

ADAPTACIÓN DE LOS BOSQUES AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ÁREAS PROTEGIDAS

Una guía para la *Adaptación Basada en Ecosistemas*



Mayo 2025

Contenido

1. PRESENTACIÓN.....	1
1.1. ¿Qué es la adaptación al cambio climático?	1
1.2. ¿Qué define una “buena” acción de adaptación?	1
1.3. Ámbito de aplicación.....	2
1.4. Destinatarios	2
1.5. ¿Cómo se ha elaborado este documento?	2
2. ÁREAS PROTEGIDAS, BOSQUES Y CAMBIO CLIMÁTICO	4
2.1. La gestión para la adaptación de los bosques.....	5
3. CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN FORESTAL.....	7
3.1. Adaptación en la planificación	7
3.2. Adaptación en el diseño de proyectos.....	9
3.3. Adaptación en los pliegos de prescripciones	19
4. GLOSARIO	21
5. BIBLIOGRAFÍA	23
ANEJO 1. VALORACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO FRENTE A LA SEQUÍA.....	24

Cita recomendada:

FUNGOBE. 2025. Criterios para el diseño de acciones de adaptación de los bosques al cambio climático en áreas protegidas. Una Guía para la Adaptación Basada en Ecosistemas. Proyecto LIFE RedBosques_Clima. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid.

Créditos:

Esta versión recoge las aportaciones recibidas en el Seminario realizado en Campillo de Ranas (19-21 octubre 2022) y las lecciones aprendidas en la aplicación de un primer borrador en cuatro áreas piloto, mediante asistencia técnica con Entrearbres/Föra y en los casos demostrativos del proyecto LIFE RedBosques_Clima

Este documento está en proceso de actualización continua. Verifique que está utilizando la versión más reciente en :

<https://redbosquesclima.eu/estandar-de-la-calidad-en-la-adaptacion/>

LIFE RedBosques_Clima (LIFE20 CCA/ES/001624)

Financiado por la Unión Europea a través del programa LIFE20 Climate Action

Duración: Septiembre 2021 – Noviembre 2025

Coordinador: Fundación Fernando González Bernáldez

Socios: Generalitat de Catalunya, CREA, Generalitat Valenciana, VAERSA, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Gobierno Vasco

www.redbosquesclima.eu

Este material refleja el punto de vista de los autores. La Comisión/CINEA no es responsable del uso que se pueda hacer de esa información o de su contenido.

1. PRESENTACIÓN

1.1. ¿Qué es la adaptación al cambio climático?

Por **adaptación** se definen todas aquellas estrategias y acciones que persiguen reducir la vulnerabilidad de los sistemas ecológicos y sociales al impacto del cambio climático, aumentando su resiliencia (o capacidad de recuperar toda o gran parte de su estructura y funciones tras una perturbación) (EUROPARC-España, 2018). La adaptación es un planteamiento que asume que los efectos del cambio climático son inevitables, por lo que es necesario preparar a los sistemas más vulnerables para minimizar estos efectos.

Estas estrategias y acciones no deben confundirse con las de **mitigación**, encaminadas a reducir fuentes y emisiones de gases de efecto invernadero y a aumentar las tasas de captura de carbono atmosférico y de fijación en almacenes de carbono. Los bosques, por su alta capacidad para fijar carbono atmosférico tanto en la madera como en el suelo, suelen ser objeto frecuente de este tipo de medidas.

Una estrategia de adaptación muy común en áreas protegidas es la **adaptación basada en ecosistemas**, que se centra en conocer y utilizar la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas como estrategia de adaptación (Lhumeau & Cordero, 2012). La restauración y conservación de ecosistemas, la creación de hábitats, la mejora de la conectividad o la infraestructura verde son solo algunos ejemplos de este tipo de estrategias y medidas. La adaptación basada en ecosistemas entra además dentro de la categoría de las **soluciones basadas en la naturaleza**, definidas como *acciones para proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible los ecosistemas naturales o modificados que hacen frente a los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad* (UICN, 2016).

1.2. ¿Qué define una “buena” acción de adaptación?

Las acciones de adaptación al cambio climático de hábitats y especies son relativamente recientes, y no existe aún un consenso claro sobre qué criterios debería incluir una acción de adaptación para considerarse como válida.

En ocasiones podemos encontrar acciones silvícolas o de restauración de hábitats que incluyen la adaptación como un resultado, sin que aparezca como objetivo específico de la acción. En otros casos, acciones que incluyen la adaptación como objetivo, no incluyen fases o aspectos básicos en este tipo de actuaciones, como en análisis de los escenarios climáticos previsibles.

Una buena acción de adaptación de bosques al cambio climático debería incluir, por tanto, cuestiones específicas relacionadas con el cambio climático (elaboración de un diagnóstico climático, valoración socioeconómica de efectos y resultados, análisis de vulnerabilidad climática, etc.),

El **objetivo de este documento** es establecer unos criterios para que el desarrollo de las actuaciones de adaptación se realice de forma homogénea y acorde con la filosofía de la Adaptación Basada en Ecosistemas. Para ello se proponen unos criterios básicos, acordados en el contexto del proyecto LIFE RedBosques_Clima.

Se propone usar esta guía de forma flexible, adaptándola en lo necesario a las particularidades de cada caso.

1.3. Ámbito de aplicación

Los principios de la adaptación basada en ecosistemas son de aplicación muy directa en áreas protegidas o en zonas donde la conservación de la biodiversidad es una prioridad (UICN, 2009).

Sin embargo, este documento puede ser aplicado no sólo en hábitats forestales con objetivos explícitos de conservación, sino también en otras áreas forestales presentes en el área protegida, incluso con objetivos de producción. Su aplicación en montes fuera de áreas protegidas es también posible, aunque puede precisar algún ajuste a las condiciones y circunstancias concretas de cada lugar.

1.4. Destinatarios

La presente guía va dirigida a todos los profesionales interesados en diseñar, ejecutar y evaluar acciones de adaptación de bosques al cambio climático. Se considera por tanto interesante para:

- Gestores forestales y gestores de áreas protegidas
- Propietarios forestales interesados en mejorar el estado de conservación de sus montes
- Entidades que promueven actuaciones de conservación o adaptación (ONG, centros de investigación...)
- Técnicos, profesionales y consultores forestales y del medio natural.

