



J. Domingo

Ingeniero de Montes. Profesional independiente
Correo electrónico: jose.domingo.idm@gmail.com

45

Gestión forestal adaptativa en Menorca

Resultados clave

- Se requiere el uso de criterios de gobernanza y participación para hacer efectiva una gestión forestal sostenible sobre el territorio.
- Deben elaborarse planes de gestión forestal adaptativos a la horquilla de incertidumbres planteada por el cambio climático.
- La gestión debe contemplar de forma simultánea los riesgos e impactos sobre el medio forestal.
- Es necesario disponer de indicadores ambientales de seguimiento para fijar una planificación silvícola flexible en cuanto a la temporalidad y/o intensidad de las actuaciones selvícolas programadas.

Contexto

El clima de las diferentes regiones está experimentando importantes alteraciones a una mayor velocidad de lo esperado. Sus efectos, en cuanto a precipitación, temperatura, velocidad del viento y evapotranspiración potencial, no parecen seguir la misma tendencia en todas las regiones del planeta. Por lo que respecta a la cuenca mediterránea, los patrones climáticos no están del todo claros. No obstante, en el informe del año 2012 del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, se establece que los modelos climáticos determinan, de manera unánime, un incremento de las temperaturas en el mediterráneo, mientras presentan divergencias en cuanto a las previsiones de precipitación. Por lo que respecta a la isla de Menorca, existen datos registrados referentes a las precipitaciones anuales desde el año 1933 hasta la actualidad. Dichos registros han sido

utilizados para establecer cada 5 años la precipitación media anual de los últimos 30 registros. En dichas medias anuales, se ha constatado una reducción del 12,62% de la precipitación media anual registrada entre los periodos 1933-1960 y 1973-1998. Por lo que respecta a las temperaturas, se constata una tendencia al alza de las temperaturas medias anuales de Menorca para el periodo comprendido entre 1971 y 2008. Por lo tanto, hoy en día el cambio climático es uno de los principales retos a nivel global de la ciencia forestal. En el caso de Menorca, el cambio climático es especialmente importante tanto para el medio natural como para la economía de la isla. Por lo que respecta a la economía de la isla, un incremento de las temperaturas puede generar una pérdida importante de turismo potencial y modificar sustancialmente el actual modelo agrícola de Menorca. Atendiendo al medio forestal, es de esperar una mayor gravedad de los impactos negativos presentes y una mayor vulnerabilidad y cantidad de riesgos a los que se encuentra sometida la masa forestal. Por lo tanto, es necesario establecer una gestión de los bosques de la isla intentando conservar la biodiversidad existente y fomentando una mayor resiliencia de los ecosistemas ante los previsibles cambios derivados del abanico de posibles escenarios que plantea el cambio climático.

La isla de Menorca, al igual que el resto de la cuenca mediterránea, está sometida a numerosos riesgos e impactos ambientales. Entre los más importantes cabe destacar el riesgo de padecer incendios forestales y/o el riesgo de erosión hídrica y eólica. Por lo que respecta a los incendios forestales, en los bosques de Menorca predomina un modelo de combustible 7 o 4 en la escala de Rothermel. Ello, unido al abandono de cultivos y actividades tradicionales de aprovechamiento de maderas, leñas y pastos, entre otras actividades, combinado con la existencia de numerosas urbanizaciones colindantes a los bosques de la isla, crea situaciones de alto riesgo de

