al caer por gravedad. El agua libre de elementos gruesos, sale del decantador por otro canal y se dirige al elemento final: la charca.
- La charca: el objetivo final es crear una charca de anfibios. Esto se consigue realizando una excavación, previa y posterior compactación de la solera resultante. Luego se realiza la revegetación con especies adecuadas a los objetivos, procurando mantener la zona inundada lo más sombreada posible. Además de fomentar de forma notable la diversidad faunística y botánica de la zona, también proporcionan agua para que beba la fauna del lugar. El suministro de agua a la charca tiene que estar calculado y regulado, de acuerdo con las necesidades de presencia y cantidad de agua a lo largo del año de las especies de anfibios que se quieren fomentar.

Los datos numéricos que enmarcan la actuación son:

- Área de recolección situada sobre una superficie arcillosa compactada de 3000 m<sup>2</sup>. En ella se dirige el agua de lluvia mediante caballones hacia una canalización y, de ahí, hacia un decantador, para finalizar en un depósito subterráneo de 800.000 l. = 800 m<sup>3</sup>.
- El depósito alimenta una charca de 350 m<sup>2</sup>, cuya finalidad es proporcionar agua a la fauna de dicho paraje. Por otro lado, existe una cuneta que recoge el agua de un camino situado encima de la charca que vierte el agua directamente en la charca, y que debemos presuponer que viene libre de sólidos. El suministro de agua a la charca deberá compensar la evaporación en la misma que rondará los 700 mm por m<sup>2</sup> es decir 245 metros cúbicos. En consecuencia nos sobran 555 metros cúbicos para ir rellenando la charca. Si la charca tuviera 1.142 metros de superficie en algún momento del año se secaría.
- De esta manera, con 3000 m<sup>2</sup> de superficie y una precipitación media en la zona de 350 mm, se logra al menos llenar el depósito una vez al año. Esto supone que cada metro cuadrado es capaz de producir 266,66 l de agua por año, con un coeficiente de escorrentía del 0,76. En esta zona de Alicante, en 2014, debido a la sequía, la precipitación ha sido menor a 150 mm, por lo que el sobredimensionamiento del depósito puede garantizar el suministro de agua en años como este.

*PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 36.*

*CUANDO QUIERAS CREAR UNA ZONA HUMEDAD NO TE OLVIDES DE QUE INTERVIENEN MUCHAS VARIABLES.*

*Efectivamente, existen muchos matices que dependen de la localidad y de las características de cada actuación. En general, a mayor estabilidad de la lámina de agua creada y, sobre todo, de sus oscilaciones rítmicas a lo largo de los años, mayor diversidad se generará. Si lo que persigues es solo la permanencia en meses, la variable puede ser positiva o negativa. Por ejemplo las lagunas endorreicas de la mancha húmeda, con cierta carga de salinidad, generan unas condiciones ecológicas especiales en toda su extensión que dan lugar a comunidades de plantas diferentes ordenadas en cinturones concéntricos en función de la salinidad, la duración de la lámina de agua, su profundidad y su extensión. Sin embargos las orillas de los embalses, son desiertos casi totales, por la irregularidad y exageración de las oscilaciones producidas que dan muy diferentes tiempos de encharcamiento en cada año meteorológico. El efecto erosivo del oleaje finaliza la eliminación casi total de la vegetación.*

*Las palabras claves con las que cuentas para obtener máximos efectos en la creación de biodiversidad suelen ser dos: estabilidad y ecotono. La estabilidad permite la colonización progresiva de un ecosistema por parte de las especies adaptadas al mismo, hasta ir ocupando todos los nichos de una manera lo más completa posible. El concepto de ecotono, lo tienes que asociar con los conceptos creación y estabilidad, por lo que tendrás como objetivo la creación de*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*la mayor variabilidad de condiciones ecológicas (biotopos), en el menor espacio posible. Eso sí, con un alto grado de estabilidad a medio y largo plazo.*

En este breve repaso que estamos realizando sobre la carta de servicios no podemos olvidarnos de otros elementos con gran potencial de aceptación:

- Infraestructuras lineales: Dos son los ejemplos más evidentes al efecto. Por un lado las carreteras, caminos y vías forestales, en especial cuando su diseño, incluye pasos de agua, drenajes, y alcantarillado. Si la carretera, como suele suceder, atraviesa de forma oblicua o perpendicular zonas en pendiente, se convierte en una trampa de agua que recolecta escorrentías de grandes superficies. Desaprovechar esta oportunidad es algo inaudito en un clima como el nuestro. Por otro lado en parques y jardines donde la red de caminos tiene un importante peso relativo en su superficie, la recolección realizada directamente sobre sus firmes adquiere una importancia muy significativa respecto al conjunto de precipitaciones que caen sobre el área ajardinada. Esta circunstancia no ha pasado desapercibida y ya se está utilizando para la recolección de agua, y no solo para garantizar la duración de la red de viales. La otra infraestructura lineal de importancia en zonas forestales son los cortafuegos. Por su propia funcionalidad, son superficies con suelos desnudos o casi desnudos, normalmente en pendiente y de anchura variable, donde la recolección es muy eficaz debido, de nuevo, a los altos coeficientes de escorrentía. Las áreas de cortafuegos, por el tratamiento de eliminación de combustible al que son sometidas también participan, en menor medida de elevados coeficientes. La recolección del agua de escorrentía que se genera es técnicamente obligatoria, para evitar la aparición de procesos erosivos importantes. Ambos tipos de infraestructuras son especialmente adecuadas para ubicar depósitos destinados a la extinción de incendios forestales por su fácil acceso.

*PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 37.*

*LAS INFRAESTRUCTURAS LINEALES SON UNA DE TUS MEJORES ALIADAS PARA LA RECOLECCIÓN DE AGUA.*

*La existencia de infraestructuras forestales como pistas o cortafuegos te ofrece múltiples oportunidades para el manejo de las precipitaciones a favor de la recolección del agua, del incremento de la biodiversidad, o de la mitigación del impacto ambiental producido con su construcción.*

*Los coeficientes de escorrentías asociados a los suelos desnudos, en pendiente e impermeables por compactación, son tan altos que, con superficies relativamente pequeñas, se pueden recolectar grandes cantidades de agua. Dichos coeficientes son iguales o superiores al 70%. Pistas, caminos y cortafuegos, son infraestructuras que en mayor o menor grado van acompañadas de obras de drenaje y manejo de caudales para garantizar su conservación. Aprovecha su capacidad de recogida. Es muy sencillo e incomprensiblemente es algo muy poco utilizado.*

- Sistemas de microrriego: en el mercado existen todo un conjunto de sistemas basados en la captación de agua de rocío, así como para la creación de alcorques artificiales. Muchos de ellos son prototipos para zonas áridas, pendientes de comercialización en el mercado español.
- Cosechadoras de lluvias: sistemas de recolección de aguas pluviales asociados a viviendas y edificaciones. Tienen un grave problema de costes por metro cúbico almacenado para los depósitos ofertados actualmente en mercado. La realización de estos depósitos en la fase de obra es una posible oportunidad de mercado, ya sea asociados a viviendas unifamiliares, o bien como elementos colectivos en urbanizaciones y comunidades de propietarios.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 38.**

**ANTES DE PLANTEARTE UN SISTEMA DE COSECHA DE AGUA EN TEJADOS ESTUDIA LOS COSTES DE ALMACENAMIENTO.**

*La recogida de agua para pasar el largo periodo de estiaje mediterráneo es de unos 15 m<sup>3</sup> por familia de tres miembros al mes. Para un verano medio de tres meses deberías prever un volumen de almacenaje de unos 45 m<sup>3</sup>, con un coste de almacenaje muy importante en caso de depósitos estándar. Otra cosa sería, su aplicación a una urbanización de chalets adosados, donde de origen, se hubiera construido un huerto del tamaño de un 50% del tejado, al que se hubiera asociado un volumen de almacenaje de agua de unos 500/700 litros por metro cuadrado de huerto. O bien para una vivienda donde la recogida de aguas estuviera diseñada de origen.*

*Los precios de las empresas que en estos momentos están ofreciendo depósitos de agua para la recolección de agua de lluvia doméstica son muy altos. Tan altos que no tiene mucho sentido, desde el mero punto de vista de producción, invertir en ellos. Otro caso sería si fuera la única forma de obtener agua potable en un punto determinado, ya que el Agua Forestal te puede proporcionar sin duda, el caudal que necesitas. En lugares con periodos áridos más cortos o donde el número de chaparrones veraniegos es numeroso, puede ser una opción válida.*

- Captadores de niebla: refuerzan la capacidad de recolección de agua durante las temporadas lluviosas. En la península Ibérica están inseparablemente unidos a zonas de montaña, con desniveles significativos respecto a sus bases y al alcance de vientos húmedos: mitad occidental de la península o proximidad del litoral mediterráneo. Una de las más novedosas aplicaciones actuales es la recolección de agua para consumo de mesa.

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 39.**

**LA NIEBLA ES TU ALIADA. NI LA SUBESTIMES NI LA SOBREALORES.**

*Los captadores de niebla en la península Ibérica son más eficaces que las especies autóctonas peninsulares en la captación de precipitación horizontal. Si confías en que la plantación de encinas, alcornoques, madroños o aligustres (por citar árboles de hoja perenne, "semejantes a una laurisilva"), va a permitir a la vegetación captar su propia fuente de agua a partir de la precipitación horizontal, es más que probable que no lo consigas. Lo que tienes que buscar como objetivo es que el captador de nieblas supla los riegos manuales iniciales que se proporcionan a la vegetación con camiones cisternas para apoyar su arraigo e implantación. Para ello deberá ir acompañado de un sistema de depósitos que permitan el riego durante el estío.*

*Esto no quiere decir que dicha vegetación no sea capaz de captar agua, en una pequeña proporción de agua de niebla o de precipitación horizontal. Lo que sí puedes esperar es que, una vez implantada dicha vegetación, esta sea capaz de incrementar la capacidad de retención del suelo, disminuir la evaporación dentro de la masa, eliminar la escorrentía e incrementar la infiltración, de modo que el balance hídrico mejore lo suficiente como para garantizar sus necesidades de agua mínima para sobrevivir. Es decir, sea capaz de cuidar, mimar y aprovechar con eficiencia el agua que queda a su alcance. El problema principal con el que te vas a encontrar en las regiones mediterráneas no va a ser la capacidad de captación de la vegetación, sino que prácticamente no hay días de niebla en el estío mediterráneo.*

**4.3.- CULTURAS Y SABERES HISTÓRICOS Y TRADICIONALES CON POTENCIAL ACTUAL.**

Como en otros epígrafes anteriores, continuamos con la síntesis de la carta de servicios desarrollados en la "Guía Prontuario". El territorio peninsular e insular español, ha conocido diversas culturas a lo largo de la historia que han dado diversas respuestas a los problemas asociados a la sequía estival mediterránea o situaciones de aridez climática de mayor exigencia, como sucede en gran parte del territorio de las Islas Canarias. Entre los más destacados señalamos los siguientes:

- Bancales y cultivo en terrazas: tienen por objeto la creación de suelo apto para el cultivo en zonas con fuerte pendiente. Además del incremento de superficie cultivable, incrementan la infiltración, disminuyen la escorrentía y aumentan la capacidad de retención del suelo. Los costes de construcción actual serían elevadísimos, pero su restauración y mantenimiento podrían considerarse como inversiones amortizables a largo plazo.
- Boqueras y gavias: son sistemas de recolección y distribución de las aguas temporales que circulan por ramblas y torrenteras del sureste español y las islas Canarias (gavias). No solo proporcionan agua sino arrastres, que mejoran el suelo de los lugares de destino. Por ejemplo, en Fuerteventura se pueden encontrar lugares donde están en uso y perfectamente mantenidas.
- Albarradas: muros de mampostería destinados a romper el ciclo erosivo existente en cabeceras de cárcavas y barrancos, cuando se inicia el proceso de incisión. Recogen los arrastres y acaban generando suelo puntualmente.
- Albercas, aljibes y balsas. Su aplicación más habitual actualmente es para la creación de charcas ganaderas o bien la creación de depósitos en altura para riego. Lo que más nos interesa desde el punto de Agua Forestal es destacar el hecho de que el tratamiento de la cuenca de recepción sobre la que vamos a recoger el agua, buscará incrementar su coeficiente de escorrentía, evitando la aparición de procesos erosivos o bien la acentuación de los existentes. Por otro lado, y desde el punto de vista del fomento y la conservación de la biodiversidad, parece muy importante avanzar en técnicas que impidan al ganado acceder directamente a la orilla de la charca: abrevaderos por ejemplo.
- Ventisqueros y pozos de nieve, son usos tradicionales, hoy desaparecidos. Los primeros debemos verlos como depósitos de agua gratuitos. Los segundos son sistemas para obtener hielo, que en la actualidad podrían servir de modelo como sistemas de conservación de temperatura y en consecuencia de disminución de pérdidas de evaporación.



26 Gavias en Fuerteventura. Son muy fáciles de observar en fotografía aérea en zonas tradicionalmente agrarias. Proximidades de Antigua.

#### 4.4.- CARTA DE SERVICIOS, PRECIPITACIÓN ANUAL Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

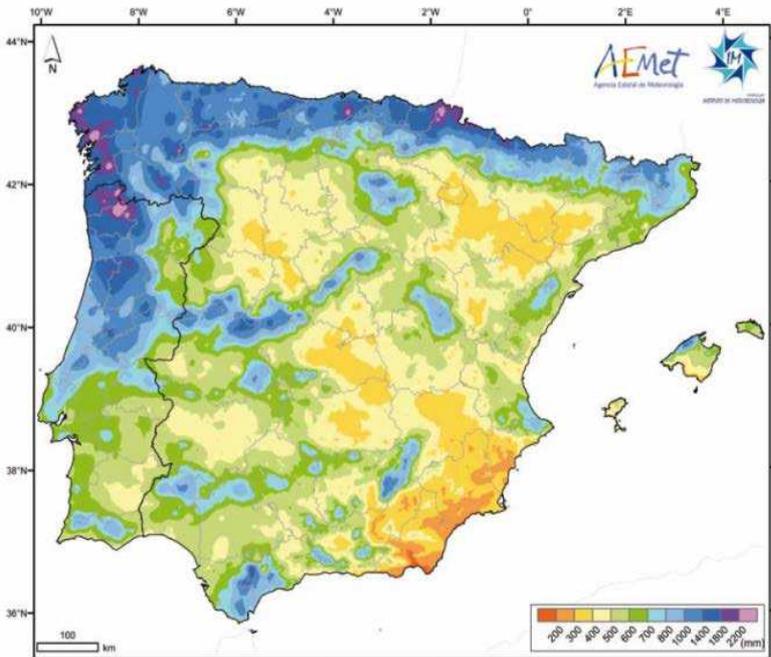
Es el momento de hacer una breve parada de repaso y organización de servicios de acuerdo con la vocación territorial que otorgan los valores medios de precipitación anual en las regiones mediterráneas de España. Por un lado contemplaremos las zonas con precipitación superior a 600 mm (verde oscuro y azules), y las zonas con precipitación inferior a esta cantidad el resto.



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
El FSE invierte en tu futuro



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"



27 Mapa de precipitaciones anuales del Atlas Climático Ibérico. AEMET

En zonas con precipitaciones superiores a 600 mm el propietario o el gestor deberán plantearse la oportunidad de dirigir sus masas a la producción de agua azul como recurso principal frente a otros productos y servicios, o bien optimizar al máximo la producción de agua verde en forma de madera o materia vegetal. Este colectivo es probablemente nuestro cliente prioritario.

En esta tesitura podemos generar la siguiente carta de servicios:

- Ordenación de las masas forestales para la producción de agua azul.
- Ordenación de las masas forestales para la optimización de agua verde a favor de la

conservación de la biodiversidad, la fijación de carbono o la lucha contra la erosión, entre otros objetivos.

- Estudios de viabilidad de inversiones en embalsado y distribución de agua para riego en la misma propiedad: agrícola, forestal, forrajero, etc.
- Estudios de viabilidad de inversiones en embalsado y distribución de agua para riego para propiedades ajenas a la recolectora de agua. Este planteamiento queda restringido a las Administraciones Públicas para fines de bienestar y servicio público.
- Construcción y montaje de infraestructura de embalsado o depósito.
- Construcción y montaje de infraestructura de riego.