1.5. ¿Cómo se ha elaborado este documento?

El proceso de elaboración ha seguido un proceso participativo en el que han intervenido profesionales de la gestión forestal, la gestión de áreas protegidas y la conservación del medio natural y la adaptación al cambio climático. La hoja de ruta ha sido la siguiente:

1. Elaboración de la primera versión.
2. Revisión por parte de los socios y el Comité Asesor del proyecto LIFE RedBosques (septiembre de 2022)

3. Aplicación del prototipo en cuatro medidas de adaptación de bosques al cambio climático ya ejecutadas, a través de una asistencia técnica (enero-diciembre de 2022):
 - a. Muntanya de Matagalls (Girona). Hayedo con actuaciones de promoción de la madurez (derribos y cortas)
 - b. MUP "El Cierzo" (Zaragoza). Pinar de *Pinus halepensis* con claras para incrementar la heterogeneidad
 - c. Marojal de Izki (Álava). Bosque de *Quercus pyrenaica* con actuaciones de incremento de heterogeneidad y mejora de hábitats
 - d. Hayedo de Altube (Álava). Hayedo con cortas de regeneración y aprovechamiento de leñas
4. Presentación de resultados y debate en un seminario científico-técnico (Campillo de Ranas, octubre de 2022)
5. Aplicación en los casos demostrativos del proyecto LIFE RedBosquesClima e incorporación de lecciones aprendidas
6. Elaboración del documento final (mayo de 2023)

Acciones demostrativas del proyecto LIFE RedBosques_Clima

C3. Construyendo un paisaje forestal resiliente al cambio climático en el Parc Natural dels Ports

Mediante la recuperación de procesos ecológicos básicos (selvicultura de conservación, quemas prescritas, gestión de herbívoros) creación de un mosaico heterogéneo, intercalando bosques maduros y estructuras abiertas, resiliente a sequías e incendios.

C4 Mejora de la capacidad de adaptación en repoblaciones forestales en la Comunidad Valenciana

Se implementan medidas de adaptación en 5 repoblaciones forestales de *Pinus pinaster* en la Comunidad Valenciana. La finalidad de esta acción es promover la capacidad de adaptación y la resiliencia mediante una "selvicultura de procesos naturales", orientada a promover atributos propios de la madurez forestal, mediante la modificación de la estructura del bosque.

C.5: Restauración de la diversidad forestal para la adaptación al cambio climático en el Parque Natural Sierra Norte (Guadalajara)

Se implementan medidas de adaptación consistentes en la restauración ecológica en repoblaciones de *Pinus sylvestris* y *Pinus uncinata*, fomentando el carácter mixto de los hábitats forestales (robledales, hayedos y abedulares), y el mosaico con pastizales y matorrales de alta montaña mediterránea.

2. ÁREAS PROTEGIDAS, BOSQUES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Los bosques son probablemente el tipo de ecosistema en el que más se ha estudiado el efecto del cambio climático. La evidencia científica disponible muestra que los impactos afectan o afectarán todos los niveles de organización; a los procesos ecofisiológicos, la fenología, la demografía, la distribución de las especies vegetales y de las comunidades que forman, a la estructura de los bosques y a su funcionamiento, con cambios en la producción primaria, los ciclos de nutrientes y el ciclo hidrológico (Herrero y Zavala, 2015).

Los elementos más vulnerables serán los bosques más estrechamente ligados a condiciones climáticas más húmedas y frescas, los de distribución restringida o en el límite de su área de distribución, las masas de tamaño insuficiente o muy fragmentadas, y los bosques de ribera. Además, muchos bosques (en especial los mediterráneos) sometidos a sequías prolongadas pueden mostrar signos de decaimiento y ver incrementado el riesgo de incendio (Lloret, 2012). También aquellos bosques degradados o en mal estado de conservación a consecuencia de un uso intenso o por abandono, pueden ver reducida su resiliencia y por tanto su capacidad de adaptación.

Respecto a su estado de conservación, los bosques españoles distan mucho de estar en buenas condiciones. Los datos del último informe sexenal sobre el estado de conservación de los hábitats y especies de interés comunitario (2013-2018)¹ señalan que en 50 de las 56 evaluaciones realizadas para los 27 hábitats de bosque de interés comunitario presentes en España, el estado de conservación es desfavorable-malo (10) o desfavorable-inadecuado (40). Estos datos también señalan a la silvicultura, la agricultura o los incendios como las principales amenazas y presiones de los bosques españoles detectadas por los gestores de la Red Natura 2000, mientras que el cambio climático, a pesar de su relevancia, ocupa el octavo lugar.

Los objetivos de las áreas protegidas se alinean con los objetivos de adaptación al cambio climático, ya que contribuyen a fomentar el buen estado de conservación de los ecosistemas y la biodiversidad que albergan. Ello se traduce en sistemas con una alta resiliencia y una elevada capacidad para suministrar servicios ambientales en el contexto de cambio climático. En el caso de los bosques, la Red Natura 2000 está contribuyendo positivamente a preservar y mejorar el estado de conservación de bosques presentes en estos espacios, frente a los situados fuera de la Red (EUROPARC-España, 2021).

Para asegurar el mantenimiento de la integridad de los ecosistemas y de los procesos que proporcionan resiliencia, puede ser necesario modificar algunos enfoques en la gestión. La gestión activa de ecosistemas en un escenario de cambio global implica desarrollar una gestión de enfoque flexible, ya que las formas de gestión actuales pueden no servir en el futuro. Para ello, es necesario en primer lugar identificar el cambio climático como una prioridad, y a continuación considerar sus efectos en todas las etapas del ciclo de la gestión,

¹ <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/article-17-database-habitats-directive-92-43-eeec-2/article-17-2020-dataset>

desde la definición de objetivos al diseño de actuaciones. Para ello será necesario adoptar instrumentos de planificación más ágiles y flexibles, que permitan la gestión en un entorno de escenarios cambiantes, y la identificación explícita de los escenarios deseables de futuro (Palomo et al, 2012; Palomo et al., 2017).