incendio año tras año. Además, al coincidir habitualmente periodos de sequía prolongada con la época de mayores temperaturas ambientales, se produce una pérdida importante de humedad en la propia cubierta forestal, con lo cual se incrementa notablemente la inflamabilidad del propio combustible y por lo tanto el riesgo de incendio. Así mismo, a pesar de que Menorca tiene una fisiografía generalmente suave u ondulada, existen numerosas colinas en la parte central de la isla con fuertes pendientes y elevado riesgo de erosión potencial. Además, aquellas laderas con orientación norte están expuestas a los fuertes vientos de tramontana, los cuales son relativamente frecuentes en invierno. Por otro lado, se detectan otros muchos riesgos e impactos que cabe gestionar y por lo tanto combatir y prevenir. Entre ellos, se encuentra la vulnerabilidad de parte de los bosques de la isla a situaciones de estrés hídrico. Especialmente sensibles parecen ser los encinares orientados al sur sobre suelo del periodo Triásico (Petrus 2011). Dicha vulnerabilidad produce una pérdida de la espesura de la copa del arbolado durante los meses de verano y una elevada mortalidad del regenerado existente. Así mismo, la tendencia a la baja en cuanto al régimen de lluvias (Observatorio Socioambiental de Menorca 2011), el incremento de la evapotranspiración del arbolado por el aumento de las temperaturas (de Castro et al. 2005) y las frecuentes sequías estivales, está generando cada vez con mayor frecuencia la muerte de encinas constituyendo pequeños golpes dentro de la masa forestal. Otro problema importante es la falta de regenerado en gran parte de las masas arboladas de la isla debido a una elevada fracción de cubierta (Fcc) arbustiva. Densidades de sotobosque que impliquen una Fcc arbustiva superior al 40% suele desembocar en deficiencias muy importantes brinzales de coníferas y frondosas debido a una competencia excesiva por agua y nutrientes en épocas de sequía y, además, en el caso de los ejemplares de pino carrasco también por la luz. En cuanto a las plagas forestales, cabe destacar las frecuentes e intensas plagas del lepidóptero defoliador *Lymantria dispar* L. en los encinares de Menorca. Dicha especie dispone de un ciclo biológico diferente al existente en la Península Ibérica al disponer de 5 o 6 años continuos con una elevada densidad de *Lymantria dispar* seguido de 2 o 3 años con menor densidad de población. Entre los últimos años, cabe destacar el año 2007 donde el 68% de los encinares de la isla han llegado a sufrir algún tipo de defoliación y en el 35% de la masa de encinar se produjo una defoliación total. Además, los bosques de la isla sufren

■ Figura 1.



▲ **Figura 1.** Reunión del comité científico para debatir las medidas a implantar en los planes dasocráticos a desarrollar.

Fuente: Proyecto LIFE+BOSCOS (LIFE+07ENV/E/000824).

frecuentemente la invasión de especies exóticas, tales como *Alianthus altissima* o *Carpobrotus edulis*. Algunas de estas especies invasoras están perjudicando seriamente las poblaciones de otras especies de flora endémicas de Menorca como las poblaciones de *Anthyllis hystrix* (Wiik.) Cardona, Contandriopoulos & Sierra. Finalmente, se detecta una sobreexplotación y contaminación por nitratos de los acuíferos de la isla debido al modelo económico de Menorca y las deficiencias existentes en gran parte de las instalaciones agrícolas y ganaderas de la isla. Todos los impactos descritos, unidos al abandono de cultivos, están generando rápidamente una pérdida de biodiversidad paisajística importante que cabe combatir.

■ Adaptación

Elaboración de unas directrices de Gestión Forestal Sostenible (GFS)(y adaptativa) para la adaptación al cambio climático

Ante las incertidumbres socioeconómicas y ambientales planteadas por los posibles escenarios de cambio climático en Menorca, se está fomentando, a través del Consell Insular de Menorca y del programa LIFE+ mediante el proyecto LIFE+BOSCOS, un modelo de gestión forestal sostenible y flexible a las exigencias de cada momento. Para ello, se han elaborado unas directrices de GFS fundamentadas en los Criterios Paneuropeos de GFS a escala insular. Dichas directrices están basadas en un análisis detallado del medio natural de la isla y conocimientos técnicos multidisciplinares. En su fase de elaboración, ha habido una participación multisectorial de agentes públicos y privados implicados en la gestión del medio natural de la isla, así como un comité científico y de seguimiento. Parara hacer adaptativas dichas directrices de gestión forestal a las condiciones socioeconómicas y ambientales de la región, se procede a su evaluación y revisión periódicamente.

Comité científico y de seguimiento

Ambos comités, tienen un papel fundamental en la adaptación de los bosques de Menorca ante los posibles escenarios de cambio climático. Por lo que respecta al comité científico, ha tenido como finalidad asegurar un resultado excelente en el diseño de las propias directrices y de los planes de gestión forestal adaptativos al cambio

climático. Dicho comité, está formado por un equipo multidisciplinar de expertos encargados de asesorar en diferentes aspectos relacionados con el medio forestal y el cambio climático (Figura 1).