En zonas con precipitaciones inferiores a 600 mm, el propietario o gestor, deberá plantearse técnicas de manejo de Agua Forestal para maximizar y optimizar el agua verde en productos maderables o de otro tipo con valor añadido. Asimismo, la creación de sistemas específicos de recolección y depósito de agua para usos muy concretos como pueden ser los ganaderos y cinegéticos, la defensa frente a incendios o, simplemente, la potenciación de la biodiversidad. Alguno de los servicios que podremos incluir en nuestra carta serían:

- Ordenación de masas forestales, contemplando el agua como factor productivo clave para las mismas. Maximización del agua verde.
- Construcción e instalación de balsas ganaderas, depósitos para defensa frente al fuego, etc.
- Restauración vegetal y repoblaciones con técnicas de oasisificación, aplicando MODIPE.
- Cosechadoras de agua de lluvia para uso doméstico o ganadero.
- Producción de aguas de niebla.
- Producción de aguas pluviales para consumo.
- Aplicación de agua en la creación de puntos húmedos de biodiversidad.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 41.**

**SI LAS PRECIPITACIONES SON IGUALES O SUPERIORES A 600 MM ANUALES, CON EL ENFOQUE DE AGUA FORESTAL PUEDES INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA PROPIEDAD EN UN 20%.**

*Precipitaciones de 600 mm generan en la península alrededor de 125 mm de agua azul, que si los transformas a través del riego en agua verde dan lugar a un incremento de productividad de un 20%. Esta afirmación es coherente con los valores de Intensidad bioclimática real de los diagramas bioclimáticos de Montero de Burgos presentes en el mapa forestal de España escala 1:200.000. Si lo que haces es regar con agua recolectada en la propiedad diversos lugares de la misma hasta cubrir las necesidades de agua de las plantas en su totalidad, el incremento esperado de la producción por hectárea es superior en algunos casos al 200% respecto a un suelo con capacidad de retención media de unos 100 mm.*

*El tema de la productividad primaria de un terreno a partir de la recolección del Agua Forestal, es una pregunta de porcentajes y valores a manejar en el día a día. En tu trabajo presencial y práctico debes memorizar una serie de datos básicos. Algunos de los más socorridos o necesarios son los valores de incremento de producción esperado de acuerdo con las precipitaciones de una comarca aplicando riego y en relación al conjunto de toda la propiedad. Para ello tan solo tenemos que sumar la producción esperada en las hectáreas puestas en riego, con las que siguen como están y compararlo con la situación anterior. El incremento productivo será significativo y deberás valorar qué inversión está justificada con dichos incrementos. Estos pequeños estudios de inversión deberán estar entres tus habilidades profesionales.*

Independientemente de las precipitaciones, existe una línea de servicios, transversal para todo el territorio que está directamente relacionada con la normativa de evaluación de impactos ambientales (EIA). En este caso, el manejo del ciclo hídrico en el área de influencia de las actuaciones e infraestructuras que dan origen a la EIA, es un mundo de oportunidades para el enfoque de Agua Forestal. Percibimos tres líneas de influencia o interés procedentes de esta normativa de aplicación.

- La primera y más evidente, son los anexos donde se hace referencia a los proyectos que requieren algún grado de evaluación de impacto ambiental. Por este motivo hemos seleccionados aquellos proyectos que pueden formar parte de un servicio o producto de Agua Forestal. Se trata de un recopilatorio genérico de la legislación estatal autonómica de Extremadura y Castilla La Mancha. Dado el extenso listado de supuestos, vamos a señalar exclusivamente el concepto genérico, debiendo el interesado consultar qué legislación se aplica en cada comunidad o situación, a qué dimensiones o intensidades concretas de actuación se refiere, e incluso, en qué supuestos, por ejemplo espacios protegidos.
  - Las primeras repoblaciones forestales de más de (N) hectáreas, cuando entrañen riesgos de graves transformaciones ecológicas negativas.
  - Corta de arbolado con propósito de cambiar a otro tipo de uso del suelo, cuando no esté sometida a planes de ordenación y afecte a una superficie mayor de (N) hectáreas. No se incluye en este apartado la corta de cultivos arbóreos explotados a turno inferior a (N) años.
  - Proyectos para destinar terrenos incultos o áreas seminaturales a la explotación agrícola intensiva, que impliquen la ocupación de una superficie mayor de (N) hectáreas o mayor de (N) hectáreas, en el caso de terrenos en los que la pendiente media sea igual o superior al 20 %.
  - Proyectos para destinar áreas incultas o áreas seminaturales a la explotación agrícola o aprovechamiento forestal maderero que impliquen la ocupación de una superficie mayor de (N) ha.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

- Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, con inclusión de proyectos de riego o de avenamientos de terrenos, cuando afecten a una superficie mayor de (N) hectáreas.
  - Transformaciones de uso del suelo que impliquen eliminación de la cubierta vegetal cuando dichas transformaciones afecten a superficies superiores a (N) hectáreas.
  - Cualquier proyecto que suponga un cambio de uso del suelo en una superficie igual o superior a (N) ha.
  - Cambios o transformaciones de cultivo.
  - Transformaciones de uso del suelo que impliquen eliminación de la cubierta vegetal arbustiva, cuando dichas transformaciones afecten a superficies superiores a (N) ha.
  - Vallados y/o Cerramientos de cualquier tipo sobre el medio natural, con longitudes superiores a (N) metros, o extensiones superiores a (N) hectáreas, a excepción de los cerramientos ganaderos de carácter estacional o no permanentes y aquellos con alturas inferiores a 60 cm.
  - Presas y otras instalaciones destinadas a retener el agua o almacenarla permanentemente, cuando el volumen nuevo o adicional de agua almacenada sea superior a (N) hectómetros cúbicos.
  - Proyectos de consolidación y mejora de regadíos en una superficie superior a (N) ha.
  - Construcción de caminos afectando a terrenos cubiertos de vegetación natural a lo largo de más de (N) kilómetros, y en todos los casos que se realicen en áreas protegidas.
  - Actuaciones que impliquen la eliminación de cubierta vegetal natural que afecten a longitudes superiores a (N) metros en total, o en acumulación de tramos.
- En un segundo bloque de oportunidades, tenemos las medidas preventivas, correctoras y compensatorias para reducir eliminar o compensar los efectos ambientales significativos. Muchas de los servicios y productos de Agua Forestal son aplicables sobre el recurso agua o sobre la vegetación. Copiamos a continuación lo que dice la norma básica al respecto:
    - *Se indicarán las medidas previstas para prevenir, reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales negativos significativos, de las distintas alternativas del proyecto. Con este fin:*
    - *Se describirán las medidas adecuadas para prevenir, atenuar o suprimir los efectos ambientales negativos de la actividad, tanto en lo referente a su diseño y ubicación, como en cuanto a los procedimientos de anticontaminación, depuración, y dispositivos genéricos de protección del medio ambiente.*
    - *En defecto de las anteriores medidas, aquellas otras dirigidas a compensar dichos efectos, a ser posible con acciones de restauración, o de la misma naturaleza y efecto contrario al de la acción emprendida.*
    - *El presupuesto del proyecto incluirá estas medidas con el mismo nivel de detalle que el resto del proyecto, en un apartado específico, que se incorporará al estudio de impacto ambiental.*
  - Por último y como tercer bloque, nos encontramos con los grupos de proyectos donde como elemento del mismo se pueden incluir actuaciones propias de Agua Forestal:
    - Industrias extractivas.
    - Infraestructuras de transporte.
    - Desarrollos urbanos.



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
El FSE invierte en tu futuro



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

- Casos tan concretos como campos de golf, campamentos de turismo, urbanizaciones exentas del casco urbano, pistas de esquí, etc.

La ocasión empresarial, se facilita, con el diseño de soluciones tipo para cada zona y situación, que tengan su base en la recogida de aguas pluviales y posterior utilización de una forma u otra.

#### 4.5.- FORTALEZAS Y DEBILIDADES DE NUESTRA CARTA DE SERVICIOS.

Las fortalezas más consolidadas de nuestra carta de servicios, por su fácil asimilación y la ausencia de fuertes controversias son varias. En primer lugar, la efectividad de las claras para producir un incremento de agua azul, aunque este no sea permanente en el tiempo. Este efecto también sucede en ausencia de escorrentías, y desaparece cuando el terreno es de nuevo recuperado por la masa forestal. El efecto es relevante cuando la precipitación anual es superior a los 600 mm y nulo por debajo de los 450 mm.

Tenemos la seguridad y contamos con el hecho real de que el manejo del Agua Forestal nos permite crear biodiversidad, pues a través del Agua Forestal podemos garantizar la presencia puntual de agua en el suelo, ya sea de forma permanente, ya sea temporal, pero con la suficiente estabilidad ecológica para convertir el lugar en un foco de biodiversidad.



Sabemos reconocer la función principal de los bancales. La creación de suelo para el cultivo y somos capaces de ver el ciclo hídrico mejorado que se produce

tras su creación: incremento de la infiltración y disminución de la escorrentía y aumento de la capacidad de retención del suelo. El resultado final es un incremento en el peso del agua verde que se refleja en la productividad de los bancales.

*28. Las masas aclaradas generan un mayor volumen de agua azul. Hasta el momento es una de las pocas certezas casi completas que se tienen en Agua Forestal.*

En un segundo orden de fortalezas, nos encontramos con el reconocimiento de la influencia del manejo del Agua Forestal sobre los caudales que llegan a la Red hidrográfica. Nos llama la atención la poca atención prestada hasta el momento a este tema, y aportamos la versión optimista del emprendedor que lo analiza como un supuesto nicho de negocio por aprovechar. Somos conscientes de la gran oportunidad que supone para la recolección de agua las infraestructuras lineales como caminos, vías forestales y cortafuegos. De hecho, para el futuro los podríamos imaginar asociados a diversos sistemas de embalsado y depósito de agua, o como herramientas de fomento de la biodiversidad por manejo de los caudales recogidos.

En la medida en que nuestras fortalezas conceptuales no coincidan con los conceptos de nuestros clientes, estaremos definiendo oportunidades y obstáculos en nuestro nuevo nicho de



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

negocio. Si somos capaces de comunicar las ventajas de nuestro enfoque y de cambiar sus formas de afrontar los problemas de escasez de agua, los obstáculos se convertirán en oportunidades y empezaremos a vender soluciones de Agua Forestal.

Nuestras debilidades más evidentes en cuanto a la carta de servicios empiezan por la tendencia a simplificar el ciclo hídrico forestal, olvidando que es un todo y en el que todas las variables están interrelacionadas: interceptación, evaporación, transpiración, escorrentía e infiltración superficial y profunda. Si a este concepto le añadimos el principio de prudencia, diríamos que cada localidad concreta funciona de forma similar a sus cercanas, pero siempre de forma diferente. Es recomendable pilotar previamente las actuaciones. Y es necesario que los clientes confíen en nosotros como profesionales especializados y capacitados.

La imbricación de variables nos obliga a estar atentos a los planteamientos de comunicación en sus dos sentidos. Deben ser transparentes y claros para nuestros clientes, de modo que sepan qué pueden esperar concretamente de nuestros servicios. Al mismo tiempo, debemos ser capaces de captar sus demandas reales. Es decir, aquellas que buscan resolver necesidades concretas a partir de soluciones específicas.

Cuando lo que manejamos son conceptos ecológicos, sucede lo mismo que con el ciclo hídrico. No se puede simplificar su interpretación ni dejarse uno guiar por las apariencias. Hay que valorar las distintas variables intervinientes y sus variaciones con el tiempo, de forma anual e interanual. Nuestra formación en ecología y medio natural debe estar inmersa en un proceso continuo de mejora.

Solemos pecar de un exceso de autoestima a favor de la vegetación mediterránea, como cuando, por ejemplo, hemos asimilado su eficacia para captar precipitación horizontal con la de los captadores de niebla. No negamos una cierta capacidad en este sentido. Pero es inferior a la de los captadores, y además durante el estío no hay prácticamente días de niebla en el mediterráneo peninsular.

El resumen es similar al inicio de este comentario. Hay muchas variables en juego, y necesitamos de toda nuestra capacidad de observación y estudio para optimizar la eficacia de nuestras actuaciones: servicios concretos para situaciones concretas.



29 Una charca ganadera bien realizada, enseguida genera en sus orillas, comunidades higrófilas vegetales, acoge comunidades de anfibios y permite beber y alimentarse a la fauna de mayor tamaño. Parque Nacional de Monfragüe.



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
El FSE invierte en tu futuro



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

## 5.-EL ARTE DE LA GESTIÓN DE SERVICIOS Y PLAN DE NEGOCIO TIPO ASOCIADO A AGUA FORESTAL.

### 5.1.- ZAHORÍES DE AGUA FORESTAL.

En nuestra Guía Prontuario de Agua Forestal hemos incluido un detallado bloque de contenidos que se ha denominado Guía básica de interpretación de la Vegetación Mediterránea. Está subdividido en tres grandes epígrafes: bosques, matorrales y pastos. En la presente publicación, sobre el Arte de la Gestión de Servicios de Agua Forestal, recordaremos algunos de los aspectos más relevantes de estos capítulos, que responden a reglas genéricas y que esperamos que sean útiles para ejecutar nuestra labor como Zahoríes de Agua Forestal. Nos serviremos de la lectura del paisaje vegetal, lo visible, para conocer la disponibilidad de Agua Forestal, lo invisible, de un territorio o localidad. En el caso del clima mediterráneo, deberemos ser capaces de leer la disponibilidad de agua, de precipitación y en el suelo. Su capacidad de retención, la duración de los periodos de lluvia y sequía, e incluso la irregularidad climática local.

Respectos a los bosques, podemos dar algunas normas generales sin entrar en los requerimientos de cada una de las especies, que por otro lado deberemos conocer. Podemos ordenar sus necesidades de agua de acuerdo con la tipología de sus hojas. Máxima para hojas planifolias y caducifolias, y mínima para hojas de carácter esclerófilo perenne. Intermedias, para hojas marcescentes como las de los quejigos y robles mediterráneos. Este último grupo es muy buen indicador, y señala precipitaciones anuales superiores a los 550 a 600



mm, o bien estaciones locales de carácter hídrico equivalente. Su presencia garantiza un potencial

*30 La proximidad del mediterráneo tiene influencia segura sobre el ciclo hídrico forestal. Los valores de la misma aún nos son desconocidos.*

de recolección de agua suficiente como para empezar a pensar en regadíos. Los planifolios y caducifolios señalan disponibilidad de agua durante todo el año, algo que suplen durante el estío con la proximidad a ríos o bien el acceso a capas freáticas próximas a la superficie del suelo. Es el caso de las saucedas, alisedas, choperas, fresnedas y olmedas, por ejemplo. Cuando son especies de carácter eurosiberiano o atlántico las que aparecen en zonas mediterráneas alejadas de ríos, nos muestran lugares de precipitaciones altas, que por condiciones de temperatura, orientación y suelo, son capaces de superar la sequía estival. Con frecuencia suelen ir asociadas a situaciones de carácter relicto o microclimático.

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 42.**

**NO TE SORPRENDAS ANTE PARADOJAS COMO LAS DE LAS FRESNEDAS MEDITERRÁNEAS.**

*Las fresnedas y dehesas de fresnos mediterráneas, presentan su pastizal agostado durante el verano al mismo tiempo que los fresnos muestran su follaje caducifolio, verde, y en pleno rendimiento. Este hecho te indica que los decímetros superiores del suelo están secos, lo que ha*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*provocado que los pastos, predominantemente anuales, se agosten, una situación compatible con que las raíces de los fresnos estén en contacto con agua freática más o menos superficial presente en zonas algo más profundas del suelo. El follaje se mantiene en funcionamiento fisiológico y el árbol sigue activo durante el verano, de hecho, la evapotranspiración real alcanza valores próximos a la potencial en estos casos.*

*La imagen de un pasto agostado, combinado con frondosas caducifolias en pleno funcionamiento, como los fresnos, está inseparablemente unida a la presencia en el suelo de agua, que corresponde, en la mayoría de los casos, al nivel superior de una capa freática. En zonas mediterráneas suele suceder solo en vegas y vaguadas. Un aprendiz de zahorí, sabría que en ese lugar se podría hacer un pozo sin mucho problema. Un hombre de campo lo sabe también sin recurrir a los servicios especializados del primero. El trasmochado de los fresnos aprovecha este hecho. En época de ausencia de producción del pasto por el estío, se alimenta al ganado con el ramoneo de los fresnos que previamente se han podado para poner sus ramas verdes al alcance de las reses. El trasmochado en invierno es un absurdo que se produce muchas veces y solo tiene por objeto conseguir leña.*

Cuando sus portes son destacables, grandes alturas y dimensiones, su presencia también va a tener relación con ubicaciones hídricas favorables, reforzadas por la profundidad de los suelos. Por el contrario, a menor tamaño, peores condiciones hídricas. Evidentemente, los portes importantes van asociados a condiciones ecológicas favorables y estables a lo largo de muchos años.

El caso de las coníferas, como pueden ser las del género *Pinus*, de hojas aciculares, no permite estas generalizaciones morfológicas. Cada especie de pino tiene requerimientos hídricos y térmicos distintos, por lo que con su presencia podemos marcar rangos de precipitación relativamente precisos si conocemos los requerimientos particulares de cada uno de ellos.

Entre las coníferas destacan dos casos extremos: los sabinares de *Juniperus thurifera* de zonas mediterráneas continentales, donde el frío invernal y la sequía estival son las variables dominantes, y con el carácter contrario, los pinsapares, asociados a muy altas precipitaciones, temperaturas invernales suaves y veranos con estíos atenuados.