2.1. La gestión para la adaptación de los bosques

Los bosques ibéricos se enfrentan a un escenario generalizado de aumento gradual de temperaturas y descenso de las precipitaciones, así como a una mayor recurrencia de fenómenos meteorológicos extremos, como olas de calor y sequías, tormentas, inundaciones, etc.

Muchos de los hábitats presentes en la matriz forestal van a ser especialmente vulnerables a estos efectos, por lo que será necesario desarrollar estrategias que aumenten su resiliencia ante este tipo de perturbaciones, o que faciliten la conectividad de las especies ante posibles cambios en las áreas de distribución.

Es necesario asumir también que muchos de estos hábitats van a cambiar, por lo que es necesario evitar que en este cambio se pierdan gran parte de los servicios ecosistémicos que nos prestan.

La adaptación debe basarse en el mantenimiento o restauración de ecosistemas en buen estado de conservación como base para la adaptación. En el caso de los bosques esto pasaría por mantener a escala de paisaje los procesos ecológicos que generan un mosaico con una representación suficiente y justificada de todas las fases del ciclo silvogenético.

Existe una gran variedad de medidas que pueden ser utilizadas con el objetivo de mejorar la capacidad de adaptación de los bosques. Desde un punto de vista espacial, estas medidas pueden llevarse a cabo a **escala local** (o de rodal), actuando sobre la composición de especies, las densidades, la estructura de edad, etc; o a **escala de paisaje**, promoviendo un mosaico de rodales de diferentes edades, y de diferentes tipos de hábitat (arbolados o abiertos), que haga del conjunto un paisaje más resiliente.

Algunas pueden incidir en la preservación de los reductos bien conservados o muy vulnerables y el mantenimiento de procesos naturales, mediante la creación de reservas o zonas estrictamente protegidas. Es el caso de la conservación de bosques y rodales maduros, ya que muchos de sus atributos sirven de referencia como elementos de adaptación (por ejemplo, la estructura irregular de estos bosques o la presencia de madera muerta de grandes dimensiones en el suelo retardan considerablemente la propagación del fuego).

Otras pueden requerir una intervención de tipo silvícola, por ejemplo, para promover la heterogeneidad espacial mediante pequeñas perturbaciones, modificar la estructura del bosque hacia estructuras irregulares o incrementar la diversidad de especies en el dosel al tiempo que se reduce la competencia.

A una escala más amplia pueden considerarse actuaciones para mejorar la capacidad de dispersión de las especies (la conectividad), o crear mosaicos en el paisaje en el que se entremezclen diversos tipos de bosque con áreas abiertas, para lo que se puede recurrir a soluciones como el uso del fuego (quemadas prescritas) o del ganado.

También serán relevantes las acciones de restauración de hábitats muy escasos como pequeños humedales o turberas, o incluso la atención a algunas especies muy vulnerables al cambio climático, con acciones excepcionales que pueden llegar a la migración asistida o la cría en cautividad.

Tabla 1. Algunas medidas de adaptación aplicables a ecosistemas forestales (EUROPARC-España, 2018).

-
- Incrementar el vigor de las masas forestales
 - Optimizar el estado sanitario
 - Incrementar la complejidad estructural. Potenciar masas mixtas. Diversificar el sotobosque.
 - Facilitar la adaptación genética. Incrementar la diversidad genética.
 - Prestar especial atención a hábitats singulares, como pequeños humedales.
 - Incrementar la conectividad entre fragmentos forestales.
 - Incrementar la resistencia a la sequía.
 - Disminuir el riesgo de grandes incendios forestales. Pastoreo de conservación. Quemadas prescritas.
 - Disminuir la vulnerabilidad a temporales
 - Localizar y conservar rodales maduros. Mantener árboles viejos y madera muerta en el suelo y en pie.
-

3. CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN FORESTAL

La adaptación, en diferente grado de detalle, puede incorporarse en todas las escalas de la gestión, desde los planes de gestión de áreas protegidas, los instrumentos de ordenación de montes, las memorias de los proyectos de restauración o gestión forestal, incluso en el día a día de los trabajos forestales y los aprovechamientos.

3.1. Adaptación en la planificación

La adaptación al cambio climático debe integrarse en los procesos de planificación del territorio, ya que:

- el cambio climático es un fenómeno global que opera a escalas espaciales amplias. Por tanto, no tiene sentido abordarlo desde la perspectiva de cada espacio individual, sino que es necesario considerar el papel de cada uno en el contexto regional del que forman parte.
- el cambio climático es un fenómeno a largo plazo, sus efectos perdurarán durante siglos, por lo que la planificación debe tener un carácter estratégico y a largo plazo
- los escenarios climáticos futuros serán diferentes al actual. Con un cierto grado de incertidumbre en la intensidad y dirección del cambio, podemos afirmar que éste está asegurado.

Es por tanto necesario disponer de instrumentos de planificación de carácter estratégico, con horizontes temporales largos y objetivos revisables cada cierto tiempo, y escala amplia (al menos regional), que den cobertura a las medidas concretas de adaptación que se ejecutan a escala de rodal.

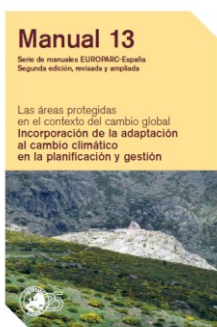
Los planes de gestión, en sus diversas formas (PORN, PRUG, instrumentos de gestión de Natura 2000, etc.) a escala de espacio protegido, o los proyectos de ordenación a escala de monte, son los instrumentos en los que se hacen explícitos los objetivos a alcanzar en un determinado intervalo temporal, y la forma de alcanzarlos, es decir, las medidas que se pretende implementar.

En todas las fases del ciclo de la gestión es posible (y deseable) la incorporación de criterios referidos al cambio climático. En primer lugar, en el diagnóstico, donde es obvia la importancia de una buena caracterización climática como marco en el que se desenvuelven especies, hábitats y poblaciones humanas, con referencia a los cambios registrados y esperados en el mismo. Para una buena definición de los escenarios deseables o previsibles, será oportuno contar con escenarios climáticos regionalizados, que permitan una predicción de los modelos climáticos lo más adaptada posible al territorio en cuestión. En la fase de identificación de objetos de conservación será preciso identificar aquellos más vulnerables al cambio climático, especificando la importancia del cambio climático en su estado de conservación.