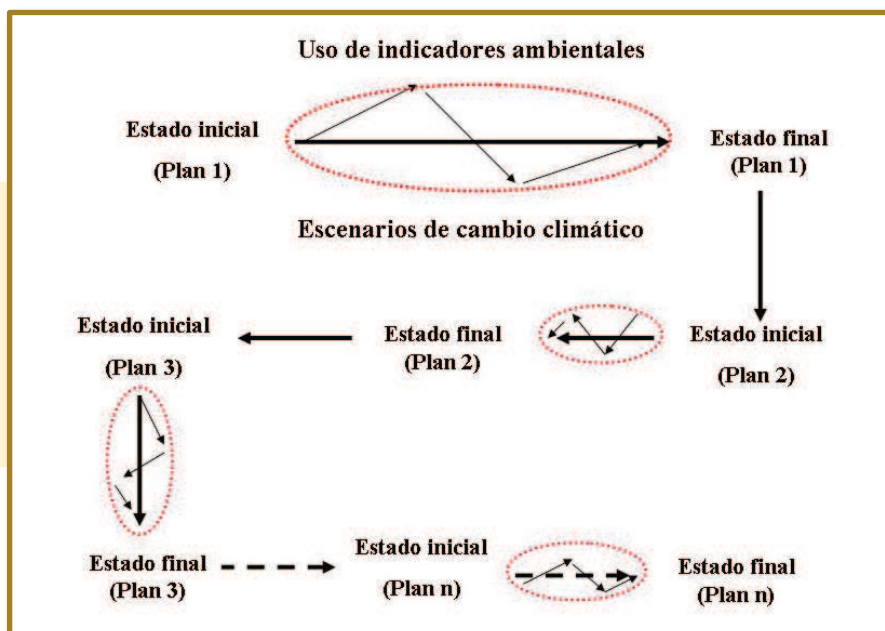
Por otro lado, el comité de seguimiento ha colaborado en el desarrollo de los objetivos específicos (ObE) y las medidas implantadas en las propias directrices de adaptación de los bosques de Menorca al cambio climático. Dicho comité se encuentra formado por representantes de las diferentes administraciones de la isla, así como instituciones científicas, organizaciones no gubernamentales, agentes sociales del sector forestal y propietarios y gestores forestales de Menorca.

Diseño de planes de gestión forestal adaptativos al cambio climático

En su diseño, se ha optado por la redacción de planes de gestión forestal simplificados, conocidos como

Planes Dasocráticos con una vigencia comprendida entre 12 y 15 años y una ordenación por rodales. Dicha vigencia permite plasmar una gestión selvícola del monte controlando la horquilla de incertidumbres socioeconómicas y ambientales derivadas del cambio climático (Figura 2). Planes de gestión forestal con vigencias superiores pueden generar planteamientos erráticos graves dado que no es posible conocer, a ciencia cierta, cómo van a ir evolucionando algunas variables económicas, sociales y ambientales de la región. En el caso de Menorca, la actividad turística, la Política Agraria Común o la climatología son variables de difícil predicción a largo plazo. Por otro lado, los planes de gestión forestal redactados incluyen un análisis detallado del clima actual y de las previsiones futuras climáticas de la isla. Así pues, a parte de analizarse los parámetros climáticos habituales incluidos en cualquier plan de gestión forestal, se analizan otras variables como la evapotranspiración o la velocidad del viento. Se considera a la evapotranspiración un factor vital para establecer una selvicultura de adaptación en

■ **Figura 2.**



▲ **Figura 2.** Gestión forestal adaptativa a los escenarios de cambio climático.

Fuente: Elaboración propia.

los bosques de Menorca puesto que es clave a la hora de valorar la vulnerabilidad de las especies forestales a situaciones de estrés hídrico. Por otro lado, la velocidad del viento es otro parámetro muy a tener en cuenta dado los abundantes daños sufridos año tras año por la acción del viento de tramontana en masas sin tangencia de copas con orientación norte. Otro aspecto a tener en cuenta en los planes redactados es un análisis muy detallado de los riesgos e impactos a los que se encuentra expuesta la masa a ordenar. Se trata de determinar su origen (biótico/abiótico), el tipo de riesgo o impacto, determinar su peligrosidad en el caso de un riesgo (alta, moderada o baja), determinar su grado de presencia en el caso de un impacto (alto, moderado o bajo), un pronóstico de evolución natural del riesgo o impacto, una breve interpretación del mismo y, si es posible, un mapa donde quede reflejado el riesgo o impacto en cuestión. En cuanto a la fase de planificación de los planes de gestión forestal encaminados a la adaptación, se ha introducido un apartado donde se analizan las condiciones selvícolas

generales por tipo de formación forestal existente dentro del monte a ordenar. En dicho apartado se marcan unas directrices genéricas a seguir que serán especificadas en la ficha de cada rodal. Estas directrices genéricas se encuentran fundamentadas en las directrices de GFS elaboradas y en unas curvas teóricas elaboradas mediante Liocourt de máxima densidad, máxima vitalidad y curva ideal para cada tipo de formación arbolada existente en el monte ordenado. Su diseño se ha fundamentado en recomendaciones bibliográficas para masas en situación de máxima densidad y máxima vitalidad (Montoya & Mesón 2004), un estudio científico en cuanto a la vulnerabilidad a situaciones de estrés hídrico de los bosques de Menorca (Petrus 2011), recomendaciones técnicas de grupos de expertos, aspectos relacionados con la climatología de la isla, aspectos relacionados con las propiedades edafológicas de Menorca y análisis de rodales de los bosques de Menorca con buena vitalidad en periodos de sequía prolongada.