#### **PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 43.**

**LA VOCACIÓN EN AGUA FORESTAL DE LOS SABINARES TE OFRECERÁ MUCHAS POSIBILIDADES DISTINTAS DEPENDIENDO DE SU LITOLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA.**

*Los sabinares de *Juniperus thurifera* y/o *J. phoenicea* (llamados "enebrales" en muchas regiones, nombre aplicado también a formaciones de otras especies de *Juniperus*), son formaciones que responden al conocido refrán castellano que describe el clima mesetario: nueve meses de invierno y tres meses de infierno. Su asociación con la actividad del pastoreo y el gran desarrollo de sus raíces convierte a los sabinares en formaciones paisajísticas con distintas interpretaciones hídricas. En contra de lo que se podría pensar, su potencial en Agua Forestal es similar al de otras formaciones vegetales e incluso superior. El carácter extremo del clima de aquellos lugares donde está presente el sabinar hace que los 9 meses de invierno el consumo de agua por la vegetación sea muy bajo y se generen superávits invernales superiores a los de un encinar o un pinar termomediterráneo. Por otro lado, el pastoreo mantiene las zonas abiertas con una cubierta vegetal de mayor coeficiente de escorrentía y al mismo tiempo sin arrastres importantes de suelo.*

*Los sabinares son eficaces productores de agua invernal. Suelen ir asociados a suelos calizos de poco espesor, con la roca madre próxima a la superficie. En estos casos la producción de agua azul se ve favorecida sobre todo en dos situaciones. La primera en las zonas kársticas de suelos esqueléticos, donde los superávits invernales van a parar a los magníficos acuíferos que generan estas litologías. La segunda va asociada al hecho de que los terrenos calizos generan suelos de*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*estructura generalmente muy arcillosa, que dan lugar a escorrentías altas si se manifiestan desnudos como suele suceder en los sabinares muy pastoreados*

La interpretación de los matorrales requiere una primera distinción entre matorrales climáticos y los que no lo son. Los primeros ocupan lugares y territorios donde por frío, sequía o altas temperaturas, los árboles no pueden instalarse, es decir marcan situaciones extremas, propias de la alta montaña, los saladares, los roquedos, las zonas subdesérticas, etc. El resto de situaciones responden a la ocupación del espacio después de haber sido eliminada la vegetación arbórea, normalmente por causas humanas como pueden ser incendios, ganadería, agricultura, etc. Existe una correspondencia entre el tipo de bosque y el matorral que le sustituye, aunque no es biunívoca. Pueden existir distintos tipos de matorral para un mismo tipo de bosque, con lo que a través de su interpretación se pueden matizar, aún más, las características de la estación.

Entre los más de 30 tipos básicos de matorral de la península, la mayoría de ellos están dominados por una sola especie, siendo el resto mixtos. Cuatro familias de plantas acaparan la mayor cantidad de matorrales dominantes en España: cistáceas, leguminosas (tribu genisteas), labiadas y ericáceas. Es por ello, que deberemos concentrar nuestro aprendizaje en las mismas, para alcanzar una máxima eficiencia en el esfuerzo de formación.

Si contrastamos las necesidades hídricas de bosques y matorrales de forma genérica, obtendremos dos normas generales de interés que podremos matizar posteriormente en función de las especies que los formen. La primera de ellas, es que para una misma zona de trabajo de campo, debajo de las formaciones arbóreas encontraremos suelos más profundos que bajo los matorrales. La segunda, que la presencia de bosques nos indica condiciones hídricas medias para periodos de tiempos superiores a los que señalarían las formaciones de matorral. En el primer caso podríamos hablar de décadas, y en el segundo de quinquenios, por poner en juego algún dato numérico.

Entre los matorrales, podemos encontrar algunas especies capaces de soportar un variado espectro de condiciones de sustrato y de temperatura, que nos permiten identificar valores de precipitación anual y sequía con su presencia. El brezo blanco (*Erica arborea*) por ejemplo, está presente en toda España y señala con su presencia condiciones equivalentes a precipitaciones superiores a los 600 mm anuales. Algo parecido sucede con el helecho común (*Pteridium aquilinum*), o las dos especies ibéricas del género *Pistacia*, el lentisco y la cornicabra.

Los matorrales espinosos caducifolios son también buenos indicadores, pero en general nos van a indicar además situaciones edáficas favorables.

Respecto a la interpretación de los pastos ibéricos, diremos también algunas generalidades que deben ser posteriormente matizadas de acuerdo con las especies que los componen.

Como sucede con los matorrales, los pastizales naturales ocupan zonas sin vegetación leñosa, de carácter ecológicamente extremo, como la alta montaña, algunas parameras y estepas naturales o lugares muy áridos. Es el caso, por ejemplo de los saladares, asociados a situaciones de endorreísmo que dan lugar a lagunas temporales, en las mesetas peninsulares.

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 42.**

**DEBES CONSIDERAR LAS LAGUNAS TEMPORALES ENDORREICAS DE ORIGEN NATURAL O ARTIFICIAL COMO FOCO DE SINGULARIDAD Y DIVERSIDAD.**

*Las lagunas temporales de carácter endorreico dan lugar a paisajes vegetales con un alto valor botánico. Este hecho es debido al exceso de salinidad presente en las aguas antes de evaporarse,*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*que da como resultado visible y fácilmente reconocible una superficie de mayor o menor extensión cubierta por una costra salina.*

*Por ejemplo, en la laguna de El Hito (Cuenca), en menos de 1 km de longitud desde su centro hacia su perímetro la vegetación se organiza en una gama muy extensa de especies de acuerdo con un gradiente que va, de máximo periodo de inundación y máxima salinidad durante el estío en las zonas más profundas (nunca muy profundas), hasta un periodo de inundación mínimo y mínima salinidad en las zonas periféricas. Ese hecho da lugar a un incremento de su valor botánico, potenciado por la variedad y singularidad de las especies presentes. No debes dejar de recordar el principio básico de que la presencia de agua en zonas áridas y semiáridas multiplica la diversidad. En segundo lugar, que la presencia de salinidad aumenta la singularidad y por lo tanto el valor de las especies higrófilas presentes. Y por último, que los gradientes de salinidad y diversidad multiplican el efecto de ecotono de estos lugares y en consecuencia su biodiversidad global.*

Quando la acción humana esta interesada en la producción de pastos, suele ceder a los mismos los suelos de más calidad, para incrementar la productividad ganadera. Estarán entonces ocupando los suelos mas ricos en materia orgánica y probablemente los más húmedos. Incluso se aplicará el riego para favorecer su presencia. Cuando la causa se debe a catástrofes no buscadas como un incendio y ha pasado un plazo de tiempo suficiente, una década por ejemplo, ocuparán los lugares más desfavorables hídricamente, al ser sus necesidades menores, dada su talla y estructura.

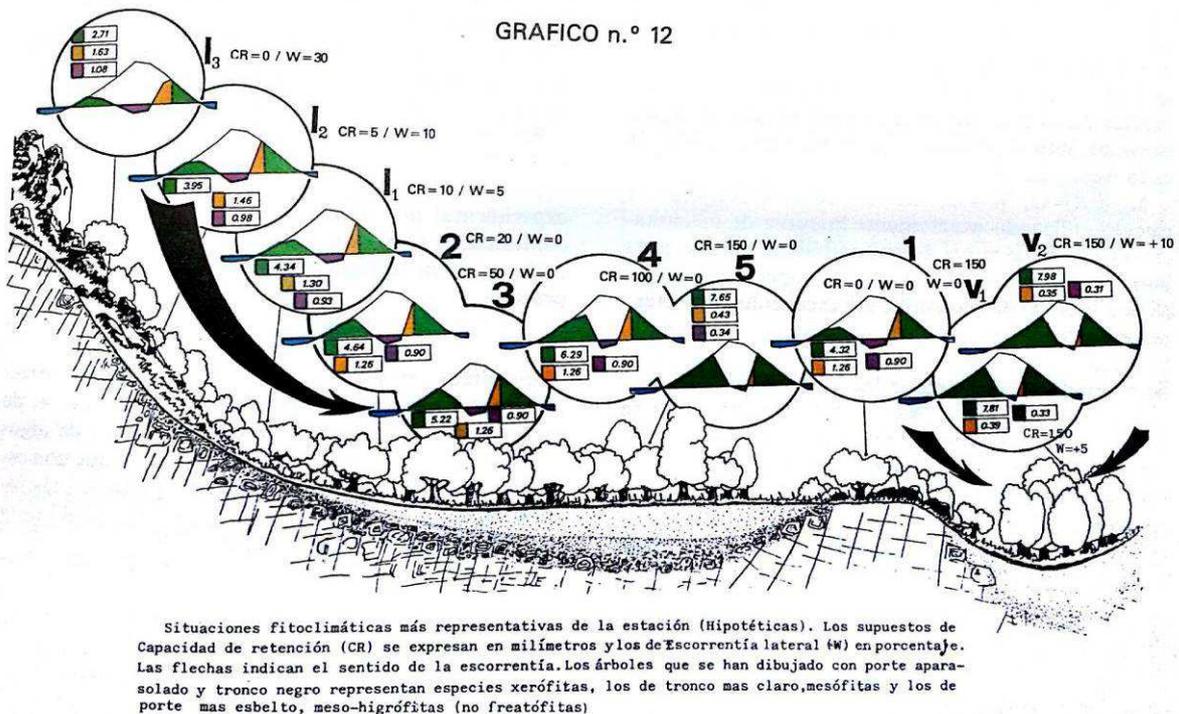
Los pastos y la vegetación herbácea en general nos van a señalar las condiciones climáticas medias de los últimos años. Sus ciclos vitales más cortos nos permitirán adivinar no solo la condición hídrica del último quinquenio, si no que reflejarán de forma fidedigna la presencia y cantidad de agua disponible en el suelo, al mismo tiempo que la actividad fisiológica en cada momento de acuerdo con la temperatura y el agua.

Ya hemos indicado que el pastoreo adecuado genera comunidades de herbáceas que favorecen la producción de agua azul de calidad, frente al incremento del peso del agua verde, a pesar del consumo de agua que supone un pastizal productivo. Por talla y estructura, el consumo de agua siempre será menor que el del matorral o el bosque característico de la estación ocupada. Entre otras cosas, debido a que va utilizar el agua solo de los 50 cm superiores del suelo.

Hasta el momento hemos hablado del paisaje vegetal de la península Ibérica mediterránea como una forma de evaluar el potencial de Agua Forestal y sus componentes agua azul y agua verde de una región, comarca o localidad. Ahora, lo que vamos a interpretar son las variaciones que imponen el relieve y el microrrelieve en el balance hídrico de un estación (localidad meteorológicamente hablando), y su reflejo en el Agua Forestal y en el paisaje vegetal. Es por así decirlo la lectura inversa a la anterior. Para ello utilizamos un magnífico gráfico publicado en el libro *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España*, de Salvador Rivas-Martínez y otros colaboradores, publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en 1988. Hemos rescatado este gráfico, no disponible en la red, pues nos permite poner en práctica de forma muy eficiente el singular punto de vista de Agua Forestal, donde el protagonismo se lo otorgamos a los procesos hídricos.

El gráfico muestra casi todas las situaciones posibles que se pueden encontrar en el relieve local, asociadas a una estación meteorológica determinada. Sobre la estación seleccionada podemos observar que presenta un periodo invernal con intensidad bioclimática fría y un periodo de sequía estival. Es decir, es una estación asociable a cualquier zona mediterránea de la península suficientemente alejada del litoral marítimo como para tener un invierno con

parada fisiológica. La gran aportación de los autores es la asignación a cada situación concreta de unas condiciones previsibles de Capacidad de Retención del suelo, (CR, en milímetros), y de escorrentía (W, en porcentaje). Para la primera variable influye sobre todo la profundidad del suelo, para la segunda la pendiente, la cobertura vegetal y también de forma indirecta la capacidad de retención, como ya hemos repetido en diversas ocasiones.



31 Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España, de Salvador Rivas-Martínez y otros colaboradores, publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en 1988. Pág. 233.

Empezando de izquierda a derecha vamos a ir analizando los diferentes supuestos siguiendo la nomenclatura del gráfico:

- I<sub>3</sub>: Cabecera de pendiente, con presencia de roquedo, roca madre muy superficial y cobertura vegetal escasa. En consecuencia la capacidad de retención del suelo es nula y la escorrentía superficial alta. CR=0 W=30%. Estos altos niveles de escorrentía hacen que una parte importante de la precipitación quede fuera del alcance de las raíces que, por otro lado, debido a la escasez del suelo, solo disponen de agua durante los días en que se producen precipitaciones. Podríamos añadir que al estar en las cotas más altas del gráfico, las temperaturas serán algo más bajas y la productividad potencial también. En consecuencia, nos encontramos con la situación menos productiva vegetalmente, es decir, la que menos consume agua verde. Por el contrario, será la estación con un mayor porcentaje de agua azul. De ésta, la procedente de escorrentía puede ser de mala calidad y además puede tener un peso importante sobre el total.
- I<sub>2</sub>: En ladera; con pendiente; el roquedo deja paso al matorral. Hay un poco de suelo y la cobertura vegetal es mayor. La capacidad de retención del suelo crece un poquito y la escorrentía baja significativamente. CR=5 W=10%. El resultado es una vegetación de matorral con algún ejemplar arbóreo normalmente de carácter xerófilo. El punto de



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

equilibrio entre agua verde y agua azul se desplaza ligeramente hacia agua verde, fundamentalmente a favor de la disminución de la escorrentía.

- $I_1$ : Es el último diagrama de ladera. El suelo es algo más profundo, aparece una cobertura vegetal arbórea con carácter todavía xerófilo. La capacidad de retención sigue creciendo. La pendiente es todavía fuerte y la cobertura vegetal presenta alguna insuficiencia por lo que todavía aparece un mínimo de escorrentía.  $CR=10$   $W=5\%$ . Podemos observar como la IBL (Intensidad Bioclimática Libre), ha pasado de un valor en el primer diagrama de 2,71 a otro de 4,34. Sin embargo el periodo de estiaje ha variado en mucha menor proporción. La CR de los suelos es baja, pues con fuertes pendientes la evolución de los suelos se ve fuertemente frenada.
- 2, 3, 4, y 5: estos perfiles corresponden a suelos sin pendiente, en llanura, de profundidad creciente, donde parte de su espesor procede habitualmente de aportes laterales. La capacidad de retención va desde media a muy alta, y la escorrentía desaparece debido a la baja pendiente y a la cobertura vegetal. También, indirectamente, debido a la profundidad de los suelos, que tardan más en saturarse, por lo que difícilmente llueve sobre mojado. En estos terrenos encontraremos los mejores portes de las especies arbóreas y la presencia de aquellas más exigentes en humedad. Estamos en la situación contraria al primer perfil, maximización del agua verde y minimización del agua azul. Ésta llegará a desaparecer con precipitaciones inferiores a unos 500 mm anuales en los suelos más profundos. La  $W=0\%$  en todos ellos, y la CR va de 20 a 150 mm. La IBL pasa de 4,64 hasta 7,65. La vocación de estas zonas será la producción vegetal. Gracias a la capacidad de retención del suelo, el periodo de sequía fisiológica se reduce al mínimo. Es probable que aparezcan quercíneas de hoja marcescente, como quejigos y melojos.
- 1: Este perfil refleja una situación singular, un afloramiento rocoso en llanura o sin pendiente. Por este motivo los autores le asignan los siguientes valores:  $CR=0$  y  $W=0\%$ . La vegetación arbórea presente será un encinar o un chaparral en mosaico con matorral xerófilo y esclerófilo. De nuevo la situación se invierte a favor de agua azul. La ausencia de escorrentía favorece la presencia de valores importantes de infiltración profunda. Al mismo tiempo, el agua verde es superior a los supuestos de ladera con presencia de escorrentía mayor del 10%. De todos los diagramas representados es el más favorable para recarga de acuíferos.
- $V_1$  y  $V_2$ : Situación singular de relieve cóncavo con suelos muy profundos y aportes laterales de escorrentía superficial o subsuperficial.  $CR=150$  y  $W=+5, +10\%$ . En consecuencia nos podemos encontrar en estas ubicaciones especies propias de climas más húmedos. En estos casos, el agua verde vuelve a maximizarse y el agua azul a minimizarse. Incluso se puede interpretar como un sumidero de agua azul procedente de otras localizaciones y que en este lugar se transforma en agua verde. Su vocación es la producción primaria. El periodo de estiaje prácticamente se anula. Es una situación casi segura de presencia de especies higrófilas.
- Quedaría un perfil  $V_3$  no reflejado en el gráfico, que sería el correspondiente a suelos muy profundos, sin pendiente ni escorrentía, y con aporte de agua permanente del nivel freático, al alcance de la vegetación arbórea. En estos casos la IBL es equivalente a la potencial, no hay periodo de estiaje, y la producción es máxima. Son los bosques de vegas, como fresnedas, olmedas y choperas. Es vegetación caducifolia y planifolia similar a la de los bosques atlánticos y eurosiberianos, pero de carácter más termófilo.

Con los datos proporcionados para la vegetación, sumados a estos pequeños apuntes relativos al balance hídrico y mucha capacidad de observación, así como una buena cultura de toma y retención de datos, iremos convirtiéndonos en zahories del Agua Forestal: Sin magias ni adivinaciones, sino a partir de la observación y la experiencia.