Los criterios de adaptación deben estar presentes en los objetivos que se identifiquen, y también en las medidas, que deben estar claramente dirigidas a mejorar las vulnerabilidades frente al cambio climático identificadas en el diagnóstico. Finalmente, un sistema de seguimiento debe proporcionar indicadores que permitan dar cuenta tanto de la eficacia del plan como de los efectos del cambio climático sobre los objetos de conservación (Figura 1).

FASES DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN	ASPECTOS A CONSIDERAR
Diagnóstico general	Clima actual y tendencias registradas
Identificación de elementos de conservación	Elementos sensibles al cambio climático (especies, hábitats, servicios de los ecosistemas)
Análisis de factores clave, amenazas, vulnerabilidad	Vulnerabilidad al cambio climático de los elementos sensibles
Definición del estado de referencia (o deseado) y actual	Escenarios climáticos regionalizados
Definición de objetivos: Generales Operativos	Incrementar la resiliencia frente al cambio climático Objetivos explícitos o implícitos, pero con vinculación clara
Medidas de gestión Actuaciones Directrices y normativa Zonificación	Medidas específicas de adaptación Énfasis en los servicios de los ecosistemas
Seguimiento y evaluación Indicadores de cambio climático Revisión de efectividad de medidas, logro de objetivos	Variables climáticas, fenológicas, etc.

Figura 1. Fases del ciclo de la gestión en las que pueden incorporarse criterios de adaptación al cambio climático.



PARA SABER MAS: EUROPARC España. 2018. [Las áreas protegidas en el contexto del cambio global: incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión](#). Segunda edición, revisada y ampliada Ed. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los espacios naturales. Madrid. 168 págs.

3.2. Adaptación en el diseño de proyectos

Un nivel de mayor concreción en el desarrollo de la adaptación es la formulación de proyectos de intervención.

La memoria de un proyecto de adaptación de bosques al cambio climático debería incluir cuestiones el análisis de riesgos climáticos, la formulación de objetivos ligados a las vulnerabilidades detectadas, la compatibilidad con otras medidas de conservación, así como el factor social y un sistema de seguimiento y evaluación.

Criterios básicos que definen las buenas prácticas en adaptación al cambio climático de bosques

1. Cuenta con el adecuado encaje en la planificación y apoyo institucional
2. Considera la dimensión social del proyecto
3. Se realiza un análisis de los riesgos climáticos y de la vulnerabilidad
4. Los objetivos de adaptación son explícitos
5. Existen sinergias positivas con los objetivos de conservación de la biodiversidad
6. Se tiene en cuenta la viabilidad económica del proyecto
7. Prever un sistema de seguimiento y evaluación de resultados

Además de estas cuestiones específicas del cambio climático, deberán abordarse otras más básicas relacionadas con la planificación, ejecución y seguimiento de la acción (lógica de la planificación, elaboración de un programa de seguimiento y evaluación, evaluación de afecciones, etc.), que no se detallan en este documento, pero pueden consultarse en el “Estándar para acciones de conservación” desarrollado por EUROPARC-España (2011).

A continuación, se desarrollan los criterios propuestos para el diseño de proyectos de adaptación forestal.

Criterio 1. Adecuado encaje en la planificación y apoyo institucional

La acción de adaptación debe ser el resultado de una planificación en cascada y, por tanto, debe incluir las referencias a planes de ámbito superior.

Por otro lado, el proyecto debe contar con el apoyo de las autoridades responsables de la gestión del área de actuación.

1.1. Identificar y describir el *objeto de gestión*, es decir la masa forestal, monte o rodal sobre el que se va a actuar.

Describir el tipo de bosque de acuerdo a una clasificación estándar (hábitat de interés comunitario, hábitat CORINE...) y definir los límites del mismo y la relación con áreas protegidas aportando la cartografía adecuada.

1.2. Identificar posibles sinergias y evitar contradicciones con otros instrumentos de planificación sectorial.

Se tendrán en cuenta principalmente los instrumentos de planificación para la conservación de la naturaleza y/o para la planificación forestal, verificando la alineación con sus objetivos, o si la medida ya se encuentra recogida.

Consultar al menos PORN, PRUG, planes N2000 y proyecto de ordenación

1.3. Contar con el aval o apoyo expreso de las autoridades responsables de la gestión del área de actuación (área protegida, monte...) y de la propiedad.

En el caso de actuaciones promovidas por terceros, se debe contar con algún documento que acredite que las acciones que se van a ejecutar están alineadas con las políticas de los departamentos y servicios competentes en gestión de áreas protegidas o gestión de montes y cuentan con su apoyo o visto bueno.

En el caso en que la Administración es propietaria y gestora del monte, y promotora del proyecto, este paso puede ser innecesario

Criterio 2. Consideración de la dimensión social del proyecto

El diseño de la acción debe procurar la implicación de los actores sociales (propietarios, gestores, comunidades locales) potencialmente afectados, a través de las herramientas de participación más adecuadas a la dimensión del proyecto y al contexto social en el que se desarrolla.

Será importante hacer explícitos los beneficios sociales o económicos de la acción y, en acciones de cierta entidad, prever cómo explicar qué se va a hacer y porqué.

2.1. Identificar a los actores sociales potencialmente relacionados con la acción de adaptación

Elaborar un listado de actores potencialmente relacionados con la acción, a las escalas oportunas (estatal, regional, local), tanto de la administración como de la sociedad, y en especial de los propietarios forestales.

Generar un listado de actores sociales identificados
--

2.2. Prever procesos de participación o información - acordes a la dimensión del proyecto – que incluyan los aspectos de cambio climático y las medidas de adaptación.

Valorar si es necesario comunicar a los usuarios del monte los objetivos y resultados esperados de la acción, en especial si contempla cortas, uso de maquinaria pesada, quemas prescritas o movimientos de terreno. El formato puede ser sesiones presenciales, paneles en campo, u otro tipo de medidas.