Seguimiento mediante indicadores ambientales

Tanto los objetivos generales (ObG) como los objetivos operativos (ObO) tienen sus propios indicadores ambientales de seguimiento (Figura 3). Dichos indicadores han de ser fáciles de calcular, económicos y deben permitir conocer diferentes parámetros de la masa agroforestal, con la finalidad de:

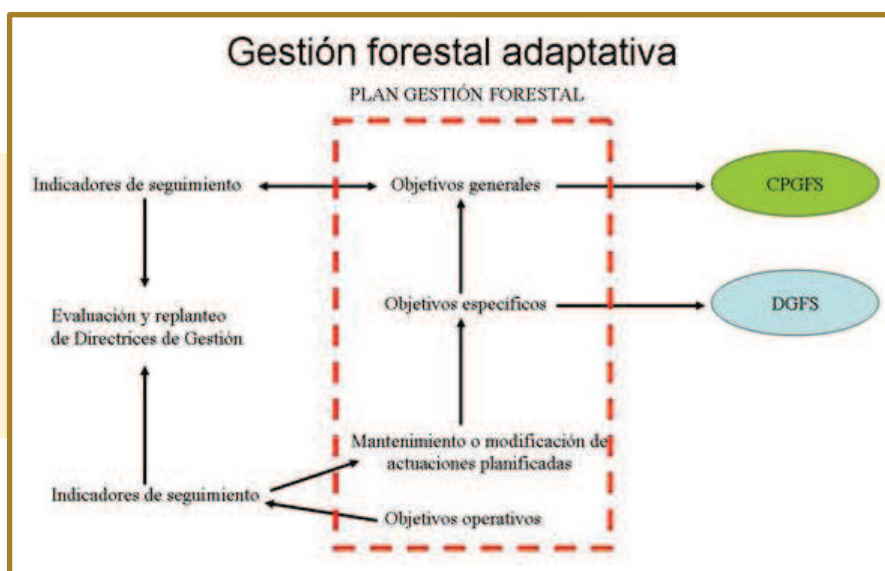
- Permitan ser calculados rápidamente sin necesidad de un trabajo de campo y/o gabinete exhaustivo.
- No se requiera generalmente una formación técnica para su cálculo.
- Evaluar el grado en que se alcanzan los ObG y ObO del propio plan de gestión.
- Flexibilizar las actuaciones selvícolas en cuanto a intensidad de tratamiento o temporalidad.
- Ayuden a redefinir o confirmar las medidas implantadas y los objetivos específicos de las Directrices de GFS redactadas.

Su patrón de cálculo será diferente entre aquellos definidos para evaluar los ObG y aquellos establecidos para evaluar los ObO. Por un lado, los indicadores ambientales de seguimiento propios de los ObG deberán ser calculados justo antes de ejecutarse el plan y una vez cumplida su vigencia. Por otro lado, los indicadores de seguimiento propios de los ObO deberán ser calculados justo antes de iniciarse el plan y revisados una o varias veces a lo largo de la vigencia del plan. Así mismo, cada uno de los indicadores de seguimiento propios de los ObO, dispone de un período de cálculo independiente respecto al resto de indicadores de seguimiento.

Riesgos e impactos a gestionar

Los planes de gestión forestal desarrollados establecen una gestión forestal donde además de prevenir impactos, se corrigen aquellos ya presentes que impiden o limitan la capacidad de alcanzar uno o varios de los ObG establecidos. En la fase de análisis y diagnóstico del monte, puede detectarse varios riesgos e impactos de manera simultánea en un mismo monte y rodal. Por lo tanto, resulta especialmente importante establecer un orden jerárquico en cuanto a los objetivos específicos del propio plan y ser tenidos en cuenta en la división

■ **Figura 3.**



▲ **Figura 3.** Relación entre Directrices de gestión y plan de gestión forestal adaptativo.