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
El FSE invierte en tu futuro



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

Nuestra habilidad de trabajo de campo debe incluir también el conocimiento de las posibilidades de actuación que proporcionan las distintas situaciones y sus efectos:

- Perfiles I: Incremento de la escorrentía o disminución de la misma. El incremento de escorrentía probablemente genere erosión y calidades de agua de baja calidad. Requiere, como mínimo, de la presencia de un pastizal con muy buena cobertura. Si lo que hacemos es eliminar la escorrentía, estamos transformándola en infiltración profunda dada la baja CR del suelo. El subsolado, por ejemplo, es una actuación a dos bandas. Disminuye la escorrentía y aumenta la infiltración, pero aumenta simultáneamente la capacidad de retención del suelo. Probablemente lo recomendable sea, o bien mantener la escorrentía y favorecer su recogida en embalses, o bien disminuir la escorrentía y favorecer la recarga de acuíferos locales o regionales.



32 Monte de El Pardo. En los diversos planos de la fotografía podemos encontrar los distintos tipos de perfiles analizados. Al fondo alta

- Perfiles 2, 3, 4 y 5. Dependiendo de la profundidad del suelo su vocación será la recarga de acuíferos o la producción primaria en los suelos profundos. El manejo de los menos profundos puede ir destinado, o bien a producir escorrentía limpia, o bien a mejorar la profundidad de dichos suelos pensando en la producción. Una opción para optimizar la situación actual puede ser el pastoreo y la pascicultura.
- Perfil 1: vocación clara de recarga de acuíferos. Como acciones recomendables pueden plantearse el pastoreo y la pascicultura. A largo plazo se genera una mejora del suelo, pensando en una mayor calidad ecológica de la estación.
- Perfiles V: vocación de producción vegetal, forestal, pascícola o agrícola.

## 5.2.- INCORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS SOBRE AGUA FORESTAL Y SU APLICACIÓN EN LA OFERTA EMPRESARIAL.

Es difícil encontrar estudios científicos directamente relacionados con los efectos que tienen en los caudales y en la red hidrográfica los tratamientos forestales realizados en una cuenca forestal en España. Durante los dos años que llevamos trabajando en Agua Forestal nos ha costado mucho encontrar un cuerpo suficiente de información organizado y sistematizado sobre el tema. Dicha información está en manos de centros de investigación y universidades, y no ha trascendido al mundo empresarial forestal. Además, no existe una demanda de servicios importante sobre el tema a pesar de ser el agua un recurso escaso.

*PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 46.*

*MANTENTE ATENTO ANTE LA INFORMACIÓN QUE VA SURGIENDO DÍA A DÍA EN AGUA FORESTAL.*

*Gota a gota, o de forma simultánea, semana tras semana, van apareciendo nuevos datos sobre Agua Forestal. Palabras claves que puedes utilizar para obtener información son: Agua, forestal,*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*selvicultura hidrológica, hidrología, oasisificación, captadores de niebla, interceptación, escorrentía, agua azul, agua verde, infiltración... Es un proceso que va muy despacio. Sin embargo, se espera que las necesidades de agua azul estén asociadas a una demanda creciente con el tiempo.*

Nosotros hemos encontrado información de los siguientes temas y características:

- Sobre elementos del balance hídrico:
  - Interceptación: muy abundante, para diversas especies y situaciones. Con un enfoque generalmente parcial.
  - Escorrentía: muchas fórmulas para su cálculo procedentes del mundo de los drenajes de las vías de comunicación o bien asociados al estudio de crecidas.
  - Infiltración profunda y recarga de acuíferos: no hemos encontrado datos cualitativos ni estudios específicos abundantes.
- Caudales y red hidrográfica: muchos datos, estudios y herramientas informáticas asociados al comportamiento de crecidas y riadas. Es un sector muy especializado en el que no hemos profundizado.
- Balance hídrico global: pocos estudios pero muy utilizados como referencia para distintas tipologías de cubierta vegetal. Lo que hemos leído parece que es de aplicación a casos concretos y nos cuesta mucho generalizarlo.
- Estudios de selvicultura hidrológica. Hemos leído sobre tres líneas principalmente:
  - Efectos de claras y cortas en función de especies e intensidades en cuencas gemelas.
  - Funcionamiento de pequeñas cuencas forestales frente a eventos y variaciones interanuales.
  - Efectos de incrementos de la superficie forestal en cuencas de tamaño medio sobre los caudales de la red hídrica.

De estos estudios hemos podido extraer algunas de las conclusiones que estamos dejando por escrito, así como procedimientos y tablas que hemos intentado llevar a nuestro terreno. No olvidemos que este es un manual pensado por técnicos de pequeñas empresas para trabajadores de pequeñas empresas.

Como tantas veces os hemos dicho, lo único que proponemos es un cambio de enfoques y prioridades. También hemos visto extraer conclusiones generalistas de datos muy parciales, normalmente asociadas a la idea de un alto consumo de caudales por parte de las masas forestales. Al respecto, tan solo tenemos que decir que, cuando un estudio con potencial para su aplicación en Agua Forestal llegue a nuestras manos debemos mantener un cierto espíritu crítico respecto a sus conclusiones antes de aplicarlo indiscriminadamente.

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 47.**

**ESTUDIA CON ESPÍRITU ABIERTO PERO CRÍTICO LOS NUEVOS DATOS QUE VAN APARECIENDO.**

*Queremos hacerte reflexionar sobre el hecho de que hay que mantenerse alerta y con un espíritu crítico sobre las conclusiones de los diferentes estudios que van saliendo al candelero científico y técnico y también, pero en menor grado, con las metodologías utilizadas. La información sobre ciencia y técnica e, incluso, la propia ciencia, son interesadas. Esta actitud no te debe impedir acoger todos los datos positivos sobre Agua Forestal con entusiasmo, motivación y ganas de probar si son ciertos.*

### 5.3.-CALCULOS DE ESCORRENTÍA.

Para la realización de los cálculos de escorrentía hemos encontrado y trabajado con tres grupos de planteamientos y métodos:

- Método Racional para estimar Caudales Máximos asociados a un aguacero: la cuestión a resolver es la de cuál es el caudal máximo, en metros cúbicos/segundo, que podemos esperar asociado a un aguacero, de modo que nuestros sistemas de recogida y canalización/distribución sean capaces de acogerlos con la máxima eficacia.
- Método del número de Curva: en este caso lo que deseamos saber, de acuerdo con las condiciones temporales y locales, sería cuál podría ser el caudal total que podemos esperar recolectar, también aplicable a un evento singular o un temporal concreto.
- Escorrentía total anual: en este caso estamos hablando del caudal total que podemos esperar recolectar en un año. Este último cálculo para pequeñas cuencas como las que tratamos en Agua Forestal requiere del sumatorio de todos los eventos previstos para un año. Lo vamos a describir con mayor detalle a continuación.



33 Cárcavas y barrancos sobre rañas arcillosas, van asociados a coeficientes de escorrentía elevadísimos.

#### *PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 45.*

#### *LOS COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA DE LAS PRINCIPALES FORMACIONES VEGETALES MEDITERRÁNEAS FORMARÁN PARTE DE TU ABECEDARIO DE AGUA FORESTAL.*

*El conocimiento de los factores que hacen variar los coeficientes de escorrentía y el valor de este para las formaciones vegetales más comunes de la España mediterránea es un dato básico que debes conocer para trabajar en agua forestal. Como gestor de Agua Forestal debes manejar sus órdenes de magnitud y sus variaciones medias como consecuencia de la pendiente y la permeabilidad de los sustratos. Por ejemplo, el grado de permeabilidad de un suelo hacer variar su coeficiente de escorrentía hasta un 30% y la pendiente hasta un 20%.*

*Los coeficientes de escorrentía dependen básicamente de cuatro variables. En primer lugar, la vegetación que cubre el suelo y, si se trata de un cultivo, el tipo de laboreo o preparación del suelo que tiene. Las otras tres variables dominantes son la pendiente, la permeabilidad del suelo y el grado de humedad o saturación del suelo previo a las precipitaciones. Si manejas cómo influyen estas variables, sobre todo las tres primeras, contarás con pistas muy directas de las actuaciones que puedes hacer para aumentar la escorrentía en zonas concretas. Cuando diseñes una charca ganadera dependiente de Agua Forestal, parece conveniente que actúes para facilitar la escorrentía en parte de su cuenca de recepción.*

El cálculo de la escorrentía total anual es un cálculo básicamente experimental, a través de la medición de caudales anuales. De forma teórica y muy aproximada, podríamos calcularlo a partir



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO  
El FSE invierte en tu futuro



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

del Atlas Climático Ibérico y los números medios de días de lluvia de intensidades fuertes. Viendo el total de días con precipitaciones mayores a 30 mm, calculamos la escorrentía por el método del número de curva que corresponde a este tipo de aguacero para la superficie que queremos conocer. A continuación hacemos lo mismo para los días de 10 mm a los que habremos quitado previamente los días con precipitaciones mayores de 30 mm. Multiplicamos cada escorrentía obtenida por el número de días que se produce y las sumamos, y obtendríamos una escorrentía aproximada.

A continuación vamos a poner dos ejemplos para la península con volúmenes de precipitaciones anuales diferentes. Todos los datos utilizados están disponibles en red, a partir del atlas climatológico ibérico y del programa MODIPE, desarrollado por el equipo que trabaja en el concepto de Oasificación.

#### Potencial de recolección para los Llanos De Albacete:

DATOS METEOROLOGICOS BASICOS				
Estación: ALBACETE «LOS LLANOS»				
MES	PRECIP.	TEMP.	CONST. K	ETP
Enero	26,3	-4,6	1,47	15,04
Febrero	26,8	6	2,68	29,14
Marzo	32,4	8,5	5,01	60,19
Abril	43,5	11,1	7,15	94,40
Mayo	47,6	15,3	8,08	122,19
Junio	33,4	19,9	9,1	156,74
Julio	10	23,9	9,39	178,90
Agosto	16,9	23,6	8,13	153,78
Septre	30,7	19,7	5,11	87,55
Octubre	43,6	13,7	3,53	50,80
Noviembre	27,5	8,4	1,65	19,75
Diciembre	28,9	5	1,58	16,46
TOTAL/MEDIA	367,6	13,3		984,4

A partir del balance hídrico local y con una capacidad de retención del suelo de 100 mm y sin escorrentías por una adecuada cubierta vegetal, la cantidad de agua azul en los Llanos de Albacete sería 0, de acuerdo con los datos del balance hídrico. Sin embargo, la existencia de suelos con muy baja capacidad de retención así como muy impermeables (compactación por el pastoreo por ejemplo), y la existencia de precipitaciones de alta intensidad garantizan un mínimo de escorrentía.

La provincia de Albacete cuenta con al menos entre 10 y 20 días con precipitación de más de 10 mm y de 0 a 3 días con precipitaciones de más de 30 mm. Para nuestro cálculo consideraremos 15 días para 10 mm y 1 para 30 mm. El total de precipitación anual media es de 367 mm.

Si aplicamos el Modelo MODIPE a una serie de supuestos medios, podríamos extraer los valores a partir de los cuales se produce la aparición de escorrentía. El número de curva dependerá de la vegetación dominante, por ejemplo un espartal. Y las series de precipitaciones a estudiar próximas a las de un año medio podrían ser:

- 8 chaparrones de 20 litros aislados, 5 de ellos en condiciones de suelo medias y los otros 3 de suelo húmedo.
- Tres series de 2 chaparrones de 20 litros partiendo de suelo de humedad media y el segundo de suelo húmedo.
- 1 chaparrón de 30 litros partiendo de suelo húmedo.

Con este modelo asignamos a precipitaciones intensas un valor próximo a los 310 mm, valor razonable para el total anual local.

Aplicando el modelo disponible en los siguientes enlaces obtenemos valores de escorrentías alrededor de 35/36 litros por metro cuadrado, aproximadamente un 10% de la precipitación total para un espartal o superficie ocupada por un matorral abierto de zonas áridas. Se obtiene una cantidad similar para los cultivos y valores muy bajos, casi despreciables para repoblaciones consolidadas y pastizales de calidad con una fuerte cubierta del suelo. Este dato debe tomarse

"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

79 ESPARTAL O MATORRAL ARIDO								
Precipitación	Condición suelo	Días chaparrón	PP INTENSA	Infiltración precipitación	Escorrentía	Total escorrentía	M cúbico por l	
20	Normal 2	5	100	19.4	0.6	3	30	
20	Húmeda 3	3	60	15.4	4.6	13.8	138	
30	Normal 2	1	30	26.8	3.2	3.2	32	
20	Serie 2 días: 1º media 2º Húmeda	6	120	34.8	5.2	15.6	156	
Total escorrentía Anual						35.6	356	
						11%		
65 REPOBLACIÓN CONSOLIDADA								
Precipitación	Condición suelo	Días chaparrón	PP INTENSA	Infiltración precipitación	Escorrentía	Total escorrentía	M cúbico por l	
20	Normal 2	5	100	20	0	0	0	
20	Húmeda 3	3	60	19	1	3	30	
30	Normal 2	1	30	29.9	0.1	0.1	1	
20	Serie 2 días: 1º media 2º Húmeda	6	120	39.7	0.3	0.9	9	
Total escorrentía Anual						4	40	
						1%		
69 PASTIZALES								
Precipitación	Condición suelo	Días chaparrón	PP INTENSA	Infiltración precipitación	Escorrentía	Total escorrentía	M cúbico por l	
20	Normal 2	5	100	20	0	0	0	
20	Húmeda 3	3	60	18.3	1.7	5.1	51	
30	Normal 2	1	30	29.6	0.4	0.4	4	
20	Serie 2 días: 1º media 2º Húmeda	6	120	38.3	1.7	5.1	51	
Total escorrentía Anual						10.6	106	
						3%		
80 CULTIVOS.								
Precipitación	Condición suelo	Días chaparrón	PP INTENSA	Infiltración precipitación	Escorrentía	Total escorrentía	M cúbico por l	
20	Normal 2	5	100	19.8	0.2	1	10	
20	Húmeda 3	3	60	15	5	15	150	
30	Normal 2	1	30	26.3	3.7	3.7	37	
20	Serie 2 días: 1º media 2º Húmeda	6	120	34.3	5.7	17.1	171	
Total escorrentía Anual						36.8	368	
						12%		

con mucha precaución, dándole mayor o menor valor en función de la fidelidad de los supuestos previstos respecto a la realidad.

Adjuntamos dos enlaces de referencia para los cálculos.

Tabla del número de curva: <http://www.oasification.com/tablasden.htm>

Programa Modipe: <http://www.oasification.com/modipeprograma.htm>

Los valores obtenidos varían de acuerdo con el uso del suelo. Como podemos observar, alcanzan valores que empiezan a ser importantes en suelos desnudos y cultivos. Repoblaciones, carrascales, etc., anulan la escorrentía, fomentando la infiltración, que tan solo en los años con precipitaciones abundantes pasará a infiltración profunda.

La capacidad de recogida de agua por hectárea va desde los 40 m<sup>3</sup> de las repoblaciones forestales hasta los 368 de los campos de cultivo. Como podemos ver, las situaciones que generan más escorrentía son aquellas donde los suelos están húmedos, o saturados. Es decir, normalmente en invierno y como consecuencia de temporales de varios días. Estamos hablando siempre de precipitaciones intensas. En el resto de casos la escorrentía será nula.

Potencial de recolección para el Parque Natural de Cornalvo:

Tomamos como referencia, el observatorio de Badajoz. A partir del balance hídrico podemos deducir que la zona tiene un potencial medio de producción de agua azul de unos 65 mm para una precipitación anual de 491 mm. Algo más de un 13% para el promedio anual.

Siguiendo el mismo procedimiento que en el caso anterior, proponemos un modelo de distribución anual de las precipitaciones de mayor intensidad. Según los datos de la Aemet, la



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

**DATOS METEOROLOGICOS BASICOS**

Estación: BADAJOZ "INSTITUTO"				
MES	PRECIP	TEMP	CONST K	ETP
Enero	63,4	8,9	1,31	15,98
Febrero	57,7	10,2	2,18	27,89
Marzo	83,0	12,3	4,60	86,91
Abril	43,7	15,0	5,80	86,68
Mayo	35,9	18,2	8,21	135,03
Junio	20,8	22,7	7,34	135,65
Julio	3,2	25,8	9,54	190,04
Agosto	3,9	25,6	8,26	163,60
Septiembre	24,1	22,7	4,06	75,13
Octubre	54,0	17,8	3,34	54,32
Noviembre	61,9	12,5	1,56	21,59
Diciembre	60,2	9,2	1,06	13,07
<b>TOTAL MEDIA</b>	<b>491,8</b>	<b>16,8</b>		<b>982,89</b>

provincia de Cáceres cuenta con entre 20 y 30 días con precipitación de más de 10 mm y con menos de 5 días con precipitaciones de más de 30 mm. Los distribuimos con el siguiente criterio:

- 8 chaparrones de 20 litros aislados, 2 de ellos en condiciones de suelo medias y los otros 6 de suelo húmedo.
- 4 series de 2 chaparrones de 20 litros partiendo de suelos húmedos.
- 3 chaparrones de 40 litros partiendo de suelos húmedos.

Así explicamos 440 mm de precipitación intensa anual sobre 491 totales. Un porcentaje algo elevado, pero aceptable.