En su caso, se pueden aprovechar estructuras de participación y gobernanza ya existentes (juntas rectoras o patronatos de áreas protegidas, foros de participación locales, asociaciones de desarrollo local, etc).

Criterio 3. El diagnóstico incluye un análisis de riesgos climáticos

La acción de adaptación debe basarse en un que incluya los escenarios climáticos previstos en el área de trabajo.

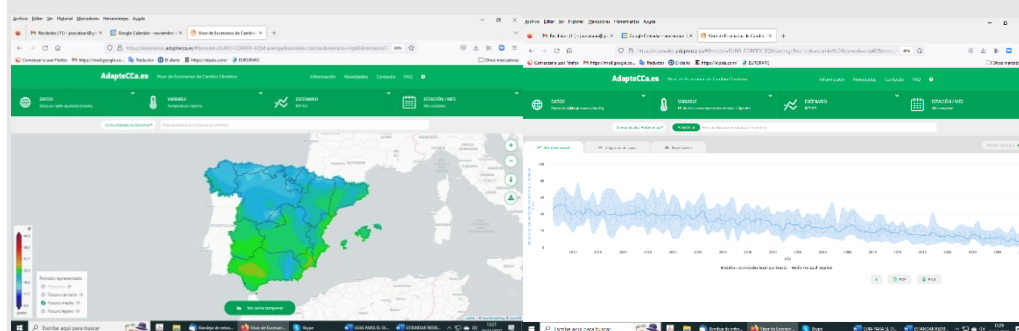
Si hubiera plan o proyecto de ordenación, es posible que este criterio ya se haya considerado. Puede remitirse a esa planificación superior para justificar el cumplimiento de este criterio

3.1. Describir las condiciones climáticas previstas a medio y largo plazo, a una escala adecuada al área de estudio

Se describirán los escenarios climáticos previsibles para el área de estudio, considerando el comportamiento de las variables climáticas (temperatura, precipitación) a medio y largo plazo.

Para ello se puede recurrir a los escenarios climáticos regionalizados desarrollados en algunas administraciones autonómicas, o a modelos más generales de escala nacional como el visor Adapteca.

Para la generación de escenarios climáticos regionalizados puede utilizarse el Visor de Escenarios desarrollado por al AEMET:



<https://escenarios.adaptecca.es>

3.2. Además del cambio climático, valorar otras presiones y amenazas antrópicas que pueden interferir con los efectos del cambio climático

Algunos procesos de cambio pueden ser confundidos con el cambio climático, o ser potenciados por el mismo. Por ello es preciso identificar las presiones y amenazas procedentes de las actividades humanas más relevantes en el área protegida.

Identificar otras presiones no climáticas (ej. abandono, uso público, sobrepastoreo...)

3.3. Identificar de forma explícita los **peligros climáticos** que afectan o pueden afectar al objeto de gestión.

El diagnóstico climático debe concretarse en la identificación concreta de los peligros climáticos que afectan al objeto de gestión del proyecto (el monte o rodal), así como su exposición y vulnerabilidad a dichos peligros climáticos. Las alteraciones en el clima pueden concretarse en **peligros climáticos**. Es necesario concretar el peligro climático para el que se diseña la actuación:

- Incremento de la temperatura (media, mínimas, máximas...)
- Olas de frío y heladas
- Olas de calor
- Sequías
- tormentas ciclónicas
- Temporales de viento
- Tornados
- Pedrisco
- Incendios forestales

3.4. **Valorar** de forma explícita **el riesgo** frente a los peligros identificados

Valorar el grado de **exposición** al peligro en función de las peculiaridades locales o específicas del lugar donde se van a implementar las medidas

Evaluar la **vulnerabilidad** a los peligros identificados. Para ello se considera la susceptibilidad (predisposición del sistema a ser afectado por un peligro por falta de resistencia) y la capacidad adaptativa (la capacidad del sistema para adaptarse al daño) (Ver Glosario).

Esta etapa es esencial en el proceso ya que debe permitir identificar de forma clara los elementos del bosque sobre los que es posible y necesario actuar para reducir el riesgo. En general habrá poca capacidad de intervenir en la *exposición*, pero más en las características del bosque que tiene que ver con la *vulnerabilidad*.

La valoración del riesgo puede hacerse con diversas metodologías. En el Anejo I se propone una **metodología cualitativa** para valorar el riesgo a la sequía.

Estos mismos criterios se pueden obtener de **forma cuantitativa**, mediante un muestreo en campo, como se propone en el índice de sequía desarrollado en RedBosques_Clima

Valoración cuantitativa del riesgo frente a la sequía.

El proyecto RedBosques_Clima proporciona una metodología específica para la evaluación del **riesgo frente a la sequía** en hábitats forestales basada en una valoración cuantitativa a partir de variables cartográficas y dasométricas (Tabla 2).

Será preciso prever el levantamiento de información en parcelas sobre el terreno de acuerdo a la [metodología RedBosques_Clima](#)

Tabla 2. Variables cuantitativas seleccionadas como indicadores de la exposición y la vulnerabilidad y pesos otorgados por indicadores, criterio y ámbitos para llegar al valor final. Los valores corresponden a un rodal hipotético utilizado como ejemplo.

Indicador	Escala de aplicación	Relación	Peso	Valor [0,10]	Criterio	Peso	Valor [0,10]	Sub-ámbito	Peso	Valor [0,10]	Ámbito	Peso	Valor [0,10]
SPEI24 (1992-2021)	Rodal	lineal (+)	10	5.5	Exposición climática	3	5.5	-	-	3.7	Exposición a la sequía	3	Riesgo 6
Idoneidad climática	Especie	lineal (-)	4	0.1	Exposición geográfica	7	2.9						
Topindex	Rodal	lineal (-)	4	6.2									
Radiacion solar	Rodal	lineal (+)	2	2.0									
MPC-PHX ψ_{50}/ψ_{88}	Especie	lineal (-)	4	6.7	MPC- Susceptibilidad funcional	3	7.1	Susceptibilidad	9	7.3	Vulnerabilidad	7	
MPC- Profund. raíz	Especie	lineal (-)	6	7.3									
Fdiv-PHX ψ_{50}/ψ_{88}	Especie	lineal (-)	4	9.9	Divers. Susceptibilidad funcional	1	9.5						
Fdiv-Profund. raíz	Especie	lineal (-)	6	9.2									
Área basal - G	Parcela	Logística (+)	3	0.0	Susceptibilidad estructural/ composición	6	7.0						
Nº especies arboreas	Parcela	lineal (-)	2	10.0									
Nº clases diamétricas	Parcela	Logística (-)	5	10.0									
MDC-Rebrote	Especie	lineal (-)	9	9.4	Falta de recuperación	3	8.8	Falta de capacidad de recuperación	1	8.8			
Fdiv -Rebrote	Especie	lineal (-)	1	2.5									



SABER MAS: FUNGOBE. 2023. [Evaluación del riesgo de los bosques frente al cambio climático](#). Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid.