Fuente: Elaboración propia.

dasocrática del monte a ordenar. Una vez conocida el orden de prioridades del rodal, se establecerán unos objetivos operativos a cumplir dentro de cada rodal plasmados mediante la planificación selvícola.

En los rodales donde la prevención de incendios forestales tiene una gran importancia, se programan actuaciones selvícolas (ver figura 4) encaminadas a:

- Realización, en tramos longitudinales estratégicos del monte, masas adhesadas de *Quercus ilex* con franjas de matorral de Fcc variable, formando pequeños gophes aislados.
- Introducir, en tramos estratégicos, encina micorrizada formando franjas longitudinales que hagan la función de cortafuegos natural.

- Transformar áreas con un modelo de combustible 7 en áreas con un modelo de combustible 8 o 11 (Rothermel et al., 1983).
- Transformar áreas con un modelo de combustible 4 en áreas con un modelo de combustible 5 (Rothermel et al., 1983).
- Recuperación de cultivos abandonados dentro de grandes masas forestales con la finalidad de crear discontinuidades espaciales (Figura 4).
- Aprovechamiento de pastos con ganado vacuno y equino.
- Crear tres anillos con baja carga de combustible y anchura variable en la interfaz urbano-forestal de núcleos urbanizados y viales.

- Eliminar la totalidad de la Fcc arbustiva en los laterales de los muros de pared seca hasta una separación de 2 veces la altura del muro.

Una elección óptima de los tratamientos selvícolas a introducir en las áreas del monte con riesgo de incendio forestal y una metodología de trabajo adecuada, ayudaran a reducir notablemente los daños erosivos derivados de los trabajos selvícolas a ejecutar y a su vez reducirá muy significativamente el riesgo de erosión potencial que tendrá el área tratada.

Por lo que respecta a la vulnerabilidad a situaciones de estrés hídrico, el arbolado de coníferas (*Pinus halepensis*) es más resistente que las frondosas (*Quercus ilex* y *Olea europaea* var. *sylvestris*). Además, dicha vulnerabilidad de las frondosas suele acentuarse en aquellos ejemplares procedentes de rebrote. Atendiendo a ello, en aquellos rodales donde existe un riesgo significativo de estrés hídrico o ya hay signos de decaimiento del arbolado (pérdida de frondosidad de copa, puntisecado, etc) se aplican tratamientos selvícolas encaminados a mantener una estructura de monte mixto irregular y a ser posible formada por pies procedentes de semilla y no de rebrote. Además,

se fomenta un dosel arbolado a dos alturas donde las especies con mayor resistencia a situaciones de estrés hídrico constituyan el dosel superior mientras que el resto de especies con mayor sensibilidad a situaciones de estrés hídrico constituyan el segundo dosel arbolado. La densidad de pies según especie, dependerá de la calidad de estación y de la situación de partida del monte. Para establecer una estructura ideal de la masa, se programan actuaciones selvícolas encaminadas a alcanzar una curva ideal teórica establecida en las condiciones selvícolas generales. Con ello, se pretende copiar la estructura de aquellas zonas forestales con una estructura irregular que de forma natural no presentan un decaimiento en periodos prolongados de sequía. Otra medida importante para combatir situaciones de estrés hídrico, es reducir la evapotranspiración potencial de los ejemplares con signos evidentes de decaimiento mediante podas y resolveos. En el caso de los resolveos, se aplica como regla general reducir en un 50% el área basimétrica de los chirpiales de cada cepa, dejando en pie siempre aquellos más vigorosos y de copa más espesa con la finalidad de producir semilla.

Así mismo, independientemente de cuales sean los riesgos e impactos a combatir, se intenta generalmente

■ **Figura 4.**



Fuente: Instituto Balear de la Naturaleza.

▲ **Figura 4.** Paisaje agroforestal propio de Menorca con medidas preventivas de incendios forestales. El cortafuegos de la zona central sirve para crear una zona sin continuidad vertical y horizontal. El cultivo ayuda a mantener el mosaico agroforestal de la isla creando masas forestales discontinuas.

mantener una Fcc arbórea comprendida entre el 40% y el 70% y no aplicar tratamientos selvícolas que reduzcan en más de una tercera parte el área basimétrica inicial. De esta manera se evitan intervenciones selvícolas excesivamente fuertes que puedan poner en peligro la persistencia y estabilidad de la masa.