El número de curva dependerá de la vegetación dominante, la condición hidrológica y el tipo de suelo. En este caso lo hacemos para un monte con pastos (dehesa), una repoblación consolidada y unos cultivos, paisajes todos ellos presentes en el Parque o en su entorno. Teniendo en cuenta que es un suelo de condición hidrológica buena pero ligeramente arenoso, los números de curva serán 55, 52 y 72, respectivamente.

Aplicamos el Modelo MODIPE con estos datos y obtenemos la tabla situada al pie. Con el modelo planteado, conservador en cuanto a número de curvas y precipitaciones, obtenemos escorrentías de entre el 3 y el 4% en suelos cubiertos de pastizal, masa forestal o combinaciones de ambos con carga ganadera: la estructura tipo sería la dehesa.

55 MONTE CON PASTOS							
Precipitación	Condición suelo	Días chaparrón	PP INTENSA	Infiltración	Escorrentía	Total escorrentía	M cúbico por ha.
20	Normal 2	2	40	20	0	0	0
20	Húmeda 3	6	120	20	0	0	0
40	Húmeda 3	3	120	35,7	4,3	12,9	129
20	Serie 2 días: 1º Húmeda 2º Húmeda	8	160	39,9	0,1	0,4	4
<b>Total escorrentía Anual</b>		<b>19</b>	<b>440</b>			<b>13,3</b>	<b>133</b>
						<b>3%</b>	
58 REPOBLACIÓN CONSOLIDADA							
Precipitación	Condición suelo	Días chaparrón	PP INTENSA	Infiltración	Escorrentía	Total escorrentía	M cúbico por ha.
20	Normal 2	2	40	20	0	0	0
20	Húmeda 3	6	120	19,8	0,2	1,2	12
40	Normal 2	3	120	34,5	5,5	16,5	165
20	Serie 2 días: 1º Húmeda 2º Húmeda	8	160	39,6	0,4	1,6	16
<b>Total escorrentía Anual</b>		<b>19</b>	<b>440</b>			<b>19,3</b>	<b>193</b>
						<b>4%</b>	
72 CULTIVOS							
Precipitación	Condición suelo	Días chaparrón	PP INTENSA	Infiltración	Escorrentía	Total escorrentía	M cúbico por ha.
20	Normal 2	2	40	20	0	0	0
20	Húmeda 3	6	120	17,6	2,4	14,4	144
40	Normal 2	3	120	26,7	13,3	39,9	399
20	Serie 2 días: 1º media 2º Húmeda	8	160	35,2	4,8	19,2	192
<b>Total escorrentía Anual</b>		<b>19</b>	<b>440</b>			<b>73,5</b>	<b>735</b>
						<b>17%</b>	

En el mismo terreno se obtendría hasta un 17% de escorrentía con cultivos. Esta escorrentía se lograría, también, con suelo de pasto pastoreado intensivamente y de forma continua, con

herbáceas anuales como dominantes. Las variaciones, una vez más, dependen de la vegetación. Los máximos van asociados a grandes precipitaciones sobre suelos húmedos.

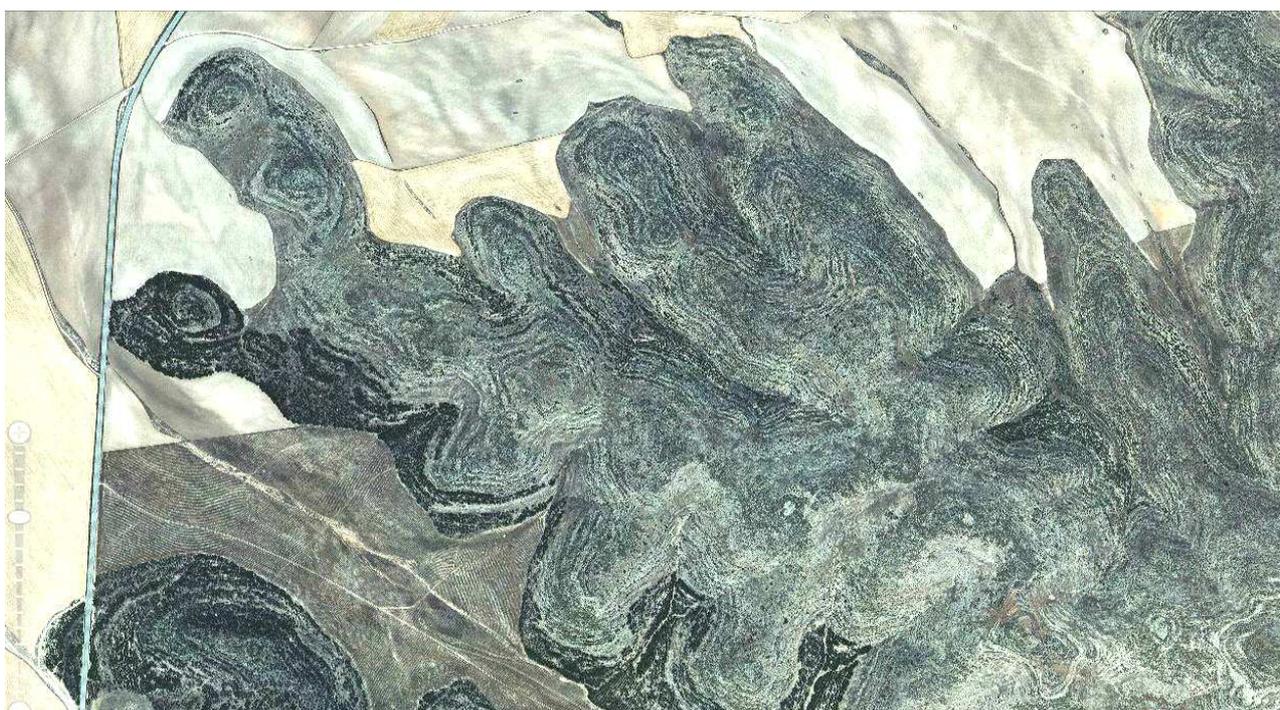
### 5.3. PLANES DE NEGOCIO POSIBLES POR TIPOLOGÍA DE SERVICIOS Y DECÁLOGO DEL EMPRENDEDOR EN AGUA FORESTAL.

A continuación incluimos posibles planes de negocio específicos para actividades de Agua Forestal. Seguimos, para ello un modelo de negocio denominado Modelo Canvas, actualmente muy de moda entre emprendedores así como en múltiples cursos de formación para este perfil de alumnos. En bibliografía os pondremos algún enlace que nos ha gustado especialmente, así como un artículo enviado a la revista Montes en años anteriores donde se aplica para Agua Forestal en general. En este caso se siguen los criterios expuestos en el primer enlace citado a continuación, que incluye una aplicación fiel a dicho modelo. Los ejemplos de modelos expuestos en los lienzos siguientes se desarrollan de acuerdo con el segundo enlace, que nos parece más intuitivo desde el punto de vista de su desarrollo y formación.

<http://javiermegias.com/blog/2011/11/herramientas-el-lienzo-de-modelos-de-negocio-business-model-canvas/>

<http://javiermegias.com/blog/2012/10/lean-canvas-lienzo-de-modelos-de-negocio-para-startups-emprendedores/>

Los planes de negocio que se incluyen a continuación son todos para la apertura de una nueva línea de negocio en una empresa ya en funcionamiento, o bien para un empresario autónomo que quiere dar un impulso innovador a su actividad profesional.



34 Sierra de Chinchilla en Albacete, un paisaje semiárido pero con potencial para la aplicación de acciones de Agua Forestal.

**MODELO DE NEGOCIO I: CENTRADO EN LA ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.  
BUSINESS MODEL CANVAS (LIENZO DE MODELO DE NEGOCIO)  
APLICADO A AGUA FORESTAL MODELO "STARUPS"**

<p><b>2.- PROBLEMAS PRINCIPALES</b> Superación de los trámites ambientales para hacer una obra o proyecto de infraestructura, normalmente ligados a energías alternativas o de otro tipo. Superación de todas las fases de este proceso ambiental: evaluación, corrección, compensación, seguimiento etc., a un precio cierto y adecuado. Defensa ante la Administración Ambiental de las soluciones adoptadas.</p>	<p><b>4.- SOLUCIÓN</b> Incorporación de medidas correctoras y compensatorias a partir de la gestión del Agua Forestal/agua azul/agua de lluvia. Creación de puntos de biodiversidad ligados a especies amenazadas: bebederos, encharcamientos temporales, encharcamientos permanentes,...</p>	<p><b>3.- PROPOSICIÓN ÚNICA DE VALOR</b> Realización de una nueva tipología de acciones a favor de la biodiversidad amenazada a partir del manejo del Agua Forestal/agua de Lluvia en su vertiente de agua azul. Mejora hídrica de un punto es equivalente a un incremento de biodiversidad en zonas áridas.</p>	<p><b>9.- VENTAJA DIFERENCIAL</b> Se trata de un perfil de empresa especializada y diferenciada por su singularidad. Su cartera de clientes normalmente es de gran valor... Su situación entre Administración y Promotores le puede permitir abrir una línea de actuaciones cuyo cliente sea la propia Administración Ambiental.</p>	<p><b>1.- SEGMENTO DE CLIENTE</b> Promotores privados de actuaciones y obras que requieren de EIA, donde el componente ambiental es tratado como un servicio llave en mano que va desde la evaluación, a la ejecución de las medidas compensatorias o el seguimiento ambiental.</p>
<p><b>7.- ESTRUCTURAS DE COSTES</b> Similares a los actuales.</p>	<p><b>6.- FLUJO DE INGRESOS</b> Similares a los actuales. Intentar ligar proyectos a varios años vistas, incluido seguimiento que nos permita mejorar nuestros productos/servicios de Agua Forestal.</p>			

**MODELO DE NEGOCIO II: CENTRADO EN CONFEDERACIONES HIDROGRÁFICAS.**  
**BUSINESS MODEL CANVAS (LIENZO DE MODELO DE NEGOCIO)**  
**APLICADO A AGUA FORESTAL MODELO "STARUPS"**

<p><b>2.- PROBLEMAS PRINCIPALES</b>  <i>Escasez de recursos hídricos o bien interés por incrementar los disponibles.</i></p> <p><i>Reducción de combustible como parte del tratamiento de la masa forestal "hidrológica".</i>  <i>Problemas de erosión, limpieza de cauces y restos vegetales.</i></p> <p><i>Nuevas reforestaciones de protección o hidrológicas.</i></p> <p><i>Hay estudios sobre disminución de caudal en la red hidrográfica ligados al incremento de la superficie forestal en las cuencas.</i></p>	<p><b>4.- SOLUCIÓN</b>  <i>Recarga de acuíferos inmediatos asociados al embalse a partir de silvicultura hidrológica. "Nuevas técnicas de reforestación" oasisificación y otras técnicas de recolección de agua de apoyo a la implantación de nuevas masas protectoras o reguladoras hídricas.</i></p> <p><i>La prevención de Incendios como oportunidad de tratamiento selvícola hidrológico.</i></p>	<p><b>3.- PROPOSICIÓN ÚNICA DE VALOR</b>  <i>Silvicultura hidrológica en reforestación y optimización de recursos hídricos con seguimiento resultados.</i></p> <p><i>"Agua de calidad y en cantidad. De la Atmósfera al embalse, filtrado y tratado por la vegetación natural"</i></p>	<p><b>9.- VENTAJA DIFERENCIAL</b>  <i>Los planteamientos son totalmente innovadores para el sector de clientes y el sector de empresas forestales. Confianza mutua, especialmente como proveedor.</i></p> <p><i>Modelo de actuación con prudencia coherencia y seguimiento.</i></p>	<p><b>1.- SEGMENTO DE CLIENTE</b>  <i>Confederaciones hidrográficas propietarias de montes ligados a la gestión hídrica del territorio.</i></p> <p><i>La confederación como cliente, aparentemente es el cliente ideal. Tiene muchas inercias como todas las Administraciones pero puede ser el que menos resistencias tenga a ligar gestión de masas forestales a variaciones de caudales.</i></p> <p><i>Pueden convertirse en clientes visionarios y en nuestros propios comerciales.</i></p>
<p><b>7.- ESTRUCTURAS DE COSTES</b>  <i>Similares a los actuales.</i>  <i>Quizás sea necesario e invertir tiempo en la definición de propuestas valoradas de estrategias de tratamiento y seguimiento.</i></p>	<p><b>6.- FLUJO DE INGRESOS</b>  <i>Similares a los actuales. Pago por servicios, obras o suministros prestados.</i>  <i>Lo ideal sería como Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Actuación y seguimiento de la actuación como partidas ligadas y complementarias a la actuación.</i></p>			

**MODELO DE NEGOCIO III: AGUA FORESTAL Y COTOS DE CAZA EN ZONAS SEMIÁRIDAS**  
**BUSINESS MODEL CANVAS (LIENZO DE MODELO DE NEGOCIO)**  
**APLICADO A AGUA FORESTAL MODELO "STARUPS"**

<p><b>2.- PROBLEMAS PRINCIPALES</b>  <i>Escasez temporal y espacial de agua durante el estío, que limita la productividad de los cotos de caza menor y mayor.</i></p> <p><i>Especies seleccionadas como principales: conejo, paloma, perdiz.</i></p>	<p><b>4.- SOLUCIÓN</b>  <i>Diseño de puntos de agua para la caza a partir de la capacidad de recolección de agua de escorrentía de aproximadamente 300 m<sup>3</sup> por ha. Habitualmente los coeficientes de escorrentía serán elevados.</i></p> <p><i>Definición de bebederos, a partir de su composición contemplando los siguientes elementos: Cuenca de recolección de agua.</i></p> <p><i>Fórmula de almacenaje y depósito con protección frente al ahogamiento de fauna silvestre. Suministro automático de agua.</i></p> <p><i>Creación de láminas de agua con fines de fomento de la biodiversidad.</i></p>	<p><b>3.- PROPOSICIÓN ÚNICA DE VALOR</b>  <i>Puntos de agua para la caza, de mantenimiento nulo y sin aporte de agua. Más productividad y más biodiversidad.</i></p>	<p><b>9.- VENTAJA DIFERENCIAL</b>  <i>La vocación por crear productos destinados a cotos de caza menor. Es una especialización diferenciadora que nos puede permitir ir entrando en otras acciones.</i></p> <p><i>Debemos intentar un diseño propio de punto de agua. Una solución exclusiva compuesta de varios elementos comunes</i></p>	<p><b>1.- SEGMENTO DE CLIENTE</b>  <i>Propietarios de cotos de caza, en zonas semiáridas de la península Ibérica.</i></p> <p><i>En zonas semiáridas predominarían los cotos especialización en caza menor como actividad principal.</i></p> <p><i>Para actuaciones de Agua Forestal se requiere que sean de superficies importantes.</i></p>
<p><b>7.- ESTRUCTURAS DE COSTES</b>  <i>Similares a los actuales. Quizás sea necesario invertir tiempo en la definición y proyección de algunas medidas concretas a ofertar. Un pequeño catálogo de soluciones por ejemplo por especie o por tipo de depósito o embalsado.</i></p>	<p><b>6.- FLUJO DE INGRESOS</b>  <i>Similares a los actuales. Cobro en la ejecución. Descuento en el caso de que se encarguen múltiples actuaciones para un mismo coto.</i></p>			

**MODELO DE NEGOCIO IV: AGUA FORESTAL EN CONSULTORÍA A GRANDES PROPIEDADES RURALES  
BUSINESS MODEL CANVAS (LIENZO DE MODELO DE NEGOCIO)  
APLICADO A AGUA FORESTAL MODELO "STARUPS"**

<p><b>2.- PROBLEMAS PRINCIPALES</b> Escasez de agua temporal y necesidades de incremento de la producción.</p> <p>Necesidad de mejorar la ubicación de puntos de agua con fines cinegéticos.</p> <p>Mejora de los viales y cortafuegos de la finca, a partir de drenajes y resolución de problemas ligados a la hidrología superficial</p>	<p><b>4.- SOLUCIÓN</b> Recolección y embalsado de agua de escorrentía en vaguadas para su aplicación en riego en zonas más bajas.</p> <p>Creación de puntos de agua para la fauna cinegética, de mantenimiento bajo (no necesitan de reposición de caudales), por zonas sin disponibilidad de agua de la propiedad.</p> <p>Creación de puntos de agua permanente y de bajo mantenimiento partir de la red de pistas, caminos y cortafuegos.</p>	<p><b>3.- PROPOSICIÓN ÚNICA DE VALOR</b> Aplicación del Agua Forestal en la mejora de los rendimientos de la propiedad a partir del incremento de la productividad primaria por optimización del agua azul y el agua verde.</p>	<p><b>9.- VENTAJA DIFERENCIAL</b> Aprovechando la fortaleza de la empresa por contar con una alta cualificación en diseño de riegos y embalsados, se propone que la entidad asuma el liderazgo regional en este sentido: embalsado/almacenado de agua para riego, procedente de escorrentía (Agua Forestal).</p>	<p><b>1.- SEGMENTO DE CLIENTE</b> Propietario privado de los Montes de Toledo, Sierra Morena, o lugares de precipitaciones similares, con fincas cinegéticas o ganaderas, de tamaño grande.</p>
<p><b>7.- ESTRUCTURAS DE COSTES</b> Similares a los actuales. Quizás sea necesario e invertir tiempo en la definición y proyección de algunas medidas concretas a ofertar. Un pequeño catálogo de productos.</p>	<p><b>6.- FLUJO DE INGRESOS</b> De la forma habitual en mundo de las obras o servicios. Las primeras actuaciones yo las haría por etapas. Al menos una prueba inicial. En la medida de lo posible, imitar a los seguimientos ambientales. Cada actuación de suministro conlleva su mantenimiento, que debe ser el mínimo posible, pero nos permite mantener un flujo de ingresos más prolongado.</p>			



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

Para terminar este epígrafe vamos a incluir un decálogo para emprendedores adaptado a Agua Forestal. El original es la base de la actividad denominada *¿Por qué fracasan los emprendedores verdes?*, del Grupo de Trabajo 16 del CONAMA 2014.