Criterio 4. Se formulan objetivos en relación a la adaptación

Los objetivos de la acción de adaptación deben presentar una relación clara y justificada con la adaptación al cambio climático, evitándose alusiones muy generales o referencias indirectas a la adaptación.

4.1 Definir los objetivos a largo plazo de la actuación

Para evitar actuaciones aisladas y sin coherencia, idealmente éstas deberían ir inmersas en un plan más amplio, o un proyecto de ordenación, en el que se fijen los objetivos o escenarios a alcanzar a medio o largo plazo

La acción de adaptación debe incluir la formulación de un objetivo principal, y éste debe estar relacionado con la reducción del riesgo derivado de un peligro climático.

Pueden definirse aspectos como los itinerarios selvícolas, los turnos previstos, la composición de especies o de estructura de edades que se pretende alcanzar, etc.

4.2. Los objetivos de adaptación se relacionan con los atributos de la estructura o el funcionamiento del bosque que reducen la vulnerabilidad.

Los objetivos operativos se basan y justifican en los resultados del análisis de riesgos climáticos, y están vinculados al problema climático que se pretende resolver; hacen referencia a los peligros climáticos y los componentes de la exposición o la vulnerabilidad sobre los que se actúa.

A partir del análisis de riesgos, se identifican los aspectos de la estructura del bosque sobre los que es necesario intervenir para mejorar la capacidad de adaptación.

Identificar de forma clara los atributos ligados a la resiliencia sobre los que se actúa (selección múltiple)

- Promover la diversidad de especies en el dosel
- Promover la complejidad estructural (edades, tamaños, estratos)
- Promover la heterogeneidad espacial (claros)
- Promover grandes árboles singulares
- Crear o mantienen mosaicos de zonas abiertas y arboladas

Criterio 5. Se verifican las sinergias con los objetivos de conservación de la biodiversidad

El proyecto debe identificar si existen objetos de conservación sobre los que existe un mandato legal, asegurando su buen estado de conservación. En todo caso, se demostrará que la acción no tendrá efectos ambientales negativos

5.1. Identificar elementos de la biodiversidad sobre los que hay un mandato legal de protección presentes en el área de intervención o potencialmente afectados por ella

En el caso de espacios protegidos, se identificarán especies, hábitats, ecosistemas u otros valores objeto de conservación que puedan verse afectados por la medida de adaptación.

5.2. Considerar las posibles afecciones ambientales negativas derivadas de la implementación sobre el terreno de las medidas propuestas.

Se verifica que las medidas de adaptación no afectan negativamente al estado de conservación de los objetos de conservación, y en su caso se toman las medidas correctoras oportunas.

La acción de adaptación deberá incluir una evaluación de los posibles efectos ambientales negativos, en especial en el caso de los tratamientos selvícolas (apeos, apertura de calles o bosquetes, arrastre de troncos, tratamiento de residuos, etc).

En caso de identificarse posibles impactos, se establecerán las medidas preventivas o correctoras pertinentes para evitarlos o minimizarlos, e incluso se valorará la pertinencia de la propia acción.

Las medidas de adaptación pueden tener un efecto positivo sobre el estado de conservación de los objetos de conservación, que en su caso se ha documentado

Criterio 6. Se considera la viabilidad económica del proyecto

Además de contemplar explícitamente los costes, la acción de adaptación deber ser sostenible económicamente o, en su caso, identificar las fuentes de financiación que podrían sostenerla y beneficiar a la población local de acuerdo a criterios de equidad.

6.1. Las medidas de adaptación son sostenibles económicamente o bien se identifican las fórmulas para su financiación a largo plazo (fondos europeos, estatales, regionales)

Deberá preverse las fuentes de financiación de la acción de adaptación, valorando en su caso los posibles beneficios directos de las acciones (venta de productos como madera u otros productos o servicios con valor de mercado que se generen como consecuencia de las actuaciones).

En el caso de acciones que no puedan sostenerse por la venta de productos del monte, deberán identificarse las fuentes de financiación.

Realizar un análisis de costes e ingresos por la venta de productos o servicios. Determinar si el balance económico es positivo o no.

Además de la financiación por la venta de madera en su caso, identificar otras posibles vías de financiación como PDR, PRTR, LIFE etc.

Criterio 7. Prever un sistema de seguimiento y evaluación de resultados

Es necesario diseñar de antemano un sistema de seguimiento que permita determinar específicamente el efecto de la actuación en la capacidad de adaptación del bosque.

El sistema de seguimiento debe prever su aplicación a largo plazo, al menos 3 o 5 años después de la ejecución de las medidas, y los indicadores utilizados deben permitir evaluar los efectos sobre la vulnerabilidad al cambio climático.

En el contexto de RedBosques_Clima este plan de seguimiento será diseñado e implementado por el CREA en la Acción C6 "Plan de seguimiento ecológico":

"Se establecerá un sistema de seguimiento mediante parcelas permanentes. En ellas se recogerán indicadores de los componentes del ecosistema sobre los que actúa el proyecto (cambios en la estructura arbórea y del sotobosque, en la diversidad de especies herbáceas y leñosas, en la vitalidad y estado de salud, en el control de la erosión, en el riesgo de incendio y en la cantidad y calidad de madera muerta en pie y en el suelo").