Por lo que respecta a aquellos rodales con excesiva densidad de sotobosque, se fomenta el uso principalmente de ganado equino y bovino para controlar su Fcc y mantenerla por debajo del 40%. La metodología suele ser:

- Estabulación temporal del ganado en el monte: se consigue un rápido control del sotobosque si se utiliza una elevada carga ganadera. La técnica consiste en zonificar el monte e ir moviendo periódicamente el ganado de una zona a otra.

- Uso del monte como dormitorios: obligar al ganado a dormir en áreas concretas del monte genera un control importante del sotobosque puesto que el ganado suele dormir en grupos y suele estar tumbado varias horas en el mismo lugar.
- Ganado en semilibertad manteniendo una carga ganadera óptima durante largos periodos o incluso de manera permanente.

Escoger una técnica u otra para controlar el sotobosque vendrá definida por el objetivo que tenga marcado el rodal. En el caso de riesgo de incendio, cualquiera de las tres opciones sería válida, mientras si se pretende ayudar al regenerado de especies arboladas la opción tercera sería la más adecuada.

Por lo que respecta a aquellos rodales donde aparecen especies exóticas, se programan actuaciones selvícolas encaminadas a su erradicación mediante su arrancado desde la raíz.

Replanteo de objetivos y medidas

Una vez concluida la vigencia del plan de gestión forestal, se procederá a la evaluación de los ObG marcados en el propio plan (Criterios Paneuropeos de Gestión Forestal Sostenible). En caso de que la batería de indicadores de seguimiento utilizada indique el cumplimiento total de los ObG del plan, no será necesario realizar cambios sustanciales en la revisión del plan. No obstante, generalmente, los indicadores ambientales marcarán un cumplimiento parcial de los ObG y, por lo tanto, será necesario replantearse el modelo de gestión, los ObE, los ObO y la planificación selvícola para reconducir la situación y así alcanzar plenamente los ObG en el siguiente plan dasocrático. Así mismo, la ejecución de los planes de gestión forestal permitirán redefinir o confirmar tanto los objetivos específicos como las medidas implantadas en las propias directrices de GFS adaptativas al cambio climático.

Recomendaciones para su aplicación

Por lo que respecta a las directrices, se recomienda su desarrollo a escala comarcal dado que las condiciones ambientales, económicas y sociales pueden presentar diferencias significativas entre comarcas cercanas. Así mismo, las directrices deberían de incluir aspectos de gobernanza y participación y seguir los criterios de las conferencias interministeriales de protección de los bosques de Europa.

Por lo que respecta a los planes dasocráticos, la estructura y contenido de los planes realizados desde

el proyecto LIFE+BOSCOS (LIFE+07ENV/E/000824) pueden ser una buena referencia sobre la que desarrollar los planes de cada comarca o región.

En cuanto a los indicadores ambientales, es recomendable establecer desde el servicio competente en gestión forestal de la comunidad autónoma un listado de indicadores ambientales de seguimiento para evaluar los ObG y otro para evaluar los ObO de cada plan de gestión forestal. De cada uno de los listados, debería escogerse aquellos indicadores que permitan realizar una mejor evaluación de los objetivos planteados con el menor coste posible, siempre teniendo en cuenta que cada objetivo a evaluar debería ser medido por dos o más indicadores. La razón por la cual es interesante disponer de dos listados cerrados de indicadores ambientales para escoger cuales utilizar en la evaluación de los objetivos de cada plan es la de disponer de un volumen importante de información homogénea que permita tomar decisiones acertadas a la hora de evaluar las directrices de GFS de la propia comarca o región. Para asegurar una buena calidad de los datos generados por los indicadores ambientales de seguimiento, es muy importante facilitar para cada indicador ambiental una hoja de metadatos donde se explique su procedimiento de toma de datos y las unidades en que debe aparecer el resultado. Así mismo, se recomienda establecer en la hoja de metadatos un rango de valores para presentar el resultado del indicador. De esta forma, será posible conocer si el resultado es bueno o malo y su evolución temporal. Por lo que respecta a quien debe de calcular los indicadores ambientales de cada plan, parece lo más acertado dejar en manos del técnico responsable de redactar el proyecto la elección de indicadores y el cálculo inicial de los mismos. En las siguientes etapas de cálculo de la batería de indicadores ambientales, debería ser la empresa encargada de ejecutar los trabajos selvícolas y el propietario o propietarios de las fincas ordenadas los encargados de su cálculo.

Tabla 1. Cubiertas forestales de Menorca (2002).