**Socios.** *Analiza con detalle quiénes van a ser tus socios, qué puede aportar cada uno de ellos al negocio, cuál va a ser su nivel de implicación, y tenlo en cuenta para el reparto accionarial.* En Agua Forestal es importante encontrar socios o entidades con las que poder establecer acuerdos de colaboración, o de creación de empresas, buscando, o bien una nueva cartera de clientes para nuestros acciones, o bien un incremento en la capacidad de acción. Por ejemplo para contar con maquinarias y equipos, si tan solo contamos con nuestra formación y capacidad técnica, o bien con establecimientos comerciales especializados para lanzar nuevas líneas de productos asimilables a Agua Forestal.

**Cliente.** *Identifica el cliente y valida el cliente: habla con él antes de empezar para saber con qué posibilidades cuentas.* El cliente de Agua Forestal está muy definido y el concepto y el enfoque le va a resultar innovador. En este sentido, la realización de una serie de contactos previos contándole nuestra nueva apuesta y gama de productos nos debe dar las pistas para ver si apostamos definitivamente por alguna línea específica. Por otro lado, es muy probable que una vez ejecutada una acción, el cliente se convierta en nuestro principal comercial entre conocidos y propietarios vecinos, siempre que la experiencia haya sido un éxito. Por este motivo los primeros clientes para cada tipo de acción deberían ser tratados casi como "colaboradores". Son nuestros colaboradores necesarios en proyectos y actuaciones que podemos considerar como piloto.

**Motivación.** *Piensa en grande y actúa en grande: no hay mayores límites que los que nosotros nos imponemos. Conócete a ti mismo y sé muy consciente de las dificultades que vas a atravesar: no todo el mundo tiene capacidad para ser emprendedor.* Pero aplica, por prudencia, aquello del "conócete a ti mismo". Mantén siempre mucha autoestima y seguridad en Agua Forestal, pero con las espaldas cubiertas. No dejes nunca de pensar en las primeras actuaciones. Todas ellas van a ser experiencias pilotos y como tal las debes diseñar y contemplar. Piensa en grande y actúa en grande en cuanto a la conciencia de estar innovando y abriendo brecha y mercado. En este sentido no te pongas límites.

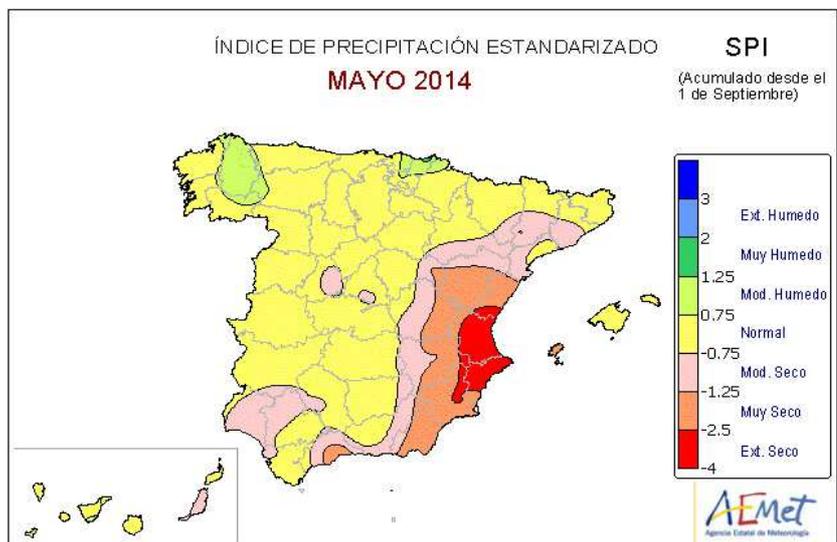
**Contactos.** *Aprovecha el ecosistema emprendedor dentro del sector y apuesta por el networking. Sal de los círculos que frecuentas habitualmente.* Ya lo hemos comentado algo en el primer principio del decálogo y lo apostillamos con dos nuevas recomendaciones. Contacta con empresas relacionadas con el riego, el embalsado y otros sistemas asociados a distribución y recolección de agua. En el sector de la distribución y el comercio, busca nuevos productos para introducir en el mercado español: captadores de niebla, cosechadoras de lluvia, bandejas recolectoras de rocío, depósitos de agua, bebederos para fauna silvestre y doméstica, vallados, viveros especializados en especies higrófilas y protegidas...

**Modelo de negocio.** *Elabora un plan de negocio realista y analiza con detalle las potenciales fuentes de ingresos y los plazos de cobro; deja margen para gastos imprevistos.* Es necesario que te pongas objetivos económicos acordes a tus expectativas. Es distinta una línea de negocio que una empresa de nueva creación. Es distinta una sociedad mercantil que un autónomo. Nuestra experiencia nos dice que es necesario estimar cuantos contratos o clientes necesitas (un número concreto), y el esfuerzo que necesitas para conseguirlos, y en consecuencia poder alcanzar la facturación buscada.

**Viabilidad.** Maneja escenarios a corto y medio plazo que te permitan identificar qué son para ti éxito y fracaso: te ayudará a identificar cuándo parar; planifica cuál es el límite. No necesita comentario específico para Agua Forestal, si acaso insistir en el tema de que trabajamos en modalidad de acciones piloto, al menos al inicio. La viabilidad económica deberá ir en paralelo a la viabilidad técnica. El esfuerzo comercial es un coste y al mismo tiempo la llave que va a permitir definir si hay mercado o no. Inclúyelo como un elemento esencial de los gastos.

**Marketing.** Trabaja las herramientas de marketing y pon el foco en la venta y la actividad comercial: es un elemento esencial e inevitable para tu negocio. En el sector de la consultoría, contempla que inicialmente el peso de tu labor comercial va a superar el 50% del tiempo laboral. Que la labor comercial esencial requiere estar fuera de nuestras oficinas así como el contacto personal con los futuros clientes. Pensamos que otras formas de difusión como la digital, deben entenderse inicialmente como una herramienta de apoyo, un catálogo, o un prontuario informativo de ampliación de conocimientos para clientes interesados.

**Experiencia.** Conoce qué hacen otros y aprovecha su conocimiento. La inexperiencia se sule con formación, ganas e iniciativa. La experiencia en Agua Forestal de otras entidades de la competencia es tan escasa como la tuya. Aprovecha tus conocimientos o tu experiencia previa profesional para atacar este nuevo enfoque, utilizando tus saberes como punto de apoyo. Si no cuentas con experiencia profesional, aporta el nuevo enfoque asociado a Agua Forestal, donde llevarás ventaja respecto a otros profesionales, y búscate socios o colaboradores que aporten la experiencia en obras y servicios o bien en distribución comercial.



35 Entre las facetas del emprendedor en Agua Forestal está el manejar las herramientas de información que ofrece internet como la vigilancia de sequía meteorológica de AEMET.

**Financiación.** Los números son importantes y mucho más lo es identificar cuanto antes la forma de financiar el proyecto, especialmente en las primeras etapas. No esperes vivir de ayudas y subvenciones: tu proyecto tiene que ser rentable por sí mismo. La vida del emprendedor consultor en medio ambiente no es fácil. Nosotros calculamos por experiencia que necesita un nivel de financiación próximo al salario de un año, o bien a los costes de un año de ejercicio. Por eso te recomendamos que inviertas en tu propio trabajo y tu formación, y no en elementos y costes materiales asociados a equipos y maquinaria. Dicho de otra manera. Vas a tener que dedicarle un año de trabajo gratis como inversión y buscarte una gama de proveedores para poder ejecutar las acciones contratadas cuando estás se formalicen en forma de contrato o encargo.

**Roles y responsabilidades.** No puedes ser experto en todo así que identifica qué haces bien y quién va a hacer aquello que tú no haces o no puedes hacer. Invierte dinero en las cuestiones clave. Parece evidente en nuestro caso que tu papel y responsabilidad es ser un técnico especialista especialmente cualificado en cualquiera de las facetas de Agua Forestal. Esa es tu propuesta de valor y tu ventaja diferencial.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 48.**

**SI ESTAS DECIDIDO A INICIAR UNA ACTIVIDAD EMPRESARIAL EN AGUA FORESTAL NO DEJES DE TOCAR TODOS LOS ASPECTOS QUE SE SEÑALAN EN CUALQUIER MANUAL DE EMPRENDIMIENTO.**

*Por ejemplo, si te contentas con desarrollar un modelo de negocio sobre Agua Forestal lo más probable es que no sea suficiente. La experiencia nos lleva a afirmar que es imprescindible contar con al menos los siguientes elementos: una cartera de clientes inicial básica; capacidad financiera para soportar los costes empresariales durante un año; establecer una estrategia de precios aceptable por el mercado que cubra todos los costes empresariales; contemplar los costes comerciales generalmente en forma de tiempo para realizar esta función, etc.*

*Uno de los aspectos más olvidados y que debería ser necesariamente cubierto es el de la validación por parte de los clientes. Esta acción se resume en la comunicación previa a tus potenciales clientes de los servicios y productos que estás pensando ofrecer, lo que puede tener diferentes resultados:*

- Ausencia total de interés.
- Ausencia total de interés pero sugerencia de otros problemas a resolver que no tienen que ver con Agua Forestal pero que te pueden abrir puertas de otras líneas de negocio.
- Interés parcial por unas propuestas y no por otras, o bien la corrección de tus propuestas.
- Por último aceptación global de tu enfoque y de tus propuestas.

*La validación con los clientes puede tener una fase previa con familiares, amigos y profesionales cercanos.*

#### 5.4. - ESTRATEGIAS DE VENTAS Y REFLEXIONES PARALELAS.



36 Dehesa de Moncalvillo. Propiedad pública municipal San Agustín de Guadalix. Madrid.

aplicaciones para la propiedad.

Demandas del cliente y potencial local de agua forestal.

- Descripción del cliente en cuanto a intereses, motivos de petición del informe, características productivas de la propiedad, etc.
- Potencial regional y comarcal:

Como principal estrategia de venta, incorporamos la realización de un informe previo de Agua Forestal para una propiedad. A continuación os proponemos un índice de informe y alguno de los elementos claves incluidos en el mismo.

Introducción:

- Conceptos básicos de Agua Forestal de carácter divulgativo y centrados en los intereses potenciales del cliente.
- Objetivos del informe previo: valoración del potencial de recolección de la propiedad o territorio visitado; valoración de los efectos de posibles



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

- A partir del mapa de precipitaciones anuales del Atlas Climatológico Ibérico. Debemos ver en qué magnitud de precipitación media anual nos situamos: 400, 500, 600 mm, etc.
- A partir de los Datos Meteorológicos Básicos del Mapa Forestal 1.200.000. Análisis del balance hídrico para estimar los valores teóricos de agua azul y agua verde, periodos con presencia de agua en el suelo, incluida saturación, y periodos de estiaje a superar.
- A partir del anuario de aforos del MAGRAMA. Aproximación hidrológica al cálculo de agua azul seleccionando una estación aforo que represente la propiedad. En este caso intentaremos ligar datos de precipitaciones meteorológicas con datos de caudales. En general los resultados obtenidos son los que corresponden a valores más altos de agua azul.

Datos previos a la visita.

Manejar los valores de humedad y presencia de agua en el suelo como resultado del año meteorológico es esencial para realizar una buena visita.

- Aportaremos datos de precipitación y humedad en el suelo de AEMET y el observatorio de vigilancia del clima y balance hídrico.
- Vigilancia de la sequía, a varios periodos de acuerdo con los datos de AEMET.
- En Castilla-La Mancha tiene mucho interés la información procedente del SIAR.

Incorporación del mapa forestal como herramienta clave.

Consideramos que el mapa forestal es una excelente herramienta para analizar el potencial de producción de agua forestal de una comarca por diversas razones:

- De un primer golpe de vista nos proporciona una visión de la importancia de las tierras forestales frente a las agrarias y de su estado de conservación.
- Nos informa con precisión de la vegetación existente y sus principales características.
- Nos proporciona información bioclimática esencial para interpretar el balance hídrico y la productividad de los ecosistemas disponibles. De esta información podemos extraer los efectos sobre la productividad y el agua verde de diversas actuaciones forestales, valorando su influencia en la Capacidad de Retención y en la Escorrentía. Obtenemos también los incrementos de productividad con regadío.
- Por último, nos da una información básica sobre edafología y litología.

Calculo del potencial de recolección.

Finalmente, hacemos otra aproximación al potencial de recolección apoyándonos en el Modelo MODIPE y en datos climáticos generales obtenidos del Atlas climatológico Ibérico, correspondientes a los días de precipitación anual para diversas intensidades, como ya hemos visto en el cálculo de escorrentía.

Visita de campo.

La descripción de la visita de campo a la propiedad ajusta su guion a las demandas iniciales realizadas por los clientes: recolección de agua, selvicultura hidrológica, fomento de la biodiversidad, etc. En función de las mismas repasa diversos conceptos.

- Interpretación general de paisaje de acuerdo con el potencial de Agua Forestal.
- Volumen de agua azul disponible.
- Capacidad de recolección de agua de escorrentía en cantidad y selección de puntos y espacios más adecuados. Herramientas básicas de actuación ligadas a la Silvopascicultura. Herramientas básicas para la actuación ligadas a obras y otras actuaciones materiales.
- Potencial para recarga de acuíferos locales.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

- Recomendaciones básicas de manejo del agua verde con diversos fines. Actuaciones y efectos esperados.

Este informe debe hacer hincapié en lugares y aplicaciones concretas.

Propuesta de ideas básicas de actuación.

En función de todos los puntos anteriores se propondrá a la propiedad unas ideas básicas de actuación, sobre las cuales se ofrecerá un desarrollo más extenso en el caso de que el cliente así lo requiera.

*PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 49.*

*REALIZAR INFORMES PREVIOS SOBRE EL POTENCIAL DE AGUA FORESTAL DE UNA PROPIEDAD PUEDE SER UNA DE TUS HERRAMIENTAS COMERCIALES MÁS IMPORTANTES.*

*Es una herramienta muy recomendable para iniciar los contactos con los clientes. Será tu tarjeta de presentación e incluso tu actuación reclamo: "Se hacen informes de Agua Forestal gratuitos". En ellos debe incluirse siempre, si es el caso, propuestas de interés para la propiedad en función de sus características geográficas y económicas.*

*Si haces un buen informe, refuerza tu imagen como técnico, aporta un nuevo punto de vista para el propietario respecto a la gestión del agua, y va acompañado de una serie de propuestas concretas de actuación de acuerdo con las circunstancias específicas de la propiedad. Y todo ello de forma gratuita. Tan solo requiere la atención del propietario o un encargado durante una mañana.*

La captación de subvenciones puede ser una posible línea de negocio en este sentido. Cada comunidad autónoma e incluso las diversas entidades públicas del estado, y en el futuro, cada vez más los patrocinadores privados, están lanzando líneas de ayudas en diversos temas. Una posibilidad son las destinadas a facilitar la realización de planes de ordenación forestal. En estos casos, de cara a propietarios privados y públicos, es interesante ligar estas ordenaciones a la producción de Agua Forestal. También es posible introducir un nuevo enfoque centrado en la optimización a largo plazo del punto de equilibrio entre agua verde y agua azul de un monte, de acuerdo con los intereses de la propiedad y de terceros potencialmente afectados. Este enfoque innovador puede ponernos en situación ventajosa respecto a otros más tradicionales ligados a producción de madera, biomasa, caza, etc. Evidentemente deberemos tener en cuenta la multifuncionalidad forestal, pero reconociendo como clave para todas las funciones productivas el manejo del ciclo hidrológico y el balance hídrico de la masa a ordenar.

La principal aplicación de Agua Forestal en estos momentos parece estar ligada a su aplicación para el fomento de la biodiversidad y conservación de especies protegidas. Como ejemplo traemos a colación el caso de la Comunidad Autónoma Extremeña y su orden:

*ORDEN de 21 de mayo de 2014 por la que se convocan ayudas para el desarrollo sostenible en áreas protegidas, en zonas de reproducción de especies protegidas o en hábitat importante, para el ejercicio 2014*

*<http://doe.juntaex.es/pdfs/doe/2014/1040o/14050112.pdf>*

En dicha orden se señalan, entre otras acciones subvencionables, alguna que pueden ser consideradas como servicios de Agua Forestal:

*Actuaciones de restauración y mantenimiento de zonas húmedas:*

- *Estudios hidrogeológicos y topográficos para la restauración de humedales. 1ª anualidad*
- *Nivelación láser para la restauración de humedales. 2ª anualidad*



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

- Obras de drenaje y desviación de escorrentías para la restauración de humedales. 1ª anualidad y/o 2ª anualidad.
- Construcción de pozos de sondeo asociados a abrevaderos para evitar uso excesivo de humedales incluidos en el Registro de humedales de Extremadura. 1ª anualidad y/o 2ª anualidad.
- Revegetación de orillas de humedales. 1ª anualidad.
- Cultivo no productivo de cereales mediante siembra directa en parcelas colindantes a humedales sin cosecha. 1ª anualidad.
- Cultivo no productivo de leguminosas mediante siembra directa en parcelas colindantes a humedales sin cosecha. 1ª anualidad.