7.1. Proponer indicadores objetivamente verificables para evaluar el cumplimiento de las medidas proyectadas

Proponer los indicadores objetivamente verificables necesarios para comprobar la correcta ejecución de las medidas según lo establecido en el proyecto

En este apartado se trata de indicadores de ejecución del proyecto, por ejemplo, Has aclaradas, nº de árboles anillados....

7.2. Diseñar un sistema de seguimiento basado en indicadores objetivamente verificables que permita evaluar el logro de los objetivos de adaptación a medio y largo plazo

Se preverá un sistema de seguimiento a largo plazo basado en indicadores, que permita determinar si las acciones han tenido un efecto sobre la capacidad de adaptación del bosque. Además de las variables a registrar será preciso definir la metodología de muestreo (parcelas, periodicidad) y el método de análisis de los datos.

Se proponen aquí indicadores que permitan valorar los cambios en los atributos ligados a la reducción del riesgo climático: p ej. incremento en la diversidad del dosel, cambio en la fracción de cabida cubierta...)

3.3. Adaptación en los pliegos de prescripciones

En la gestión forestal a la escala de mayor detalle, las medidas concretas se ejecutan a escala de rodal, en forma de trabajos selvícolas o aprovechamientos forestales, afectando en general a unas decenas de hectáreas.

Por ello los documentos necesarios (memorias, pliegos) y el proceso de tramitación es mucho más ágil y sencillo que en el caso de los planes o proyectos.

En estos, pueden establecerse algunos criterios básicos que, sin suponer una complicación excesiva del proceso, deberían incorporarse para favorecer una mayor capacidad de adaptación.

En montes incluidos en la Red Natura 2000, en espacios naturales protegidos o en zonas donde exista un objetivo genérico de conservación y fomento de la biodiversidad, en la ejecución de trabajos selvícolas pueden incorporarse medidas que favorezcan la capacidad de adaptación al cambio climático de las masas tratadas. Se parte de la base de que las acciones de mejora del estado de conservación de la biodiversidad redundan en una mejor capacidad de adaptación.

Esta aproximación puede ser de aplicación en los casos en los que:

- no exista un instrumento de ordenación forestal,
- la ordenación es antigua y no contemple la adaptación al cambio climático,
- no exista un proyecto de ejecución, o
- esté bajo un plan anual de aprovechamientos,

En estos casos, en los pliegos de prescripciones técnicas pueden incorporarse condicionados específicamente dirigidos a la adaptación al cambio climático. Estos condicionados pueden agruparse en un epígrafe específico de los pliegos de prescripciones técnicas, por ejemplo "Medidas para la conservación de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático".

En la Tabla 3 se propone un listado a modo de ejemplo, de posibles condicionados para su inclusión en un epígrafe específico de pliego de prescripciones técnicas.

Tabla 3. Ejemplos de posibles condicionados relativos a la adaptación al cambio climático, para su inclusión en pliegos de prescripciones técnicas.

Objetivo específico: Hacer más heterogénea la estructura de la masa forestal

- No se apeará ningún pie con diámetro mayor de [...] cm de diámetro normal, sea cual sea su estado sanitario.
- No se podrán cortar los ejemplares marcados previamente como “pies padres” (al menos [...] pies/ha)
- No se afectará al regenerado adelantado presente en la masa.
- En las cortas se mantendrán pies vigorosos y con buen estado sanitario de todas las clases diamétricas presentes en el rodal.
- En los aprovechamientos y tratamientos selvícolas en rebollares o encinares:
 - se preservarán de corta los pies de mayor tamaño, y los ejemplares añosos, vivos o muertos.
 - se deberán respetar las matas existentes, mediante el resalveo de los mejores ejemplares existentes en cada una, pudiéndose podar los restantes en pie.

Objetivo específico: Incrementar la diversidad de especies en el dosel

- No se podrán cortar ni dañar individuos de especies arbóreas distintas a las que sean objeto del aprovechamiento o trabajo selvícola.
- Se favorecerá la instalación y el desarrollo del rebollo y de las especies arbóreas eurosiberianas como hayas, abedules, acebos, tejos o serbales, así como de los arbustos que constituyen las orlas forestales naturales.
- Se evitará la afección y el apeo de frondosas autóctonas y de las especies acompañantes, que en ningún caso serán objeto de aprovechamiento. Se liberará de la competencia por la luz a dichos ejemplares si tienen más de [...] m de altura, eliminando en su entorno próximo un número adecuado de pies para favorecer su crecimiento y fructificación.
- No se cortarán árboles veteranos o pies legado de usos agropecuarios previos a la repoblación.
- Se liberarán de competencia los posibles pies de regeneración y latizal bajo.
- Se evitará la afección a ejemplares de especies arbustivas

4. GLOSARIO

- ✓ **Adaptación basada en el ecosistema:** Uso de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas como parte de una estrategia general de adaptación para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático. La adaptación basada en el ecosistema utiliza la gama de oportunidades que presenta la gestión sostenible, la conservación y la restauración de ecosistemas para ofrecer servicios que permitan que las personas se adapten a los impactos del cambio climático. Su objetivo es mantener y aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y las personas frente a los efectos adversos del cambio climático (IUCN, 2009).
- ✓ **Adaptación:** proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos la adaptación trata de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y sus efectos (MAGRAMA, 2014b).
- ✓ **Capacidad adaptativa,** es la capacidad del sistema para adaptarse al daño o responder a las consecuencias; en nuestro caso, se refiere a la capacidad de los bosques para responder a los peligros del cambio climático dentro de un marco de tiempo predefinido. En el contexto de la vulnerabilidad se usa el complementario, la *falta* de capacidad adaptativa.
- ✓ **Exposición** se define como la presencia del sistema (especies, ecosistemas, funciones, servicios ecosistémicos) en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente por un peligro en función de las peculiaridades locales o específicas del lugar donde se van a implementar las medidas. Es decir, consiste en identificar qué componentes del ecosistema pueden ser afectados por un peligro climático, y el grado en el que se encuentran expuestos a este peligro. Por ejemplo, los bosques alpinos no están expuestos a los incrementos del nivel del mar, pero sí a la disminución del número de nevadas.
- ✓ **Susceptibilidad** se define como la predisposición del sistema a ser afectado por un peligro y a sufrir daños como consecuencia de condiciones intrínsecas y del contexto; en nuestro caso, características propias del bosque que predisponen a verse afectados por un peligro climático.
- ✓ **Objeto de conservación:** especies, poblaciones, comunidades, hábitats, paisajes, ecosistemas, procesos, elementos o condiciones ambientales de los medios físico, biológico o social y cultural que sean motivo de actividades, proyectos o programas de conservación o preservación específicos, y que puedan demandar esfuerzos de personal, inversiones o aportes financieros con ese fin (EUROPARC-España, 2011).
- ✓ **Objeto de gestión:** tipo de hábitat forestal en una localización concreta (monte o rodal) sobre el que se plantean medidas de gestión (en este caso de adaptación).
- ✓ **Peligros climáticos** son los eventos naturales o inducidos por el hombre que pueden causar pérdidas o daños en el sistema (especies, ecosistemas, funciones, recursos ambientales...). En el caso del clima estaríamos hablando de:
 - Incremento de la temperatura (media, mínimas, máximas...)
 - Olas de frío y heladas