Cubierta forestal	Superficie (ha)	Superficie (%)
Encinar	2.233,77	3,21
Bosque mixto	6.615,27	9,52
Bosques de ribera	35,60	0,05
Pinares	3.444,79	4,96
Sabinares	458,24	0,66
Acebuchares	7.678,79	11,05
Total forestal arbolado	20.466,16	29,45
Arbustos litorales	723,19	1,04
Herbazales	766,11	1,10
Máquias esclerófilas	766,11	1,10
Marinas de Erica y estepas	3.454,87	4,97
Acebucho en regeneración	5.027,33	7,23
Otras	262,75	2,15
Total forestal no arbolado	12.220,75	17,59
Total forestal	32.686,91	47,04
Superficie de Menorca	69.488,46	100

Fuente: Elaborado a partir del mapa de cubiertas de Menorca (2002).

■ Material suplementario

La región de estudio se localiza en la isla de Menorca (Islas Baleares), Reserva de la Biosfera desde el año 1993 y cuya superficie asciende a 694,65 Km². El clima de la isla presenta diferencias significativas con el Levante español, al tratarse de un clima mediterráneo oceánico pluviestacional (Rivas-Martínez 2004) con una temperatura media anual de 16,8°C y una pluviometría anual de 604 mm/año. Así mismo, se caracteriza por ser un territorio con 8 municipios y una población empadronada de 95.178 habitantes en el año 2012. Todo ello, unido al elevado grado de conservación existente en los diferentes hábitats de la isla, ha generado un paisaje agroforestal en Menorca, donde el 93,41% de la superficie de la isla es agrícola o forestal, según el IV Inventario Forestal Nacional.

Por lo que respecta al modelo económico de la isla, la economía de Menorca está fundamentada en un turismo veraniego y una actividad agrícola-ganadera en declive. En cuanto a su actividad forestal, su contribución al Producto Interior Bruto de la isla ha sido siempre testimonial atendiendo a la cantidad de empresas y trabajadores del sector dados de alta en la Seguridad Social (Instituto Nacional de Estadística). No obstante, el aprovechamiento de biomasa forestal para producir astilla y ser vendida a centrales térmicas está generando desde el año 2012 un incremento muy significativo en la gestión de los montes de la isla. Dicha actividad, unido al continuado aumento del precio de la electricidad está incentivando un interés creciente del sector hotelero e industrial por el uso de pellet y astilla para generar calor.

En cuanto a las figuras de protección ambiental, Menorca dispone de gran parte de su superficie bajo diferentes figuras de protección ambiental a escala europea, nacional y autonómica. Algunas de las más relevantes, en cuanto a superficie forestal, son la Red Natura 2000 (LIC y ZEPa), el Parque Natural de S'Albufera des Grau o figuras de protección ambiental del propio Plan Territorial Insular.

Menorca, a pesar de ser una isla de escasa superficie, presenta una gran diversidad de hábitats forestales (Tabla 1). Entre las principales comunidades forestales de la isla, atendiendo a su superficie, cabe destacar las comunidades arboladas de acebuchar, pinar y encinar o las comunidades arbustivas de maquia y garriga.

Por lo que respecta a la comunidad de acebuchar, se encuentra tanto en suelos silíceo como en calcáreos siempre y cuando la textura del suelo no sea arenosa o francoarenosa. Por otro lado, suelen presentar una altura comprendida entre 2 y 4 metros de altura, una elevada Fcc total y generalmente un modelo de combustible 4 (Rothermel *et al.*, 1983). En cuanto a las especies propias del acebuchar, el acebuche silvestre (*Olea europaea* var. *sylvestris*) es la principal especie de la comunidad y suele venir acompañada fundamentalmente de especies arbustivas y, en menor medida, por especies herbáceas. Entre las especies arbustivas más comunes se encuentran especies como por ejemplo lentisco (*Pistacia lentiscus*), zarzaparrilla (*Smilax aspera*), gamón común (*Asphodelus aestivus*), aliaga (*Calicotome spinosa*) o lechetrezna (*Euphorbia dendroides*), entre otras. Por lo que respecta

a las especies herbáceas, se encuentran especies como el puerro silvestre (*Aetheorhiza bulbosa*) o el candilillo del diablo (*Arisarum vulgare*), entre otras.