**Restauración de graveras:**

- Obras de restauración y adecuación de graveras. 1ª anualidad

**Arreglo de acequias tradicionales:**

- Obras de arreglo de acequias. 1ª anualidad

**Charcas y puntos de agua:**

- Construcción de charca de capacidad de  $>100 \text{ m}^3$  y de superficie  $<2.500 \text{ m}^2$ . 1ª anualidad.
- Construcción de pozo de sondeo con abrevadero para ganado y charca para fauna silvestre 1ª anualidad y/o 2ª anualidad.

**Bancales y terrazas:**

- Arreglo de terrazas existentes y creación de bancales. 1ª anualidad

**Recuperación de elementos históricos del paisaje:**

- Recuperación de elementos históricos del paisaje: muros de piedra, fuentes y otras zonas de valor patrimonial. 1ª anualidad.

Para todas estas acciones subvencionables, deberemos preparar y disponer de unas propuestas tipo, acordes con la magnitud de las ayudas, rentables para el propietario, y al mismo tiempo con el enfoque propio de Agua Forestal. La creación de puntos de agua y charcas ganaderas en lugares ajenos a manantiales y zonas de afloramiento de agua, nos abre un abanico de posibilidades inicial con aquellos propietarios que consideren que no cumplen requisitos ligados a la creación de humedales, o charcas. Existe además toda una línea especializada de mano de obra ligada a los muros de mampostería y la rehabilitación de infraestructuras tradicionales como acequias y fuentes.

Este marco de ayudas está en el candelero entre las iniciativas ligadas a custodia del territorio. En este sector debemos redirigir el enfoque desde el cliente propietario hacia el cliente ONG (Organización No Gubernamental), de custodia. La clave puede estar en la capacidad de poner de acuerdo a ambos agentes, bajo la condición de ejecución de la obra por parte de nuestra empresa con el máximo nivel de eficiencia y profesionalidad.

Como ya hemos explicado en el capítulo relativo a la carta de servicios, el mundo de la Evaluación de Impacto Ambiental, también es un espacio a explorar desde agua comercial.

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 51.**

**UN POSIBLE NICHOS COMERCIAL QUE DEBES TANTEAR ES EL DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA).**

Las acciones correctoras y preventivas, así como las compensatorias para minimizar o evitar los impactos te permitirán ofrecer a tus potenciales clientes muchas de las acciones típicas de Agua Forestal. Algunos de los campos más evidentes son: la incorporación de diseños propios del enfoque de Agua Forestal a las restauraciones vegetales; la utilización y manejo del Agua Forestal para el fomento de la Biodiversidad, o bien todas aquellas actuaciones relacionadas con la recogida y embalsado de caudales con diversos fines.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

*El problema actual es que, con la crisis, la realización de infraestructuras e inversiones de todo tipo está bajo mínimos y en estos momentos, prácticamente no existe actividad de EIA. Si algún día la economía vuelve a activarse, si estás preparado para satisfacer la demanda asociada a la EIA, tendrás la oportunidad de aportar novedades relacionadas con Agua Forestal, pensando especialmente en la creación de biodiversidad o bien en el ahorro de costes en las restauraciones vegetales.*

Cambiando de registro, nos resulta llamativo ver las diferencias existentes entre la sociedad latinoamericana y la española respecto a la relación de los bosques con el agua. Mientras que allí forman una unidad inseparable, ya sea en las zonas ecuatoriales o tropicales, ya sea en las templadas, en nuestro país, la relación entre masa forestal y caudales está mucho más diluida. Las causas las desconocemos, pero es un hecho real y constatable, como ha sucedido en nuestro estudio de diagnóstico de la demanda profesional.

En paralelo, los productos tradicionales asociados a las masas forestales mediterráneas pese a su escasez y su calidad, siguen sin alcanzar valores de mercado que favorezcan el desarrollo de una actividad empresarial vigorosa y en crecimiento. La importación de productos similares procedentes de otras regiones del globo donde la mano de obra es muy barata y la productividad es muy alta han frenado durante décadas la subida normal del precio de la madera, como ejemplo paradigmático de este hecho. La biomasa, las setas, el corcho e incluso de nuevo la resina, parecen que quieren ser una nueva oportunidad para el mundo forestal. Sin embargo no consiguen despegar.

Los servicios ambientales intangibles como la provisión de agua y la fijación de carbono, con un valor económico medio muy superior a los productos tradicionales, no consiguen entrar en mercado. Sin embargo la demanda está ahí, y no sabemos cómo canalizarla. Por citar un ejemplo para una zona concreta, en la vertiente norte de la Sierra de Guadarrama, en la provincia de Segovia, existe una demanda política generalizada a favor de inversiones de embalsado por diversos motivos que no vamos a analizar. Oficialmente responden a provisión de agua para uso urbano para los ríos Moros y Eresma, y control de crecidas en el río Cega. En los dos primeros casos, las evaluaciones de impacto ambiental han paralizado diversas iniciativas. En el tercer caso hay una fuerte oposición por parte de los colectivos ambientalistas o conservacionistas. En paralelo, en el Monte de Valsaín se ha cerrado la serrería, lo mismo que ha sucedido en el Monte de los Belgas en el cercano Valle de Lozoya en la vertiente madrileña, resultado de múltiples variables, probablemente agrupables en una sola: falta de rentabilidad.

Respecto a los debates asociados a estas demandas, nosotros desconocemos que se haya hecho ninguna propuesta sobre ordenación forestal como forma de cubrir dichas necesidades. Sobre la mesa están los costes de construcción de diversos embalses y recrecimientos. Para nosotros la oportunidad es evidente: hay que trasladar dichos gastos a la reordenación de las masas forestales de cabecera, ordenándolas para que produzcan los mismos beneficios hidrológicos. En unos casos incremento de caudales y en otros reducción de los mismos. Aún más, si el valor añadido que aportaban las industrias de serrería no está siendo suficiente en estos años. Existe una gran oportunidad asociada al hecho de que la decisión se encuentra en manos de las Administraciones Públicas, y pueda facilitar la coordinación entre el mundo forestal y el hidrológico.

En definitiva, quizás debemos aprender algo de aquellos países con los que compartimos idioma y cultura y empezar a trabajar para hacer inseparables el binomio bosques y agua. Es posible y alcanzable, pues ya se ha conseguido que la sociedad acepte las masas forestales como una de las manifestaciones más completas de biodiversidad en nuestro medio natural, algo aparentemente



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

menos evidente y más lejano para los intereses del mercado. Sobre la importancia del sector, aportamos dos reflexiones más:

La superficie forestal en España es de aproximadamente 276.000 km<sup>2</sup>. La precipitación media en España es de 665 mm/m<sup>2</sup> es decir, de 0,665 hm<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>. Como dato de partida muy prudente podemos afirmar que la gestión de las tierras forestales con enfoques procedentes de silvicultura hidrológica puede influir en un incremento o decremento del agua que llega a la red hidrográfica del 5% sobre la cantidad de precipitación recibida en los predios: 33,5 mm respecto al dato medio anterior. Hablamos de 0,0335 hm<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>. Un total para toda España de 9.246 hm<sup>3</sup> sobre 109.512 hm<sup>3</sup> que constituyen los recursos hídricos totales en régimen natural. Es decir, un incremento de dichos recursos de al menos el 8,4%. Si ponderamos el valor relativo de esta cantidad sobre la capacidad total de almacenamiento de nuestros embalses, 56.589 hm<sup>3</sup>, el valor prácticamente se duplica: 16,3%.

Como una segunda aproximación a la importancia económica del tema vamos a utilizar los resultados del proyecto denominado *Valoración de los activos naturales en España (VANE MAGRAMA)*. En este estudio se asigna un valor en euros al conjunto de servicios, productos, o beneficios que proporcionan los bosques españoles. El valor medio conjunto obtenido de todos ellos es de 649,3 €/ha. Para el concepto provisión de agua, que agrupa el agua destinada a uso agrícola, doméstico, energético e industrial, se obtiene un valor de 453,02 €/ha, el 70% de los servicios y productos obtenidos de los montes españoles. Evidentemente son servicios no remunerados hasta la fecha. Si por una fórmula u otra se consiguiera que un 5% de los caudales entrasen en el mercado, en forma de pago de servicios, o bien simplemente como pago por incremento de recursos

Tabla 1.1. Valoración de activos naturales de España. (MARM 2010)

SERVICIO	SUPERFICIE CON VALOR (HA)	VALOR 000€/AÑO	PORCENTAJE TF	VALOR UNITARIO €/HA
Provisión de Agua (uso agrícola)	24.521.847	4.856.140	29,3%	198,03
Provisión de Agua (uso doméstico)	25.502.465	5.945.123	35,9%	233,12
Provisión de Agua(uso energético)	13.832.753	187.974	1,1%	13,59
Provisión de Agua (uso industrial)	25.403.981	564.004	3,4%	22,20
PROVISIÓN DE AGUA	25.502.465	11.553.241	69,8%	453,02

37 Tabla resumen del estudio *Valoración de activos naturales de España (MARM 2010)*

disponibles, estaríamos hablando para toda España, de 577,6 millones de euros, 1/3 de la inversión forestal pública anual en España, sin la crisis, y aproximadamente la inversión actual.

**PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 52.**

**NO OLVIDES QUE LA SIMPLIFICACIÓN SOBRE CONCEPTOS Y FUNCIONES DE LAS MASAS FORESTALES TE ALEJAN DE LA REALIDAD.**

*Siempre es bueno que recuerdes que el ciclo hídrico para una localización forestal concreta no se puede estudiar de forma parcial, sino conjunta. El agua azul y el agua verde están íntimamente relacionadas. Su suma es un valor constante, el Agua Forestal. Si una aumenta, la otra disminuye. Pero cada color de agua, a su vez depende de otros subcomponentes: interceptación, escorrentía, evaporación del suelo, infiltración superficial, transpiración e infiltración profunda, y cada uno de estos componentes depende a su vez de muchas variables, relacionadas con aquellas que enmarcan el ecosistema forestal y el manejo del ser humano. La multifuncionalidad de los montes, hoy unánimemente reconocida, es el reflejo del entramado complejo vital que rige y equilibra su funcionamiento.*

## 6.- CREACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE SERVICIOS PROFESIONALES EN AGUA FORESTAL.

### 6.1.- PLATAFORMA DE SERVICIOS PROFESIONALES EN AGUA FORESTAL.

Como última fase del proyecto Agua Forestal II, hemos puesto en marcha una plataforma de servicios profesionales en Agua Forestal. Se trata de una plataforma abierta a la que se irán incorporando componentes, destinatarios registrados, e información durante todo su proceso de existencia. El resultado final será una oferta on-line viva y de interés con su existencia garantizada, al menos, hasta febrero de 2016.

La plataforma profesional estará formada por una red abierta de, al menos tres entidades empresariales, para ofertar productos y servicios profesionales, relacionados con Agua Forestal. Iniciará su puesta en marcha ejecutiva el día después de la finalización del proyecto Agua Forestal II, con un acuerdo de permanencia de al menos un año.

Los objetivos de esta plataforma son:

- Abarcar todo el territorio del Proyecto, y su expansión a partir del mismo; compartir costes y sumar experiencias.
- Unificar precios mínimos unitarios y de servicios, acción necesaria para poder empezar a trabajar en este campo. Primará la especialización, la proximidad y la calidad de los servicios frente al precio.
- La red tiene cierto enfoque o vocación de franquicia comercial horizontal, cuya herramienta comercial destinada a las redes sociales será compartida...



*38 Eliminación de eucaliptal en el Parque Nacional de Mongragüe, incluyendo destoconado. No hacemos comentarios sobre los efectos en Agua Forestal y la necesidad de moverse en el marco de la persistencia de la masa forestal.*

La plataforma incluye los siguientes elementos: <http://aguaforestal.com/>

Carta de servicios.

Se trata de un menú de servicios organizado por tipologías y proximidad geográfica. Los servicios que incluye están clasificados en:

- Selvicultura.
- Recolección de Agua Forestal.
- Agua Forestal y biodiversidad.
- Otros servicios: aplicación de criterios de gestión de Agua Forestal en xerojardinería; captadores de niebla; bandejas de plantación para repoblaciones; depósitos de aguas pluviales; cosechadoras de agua de lluvia.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

Blog especializado.

En él se publican noticias relacionadas directa e indirectamente con el tema y entradas de carácter docente.

Formación y empleo.

Se irán ofertando los cursos relacionados con el Agua Forestal.

Comunidad/plataforma.

Su objetivo será la inclusión de 3 entidades jurídicas y sus páginas o enlaces de referencia. Actuaciones y currículum gráfico de las mismas en Agua Forestal.

De apoyo a la misma y como herramienta de comunicación on line se ha generado inicialmente una cuenta de twitter:

<https://twitter.com/AguaForestal>

*PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 53.*

*LA COMUNICACIÓN A TRAVÉS DE LAS REDES SOCIALES NO SERÁ SUFICIENTE PARA CREAR TU CARTERA DE CLIENTES.*

*La presencia en la red te va a permitir tener un catálogo digital de todos tus servicios disponible en cualquier momento y lugar. También te va a facilitar conocer con un cierto grado de aproximación los intereses de los potenciales usuarios, e Incluso te va a ayudar a encontrar algún cliente no esperado. Sin embargo el contacto personal es indispensable. El comercial clásico. Para ello, lo ideal sería empezar con tus clientes actuales ofertando el nuevo producto y a partir de aquí ir trabajando con otros clientes potenciales cuyo perfil hayamos ido definiendo a partir de los intereses y tendencias que seamos capaces de detectar a partir del uso de la web.*

*La existencia de una plataforma no es garantía de nada. Deberá ser atractiva, viva, vital, interesante y estar bien posicionada. En cualquier caso, tus productos no son masivos, por lo que el posicionamiento no es muy complicado, pero por esta misma característica es necesario que llegues al cliente de forma personalizada, directa y presencial.*

El funcionamiento de la Plataforma de Agua Forestal y por tanto de los asociados a la misma se basa en el desarrollo de unas normas de funcionamiento decididas por todos sus componentes, acordes al número de participantes en la misma. El borrador de partida para el desarrollo del decálogo de principios funcionales es el siguiente. En su exposición mantiene un orden jerárquico relativo:

- La constitución de la plataforma se basa en un acuerdo de colaboración voluntario, de carácter comercial entre entidades empresariales, calificables como pymes o autónomos. Su objetivo es visibilizar el esfuerzo emprendedor y la oferta de servicios, obras y suministros sobre Agua Forestal.
- Es un acuerdo basado en la confianza y la buena fe, en el que todos sus componentes esperan del resto propuestas, acciones, esfuerzos, aportaciones y comportamientos que aporten valor añadido a la visibilidad de la plataforma y a su eficacia comercial, redundando en el beneficio colectivo de todos sus miembros.
- Las decisiones que se vayan tomando y concretando el funcionamiento de la plataforma se regirán por un principio democrático de mayorías amplias, más del X% de los miembros reales, presentes o no durante las decisiones. El espíritu que presidirá dicha toma de decisiones será el del consenso, buscando siempre como objetivo la unanimidad y dedicando un esfuerzo razonable en pos de esta confluencia de opiniones.
  - En consecuencia, si un miembro de la plataforma pierde la confianza en la misma o



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

bien la mayoría clara de los componentes (X%), pierde su confianza en uno de sus miembros, la relación entre componente y plataforma será cesada sin mayores complicaciones.