- Olas de calor
 - Sequías
 - Tormentas ciclónicas
 - Temporales de viento
 - Tornados
 - Pedrisco
- ✓ **Resiliencia:** Capacidad de un sistema social o ecológico de absorber una alteración sin perder ni su estructura básica o sus modos de funcionamiento, ni su capacidad de auto organización, ni su capacidad de adaptación al estrés y al cambio (IPCC, 2007). Capacidad de un sistema de lidiar con las perturbaciones sin colapsar, es decir, sin cambiar a un estado no deseado (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2011).
- ✓ **Riesgo:** se define como el resultado de la combinación de tres conceptos: un **peligro** concreto, la **vulnerabilidad** a dicho peligro concreto y el grado de **exposición** al mismo.
- ✓ **Servicios de los ecosistemas:** Contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas y la biodiversidad que éstos albergan al bienestar humano. Sinónimo de otros términos como servicios ambientales, servicios ecosistémicos o bienes y servicios (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2011).
- ✓ **Vulnerabilidad:** Propensión o predisposición a ser afectado negativamente por un peligro climático determinado. La vulnerabilidad comprende la susceptibilidad o sensibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta (MAGRAMA, 2014b).

5. BIBLIOGRAFÍA

- EUROPARC-España. 2011. Guía de aplicación del estándar de calidad en la gestión para la conservación en espacios protegidos. Ed. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los espacios naturales. Madrid. 78 pp.
- EUROPARC-España. 2018. Manual 13. Las áreas protegidas en el contexto del cambio global: incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión. Segunda edición, revisada y ampliada Ed. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los espacios naturales. Madrid. 168 pp.
- EUROPARC-España. 2021. Anuario 2020 de las áreas protegidas en España. Ed. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los espacios naturales. Madrid. 131 pp.
- GIZ, CMP. 2020. Climate-Smart Conservation Practice: Using the Conservation Standards to Address Climate Change. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Bonn, Germany.
- Herrero, A. & Zavala M.A. (eds). 2015. Los Bosques y la Biodiversidad frente al Cambio Climático: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- IHCantabria. 2021. Metodología de análisis del riesgo de los espacios marinos protegidos de la Red Natura 2000 frente al cambio climático. Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, 45 pp. <https://intemares.es/sites/default/files/metodologia-analisis-cambio-climatico-intemares.pdf>
- IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- IUCN. 2016. Adapting to Climate Change: Guidance for protected area managers and planners. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 24. Gross, John E., Woodley, Stephen, Welling, Leigh A., and Watson, James E.M. (eds.). Gland, Switzerland: xviii + 129 pp.
- Lhumeau, A. & Cordero, D. 2012. Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático. UICN, Quito, Ecuador. 17 pp.
- Lloret, F. 2012. Vulnerabilidad y resiliencia de ecosistemas forestales frente a episodios extremos de sequía. Ecosistemas 21(3):85-90. Doi.:10.7818/ECOS.2012.21-3.11
- O'Neill, E. 2007. Conservation audits: auditing the conservation process. Lessons Learned, 2003-2007. The Conservation Measures Partnership.
- Palomo, I., M. Múgica, C. Piñeiro, B. Martín-López, J. Auri, C. Montes. 2017. Envisioning protected areas through participatory scenario planning: Navigating coverage and effectiveness challenges ahead. PARKS. 23. (1) 29-44. DOI (10.2305/IUCN.CH.2017.PARKS-23-1IP.en).
- Palomo, I.; B. Martín-López; C. López-Santiago, C. Montes. 2012. El sistema socio-ecológico de Doñana ante el cambio global: planificación de escenarios de eco-futuro. Ed. Fundación Fernando González-Bernáldez. Madrid.
- UICN. 2020. Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza. Un marco sencillo para la verificación, el diseño y la extensión de SbN. Primera edición. Gland, Suiza: UICN.GIZ-GMP, 2020.

ANEJO 1. VALORACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO FRENTE A LA SEQUÍA

		MAYOR RIESGO				MENOR RIESGO			
exposición		1	2	3	4				
		Zonas de cabecera hidrográfica o laderas				Localizado en fondo de valle o zona aluvial			
		Suelo poco desarrollado				Suelo profundo, bien desarrollado			
susceptibilidad		La especie dominante se encuentra en su límite de distribución				La especie dominante no está en su límite de distribución			
		El dosel está formado por una sola especie dominante				El dosel lo componen dos o más especies			
		Todos los pies del dosel son de diámetro parecido o de la misma clase de edad (bosque regular)				Hay pies de diámetros y edades variadas (bosque irregular)			
		Alta densidad de árboles				Baja densidad de árboles			
		No hay árboles con troncos muy gruesos				Una parte de los arboles son muy gruesos			
capacidad de recuperación		Las especies dominantes son poco resistentes a la sequía				Las especies dominantes son muy resistentes a la sequía			
		No hay regeneración de semilla				Se aprecia regeneración de semilla, reciente y avanzada			
		Las especies dominantes del rodal no tienen capacidad de rebrote				Hay especies en el rodal con capacidad de rebrote			