La siguiente comunidad en importancia, en cuanto a superficie abarcada, es la comunidad de pinar. Dicha comunidad tiene preferencia por los suelos calcáreos; no obstante también está presente en suelo silíceo. La comunidad pinar suele disponer de un dosel arbóreo de altura comprendida entre los 8 y 16 metros de altura con un sotobosque denso y generalmente un modelo de combustible 7 (Rothermel *et al.*, 1983). En cuanto a las especies propias de dicha comunidad, el pino carrasco (*Pinus halepensis*) es la principal especie dentro de la propia comunidad. No obstante, el pino carrasco suele aparecer acompañado de una gran variedad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. Entre las especies arbóreas, suele encontrarse encinas (*Quercus ilex*) y acebuches arborescentes (*Olea europaea* var. *sylvestris*), principalmente. Por lo que respecta a especies arbustivas, aparecen frecuentemente ejemplares de acebuche arbustivo (*Olea europaea* var. *sylvestris*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), zarzaparrilla (*Smilax aspera*), gamón común (*Asphodelus aestivus*), labiérnago blanco (*Phillyrea angustifolia*), brezo (*Erica multiflora* y *Erica arborea*), romero (*Rosmarinus officinalis*) o carrizo (*Ampelodesmos mauritanica*), entre otras. En cuanto a las especies herbáceas presentes, cabe destacar el trébol de cuatro hojas (*Lotus tetraphyllus*), gallos (*Serapias lingua*) o el cardo yesquero (*Echinops ritro*), entre otras.

La siguiente comunidad forestal en importancia, en cuanto a superficie forestal, es la comunidad de encinar. Dicha comunidad se encuentra en suelos profundos y húmedos de suelos silicios y calcáreos. Cuanta mayor sea la densidad de encinas (*Quercus ilex*) dentro del dosel arbóreo, menor será la cantidad de especies arbustivas y herbáceas presentes. Así pues, en aquellos encinares con una Fcc $\geq 70\%$ de encina (*Quercus ilex*) en el dosel arbóreo, la Fcc arbustiva y herbácea suele ser escasa (modelo de combustible 8 en la escala de Rothermel *et al.*, 1983). En cambio, conforme mayor es la abundancia de otras especies arbóreas o menor la Fcc de encina dentro del dosel arbóreo, mayor es la Fcc arbustiva y herbácea presente (modelo de combustible semejante a 7 en la escala de Rothermel *et al.*, 1983). Por lo que respecta a la altura del dosel arbóreo, el arbolado no suele superar los 10 metros en encinares puros y los 16 metros en los encinares mixtos. Por lo que respecta a las especies presentes, la encina (*Quercus ilex*) es la especie principal y suele venir acompañada de especies lianoides (*Tamus communis* y *Hedera helix*) en los encinares puros. En encinares donde son relativamente frecuentes otras especies arbóreas (*Pinus halepensis*, generalmente), se detectan además otras especies arbustivas como el lentisco (*Pistacia lentiscus*) o el madroño (*Arbutus unedo*), entre otras.

Por lo que respecta a las comunidades arbustivas presentes, son abundantes las marinas con predominio de brezo (*Erica arborea* y *Erica multiflora*), jaras (*Cistus sp.*) o carrizo (*Ampelodesmos mauritanica*), entre otras. El predominio de unas especies u otras depende de las propiedades del suelo. En ocasiones, dichas comunidades arbustivas tienden a evolucionar hacia masas de acebuchar o encinar.

■ Referencias bibliográficas

- De Castro M, Martín-Vide J, Alonso S (2005) El clima de España: Pasado, presente y escenarios del clima para el siglo XXI. En: Moreno J. *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*. Editorial Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. pp. 1-64
- Life+Boscos (2012) *Directrices para la adaptación de los bosques de Menorca al cambio climático*. Editorial Consell Insular de Menorca, Mahón. pp. 1-13. Disponible en: <http://lifeboscos.cime.es/documents/docs/LifeBoscos/E1X0100/REV0.pdf> Último acceso 10 de junio de 2014
- Montoya J, Mesón M (2004) *Selvicultura. Tomo I y II*. Editorial Fundación Conde del Valle de Salazar-Mundi-prensa, Madrid. pp. 577-652
- Observatorio Socioambiental de Menorca (2011) I.b.1 Precipitació. En: *Indicadors bàsics*. Editorial Institut Menorquí de Estudios, Mahón. pp. 11-16
- Petrus J (2011) *Zonificació de la vulnerabilitat a l'estrès hídric dels boscos de Menorca dins del projecte LIFE+BOSCOS (LIFE+07ENV/E/000824)*. Editorial Fundación Bosch y Gimpera de la Universidad de Barcelona, Barcelona. pp. 73-74. Disponible en: <http://lifeboscos.cime.es/documents/docs/LifeBoscos/P1X0090/REV0.pdf> Último acceso 10 de junio de 2014