- El compromiso inicial de participación en la plataforma tendrá una duración mínima de un año, renovable, siempre que no se manifieste lo contrario y se mantengan las aportaciones y compromisos mínimos adquiridos por cada miembro de cara al resto de los componentes.
- Se entienden como compromisos mínimos de participación en la plataforma:
  - La realización de una aportación inicial de X € en concepto de gastos previsibles durante el primer año de compromiso, que en caso de cierre de la plataforma o bien de abandono de la misma no serán devueltos. El concepto de pago, su destino y su justificación serán definidos por los componentes en las reuniones de desarrollo del acuerdo.
  - La redacción de los contenidos de dos entradas mensuales al mes destinados al mantenimiento y actualización de contenidos de la web que soporta la plataforma comercial. En ese concepto se incluyen texto e imágenes básicos. El tiempo estimado es de una hora al mes a estos efectos.
  - La aportación de la dirección de contacto comercial de la entidad empresarial, como uno de los componentes de la plataforma, en igualdad de condiciones que el resto.
- La plataforma, contará con un correo electrónico de contacto, para recibir solicitudes informativas o peticiones comerciales. Los criterios de respuesta a las mismas serán definidos de forma explícita por sus miembros. Se recomienda la aplicación de criterios objetivos tales como el sorteo, los turnos, o el reparto previo del mercado por criterios de territorialidad o temática.
- En la plataforma figurarán las direcciones de contacto de todos y cada uno de sus componentes en activo, indicándose con claridad la ubicación de su sede social, direcciones de teléfono y contacto, así como los servicios, obras y suministros para los que son capaces de ofrecer una respuesta con solvencia. Los usuarios de la plataforma podrán acceder a solicitar una oferta a cualquiera de los componentes desde la plataforma.
- La plataforma a poner en marcha junto con sus objetivos, debe tener un número de componentes acorde con el mercado potencial esperado. La definición del número ideal de miembros será objeto de discusión durante el primer año.
- Se podrán en marcha los mecanismos necesarios para que los usuarios no puedan actuar solicitando ofertas de forma simultánea a diversos componentes de la plataforma. Para ello se sugiere la existencia de un elemento canalizador de ofertas, de modo que pueda informar a los demás componentes si esta situación se está produciendo.
- Una de las herramientas básicas de la plataforma será la inclusión de resúmenes muy básico (texto + imagen) de obras, servicios o suministros, realizados por cualquiera de las entidades miembro de la misma, que irán siempre acompañados de los datos de contacto de la empresa que los ha realizado.
- Se priorizarán los acuerdos de colaboración entre los distintos miembros de la plataforma de forma que todos y cada uno de ellos, en caso de que lo consideren conveniente, puedan contar con el apoyo del resto de componentes, bien como subcontratistas o proveedores.
- También se priorizarán acuerdos de colaboración entre componentes, de forma que unos miembros aporten cartera de clientes o labor comercial y otros su capacidad de ejecución



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

de actuaciones.

En definitiva, esperamos que la red creada con la plataforma, impulse la colaboración entre sus miembros, la ampliación de su alcance, su facturación y en definitiva su crecimiento.

Desde ASEMFO, bien de forma directa, bien a través de una de sus empresas asociadas, se realizará el apoyo y seguimiento a la plataforma durante el primer año de su puesta en vigor, de modo que se garanticen los compromisos adquiridos por la Asociación.

*PINCELADA PARA LA GESTIÓN: 54.*

*APROVECHA LA PLATAFORMA DE AGUA FORESTAL EN TU BENEFICIO.*

*Debes saber que la función de la plataforma sobre Agua Forestal es mantener un punto informativo de referencia sobre las actividades y servicios que se ofrecen en este tema por el conjunto de empresas que la constituyen y del que podrías llegar a formar parte. La eficacia de la iniciativa dependerá en gran medida del grado de implicación de las personas jurídicas que compongan la red y de la adecuada comprensión del concepto de colaboración en el ámbito empresarial.*

*Su objetivo es visualizar y describir algunos de los servicios, obras y productos empresariales concretos asociados a Agua Forestal. Para ello, se irán incorporando imágenes y descripciones de servicios y actuaciones para que se puedan visualizar los trabajos realizados y sus resultados específicos en cuanto a gestión de Agua Forestal.*

*A largo plazo se podría plantear la creación de una asociación de empresas, o un grupo interno en asociaciones ya existentes, cuyo ámbito sea promover el enfoque propio de Agua Forestal entre la actividad del sector del Medio Natural, otorgando a la provisión de agua el valor y el peso que le atribuyen los estudios sobre servicios ambientales de las masas forestales. Esta es otra línea de colaboración y acuerdo entre entidades que te recomendamos.*

## 6.2. FORTALEZAS Y DEBILIDADES EN SERVICIOS, GESTIÓN E IMAGEN.

Entre los conceptos que más coincidencias concentran en esta última parte del Manual, destaca la necesidad de incorporar en nuestro bagaje cotidiano los valores de los coeficientes de escorrentía en función de la cubierta vegetal, la pendiente o la permeabilidad del suelo. Su manejo nos va a permitir valorar sobre el terreno los potenciales de recolección de agua azul en forma de escorrentía. Es un rango de conocimientos sencillos, no muy extenso, que permite proporcionar datos al cliente durante el trabajo de campo y aportar datos sobre caudales en el trato directo con los propietarios.



*39 Cortafuegos en fase de recolonización por el pinar que debe proteger. La funcionalidad para Agua Forestal y para defensa de incendios, se basa en la ausencia de vegetación leñosa en el mismo y en consecuencia en su mantenimiento Segovia.*

Sabemos que distintas vegetaciones y distintos estados fisiológicos nos



*"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"*

permiten interpretar la dinámica hídrica de un territorio en cada momento del año. Ya no nos sorprende saber que pastos agostados en verano, sobre suelos secos superficialmente, pueden contener agua disponible para las raíces de especies hoja planifolia y caducifolia como los fresnos, los olmos, o los chopos.

Apostamos por la plataforma de Agua Forestal como un instrumento de apoyo empresarial al servicio del trato personalizado al cliente, por los informes previos sobre Agua Forestal para una propiedad determinada como herramientas a utilizar para llegar inicialmente a nuestros clientes, especialmente a los que forman parte de nuestra cartera, en este caso, para ofrecer una nueva gama de servicios. Reconocemos que el sector de la Evaluación de Impacto Ambiental puede generar una demanda de medidas correctoras y compensatorias innovadora, basada en el enfoque singular de Agua Forestal especialmente en el ámbito de recolección de aguas de escorrentía. Y, por último, creemos que para hacer llegar nuestros planteamientos y enfoques a las Confederaciones Hidrográficas como sector de negocio preferencial, parece que vamos a necesitar del esfuerzo colectivo. Nos apoyaremos en herramientas colectivas como la plataforma, o bien en la propia asociación empresarial ASEMFO, que ha promovido este proyecto.

En cuanto a debilidades, debemos manejar, cada día con más precisión las palabras clave detrás de las cuales se encuentra información documental en Agua Forestal, de acceso libre en internet.

En nuestra actividad empresarial debemos pasar de la visión simplista a la sistémica, tanto como forma de respuesta a las múltiples facetas que puede presentar el enfoque de Agua Forestal, como para las variadas demandas empresariales que conlleva mantener o poner en marcha una iniciativa empresarial. Desarrollar un modelo de negocio es algo importante y necesario para emprender. Sin embargo es imprescindible realizar, también, otras tareas y cumplir otros requisitos tan importantes como la validación por parte de los clientes, o la propia actividad comercial: sin contratos no hay ingresos.

Para terminar un último consejo, repetido hasta la extenuación. La información que se va incorporando al sector de Agua Forestal debe ser acogida con interés positivo y al mismo tiempo con un espíritu crítico objetivo. Es una información "sensible", que puede ser fácilmente sesgada a favor de unos u otros intereses. Nosotros deberemos ser profesionales rigurosos, abiertos y capaces.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

## 7.- BIBLIOGRAFÍA.

Aguas de Garoé-Imaco 89. (2001) Los captadores de brumas. Revista nº22 de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente.

AEMET, e IMP; Atlas Climático Ibérico. Agencia Estatal de Meteorología. 2011

Aparecida Magalhães, L. (2009) Tesis doctoral: Evolución climático-hidrológica reciente y cambios en los usos del suelo en diversas cuencas de cabecera de los ríos Duero y Tajo. Universidad de Salamanca.

Anderson H.W. et Al; Forests and water. Effects of forest management on floods, sedimentation and water supply. Pacific Southwest. Forest and Range Experiment Station. USDA FOREST SERVICE GENERAL TECHNICAL REPORT PSEW-18/1978

Aragonés, JI, et Al: Estudio de diagnóstico de demanda profesional en Agua Forestal. ASEMFO 2014.

Ben Kubbinga. (2011) Thesis: Its Potential for Assisting Smallholder Farmers in Coping with Water Scarcity and Climate Change, Based on Case Studies in Eastern Province, Kenya. Free University/Vrije Universiteit, Amsterdam Faculty of Earth and Life Sciences.

Biot, Y.; Gracia, C. y Palahi, M. (2011) Agua para los Bosques y la Sociedad en el Mediterráneo. What Science Can Tell Us. European Forest Institute.

Blasco, F.; Puigserver, G. y Palou, J. (2008) Los muros del banal, un tesoro europeo. Mallorca Rural.

Bonvissuto GL, CA Busso. (2006) Ascenso hidráulico en y entre isletas de vegetación en la zona árida de Argentina. Revista Internacional de Botánica Experimental, nº75 (págs.:55-70)

Box Amorós, M. Un aprovechamiento tradicional del agua en el sureste ibérico: los aljibes

Cabeza, C. y Jiménez, M. J. (2009) Olivar sostenible: Prácticas para una producción sostenible del olivar en Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. (Córdoba)

Carrascal Domínguez, R. et Al: Técnicas en la gestión forestal para la producción de agua. Asociación Resurge Alicante.

Cantú Silva, I. y González Rodríguez, H. (2005) Pérdidas por intercepción de la lluvia en tres especies de matorral submontano. CIENCIA UANL / VOL. VIII, nº 1.

Cirujano, S., A. Meco, P. García-Murillo & M. Chirino (2014). Flora acuática española. Hidrófitos vasculares. Real Jardín Botánico, CSIC, 320 pp Madrid.

Cirujano, S., M. Velayos, F. Castilla & M. Gil Pinilla (1992). Criterios botánicos para la valoración de las lagunas y humedales españoles (Península Ibérica y las Islas Baleares). ICONA-CSIC. Colección Técnica. Madrid

Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energía (2014). DOE, Nº 72.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

Córcega, E. y Silva, O. Evaluación de la intercepción de lluvia, escorrentía y erosión hídrica en bosques de laderas subhúmedo-secas.

Diseño de sistemas de captación de aguas de lluvia. Sistema de Captación del Agua de Lluvia de Uso Doméstico y Consumo Humano (COLPOS 1) A NIVEL DE FAMILIA ( CIDECALLI-CP, 2007)

Doblas Miranda, E. et Al; Conservar Aprovechando. Cómo integrar el cambio global en la gestión de los montes españoles. CREA. Noviembre 2013.

FAO. (2000) Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia. Experiencias en América Latina. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.

FAO. (2013) Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.

FAO. (2013) Forests and water. International momentum and action. FAO-Roma 2013  
 Fernández Escalante, E. (2010) La gestión de la recarga artificial de acuíferos en el marco del desarrollo sostenible. Serie Hidrogeología hoy nº6.

García Couto, M. A. (2011). Atlas Climático Ibérico-Iberian Climate Atlas. Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Gómez Mendoza, J (2011) Territorio, agua y repoblación forestal. Una perspectiva histórica. Seminario: Situación actual de los bosques. Retos y Oportunidades Santander, UIMP.

González Sanchís, M.; Del Campo García, A.; Bautista Carrascosa, I.; Lidón Cerezuela, A.; Lull Noguera, C.; García Prats, A. y Fráncés, F.R. (2013). Efecto de la selvicultura hidrológica en una masa natural de *Quercus ilex ssp bellota*. Sociedad Española de Ciencias Forestales.

González de Tánago, M.; García, M. J.; Ortega, L.; Pardillo, G. Y Tourné, M. (1988) Intercepción del agua de lluvia bajo diferentes condiciones de cubierta vegetal. *Ecología*, nº 2, (págs.: 99-110)

Guzmán Casado, G. I. y Foraster Pulido, L. (2008) Buenas Prácticas en Producción Ecológica. Cultivo del olivar. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Hernández, M. & A. Morales (2013). Los aprovechamientos tradicionales de las aguas de turbias en los piedemontes del sureste de la península ibérica: estado actual en tierras alicantinas. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* N.º 63.

Hieronimi. H. (2006) Manejo sustentable del agua: captación, almacenamiento y uso eficiente. Granja Tierramor, Erongaricuaru, Michoacán (México)

Huber J., A. y Oyarzún O., A. (1984) Factores reguladores de la intercepción en un bosque adulto de *Pinus radiata* (D. DON.) *Bosque* (5) 2: 59 - 64.

Kashyapa. S. Y. (2013). Prácticas ancestrales de crianza de agua. Una guía de campo. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

Keller, G. y Sherar, J. (2008) Ingeniería de Caminos Rurales. Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales. US Agency for International Development (USAID).

Kendall, A. (2008) Terrazas, una infraestructura agrícola como contribución a las estrategias de manejo de riesgos climáticos. XII Congreso de Historia Agraria, Córdoba.

Lajarín García, C. y Refoyo Martínez, A. (2008) Recogida de aguas pluviales en el Parque de la Concordia. Colegio Diocesano Cardenal Cisneros.

Maldonado González, J. (2012) Gestión forestal para la captación y producción de agua en clima mediterráneo. Asociación Nacional de Empresas Forestales (ASEMFO).

Maldonado González, J., et Al. (2014). Fundamentos y prontuario de actuaciones para la producción de agua en Tierras Forestales. Edición digital. ASEMFO.

Martínez de Azagra Paredes, A.; Método de los coeficientes de escorrentía. [www.oasificacion.com](http://www.oasificacion.com); 2006.

Martínez de Azagra Paredes, A.; Guía para el programa informático MODIPÉ. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad de Valladolid. 2004

Martínez de Azagra Paredes, A; Mongil Manso, J; Rojo Serrano L; Oasificación contra desertificación. [www.oasificación.com](http://www.oasificación.com). 2005

Mongil Manso, J. Conservación de suelos y restauración de la vegetación mediante técnicas tradicionales de recolección de agua. Universidad Católica de Ávila.

Montero de Burgos, J. L. y González Rebollar, J. L. (1983) Diagramas Bioclimáticos. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica.

Montserrat, P.; Fillat, F. y San Miguel, A. Ahorro de agua con pasto leñoso y ecológico. La Fertilidad de la Tierra, nº53.

Nadal-Romero, E.; D. Regües, D. y Serrano-Muela, P. (2010) Respuesta hidrológica en un pequeña cuenca experimental pirenaica con dos ambientes extremo: cárcavas y bosque de repoblación. Pirineos. Revista de Ecología de Montaña. Vol. 165, 135-155

Navarro Hevia, J. Martínez de Azagra, A. Mongil Manso, J (2009). Hidrología de conservación de Aguas, captación de precipitaciones horizontales y escorrentías en zonas secas. Universidad de Valladolid.

OPS/OMS (2004) Guía de diseño para captación de agua de lluvia, Lima. Organización Panamericana de la salud. Área de desarrollo sostenible y salud ambiental.

Pizarro Tapia, R.; Flores Villanelo, J. P.; Sangüesa Pool, C.; Martínez Araya, E. y García Rodríguez, J. L. (2004) Diseño de obras para la conservación de agua y suelos. PROYECTO FDI - CORFO Determinación de Estándares de Ingeniería en Obras de Conservación y Aprovechamiento de Aguas y Suelos, para la Mantención e Incremento de la Productividad Silvícola.



"Acciones gratuitas cofinanciadas por el FSE"

Prieto Aguilar, I. (2011) Patrones de redistribución hidráulica y su importancia en zonas áridas. AEET- Asociación Española de Ecología Terrestre.

Rivas Martínez, S. et Al.; Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en 1988.

Rodríguez Bayón, J.; Rodríguez Hernández, J.; Gómez-Ullate Fuente E. y Castro Fresno, D. Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible. SUDS. GITECO (Grupo de Investigación de Tecnología de la Construcción). Escuela de Caminos, Canales y Puertos de Santander. Universidad de Cantabria.

Rojo Serrano, L. Integración de la producción de agua en los criterios de gestión forestal. Multifuncionalidad y prerequisites. Actas de la Expo 2008 de Zaragoza

Sabaté, S. Los bosques y la evapotranspiración. Universidad de Barcelona y Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF)

SALAS SOLÍS, C. V. (2013) Tesis Profesional: La cosecha del agua de lluvia en zonas áridas y semiáridas. Universidad Autónoma Chapingo (México). División de Ciencias Forestales.

Santa Cruz Cárdenas, Y.; Ordóñez Sánchez, P.; Huamaní, U. J. y Camiloaga Jiménez, F. (2008) Cosecha de agua, una práctica ancestral. Manejo sostenible de las praderas naturales. Programa Regional Sur. DESCO. Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo.

Santa, I.; Gallardo, J. F.; San Miguel, C. y Moyano, A. (1989) Intercepción, pluviolavado y escorrentía cortical en una plantación de *Pinus sylvestris* de la Cuenca de Candelario (centro-oeste de España) *Bosque*: 10(1): 19-27, 1989

Santiago Hernández, L. (2007) Tesis: Medición y análisis de la intercepción de lluvia en un bosque de encino: aplicación a la microcuenca La Barreta. Universidad Autónoma de Querétaro- Facultad de Ingeniería.

Universidad de Alcalá; Valoración de los activos naturales en España (VANE). Ministerio de Medio Ambiente.

Willarts, B. (2012) Cambios de uso del suelo y variación de la demanda hídrica de los sistemas forestales en España entre 1980 y 2006: Implicaciones para la planificación hidrológica. II Seminario de Huella Hídrica (Madrid.)

WWF España (2009) Manual de buenas prácticas de riego. Propuestas de WWF para un uso eficiente del agua en la agricultura. Viñedo, olivar, cítricos y fresa.

