

RETOS DE LA GESTIÓN FORESTAL Y AMBIENTAL EN LAS ISLAS CANARIAS EN EL SIGLO XXI

Juan Carlos Santamarta Cerezal
Jorge Naranjo Borges



Colegio Oficial de
Ingenieros de Montes

RETOS DE LA GESTIÓN FORESTAL Y AMBIENTAL EN LAS ISLAS CANARIAS EN EL SIGLO XXI

Coordinación científica y edición:

Juan Carlos Santamarta Cerezal
Jorge Naranjo Borges

Libro Homenaje

Ingeniero de Montes Don Isidoro Sánchez García



**Colegio Oficial de
Ingenieros de Montes**

Retos de la Gestión Forestal y Ambiental en las Islas Canarias en el Siglo XXI

© Los autores

Coordinación científica y edición:

Dr. Juan Carlos Santamarta Cerezal

Dr. Jorge Naranjo Borges

Edita:



**Colegio Oficial de
Ingenieros de Montes**

Colegio Oficial de Ingenieros de Montes

Calle Cristóbal Bordiú, 19

28003, Madrid

915 3406005

Colabora:



FORESTALES



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales
y Graduados en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

1ª Edición: noviembre 2020

ISBN: 978-84-09-24958-9

Depósito legal: TF 693-2020

Cómo citar este libro:

Santamarta, J.C., Naranjo Borges, J. (2020). *Retos de la Gestión Forestal y Ambiental en las Islas Canarias en el Siglo XXI*. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Montes.

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotografías, grabación o por cualquier sistema de almacenar información sin el permiso escrito del autor y editores.

Índice

Prólogo	11
Semblanza forestal del Ingeniero de Montes Isidoro Sánchez García	13
Introducción. Retos de la Gestión Forestal y Ambiental en las Islas Canaria en el siglo XXI	17
Capítulo 1. Evolución histórica de los montes de las Islas Canarias y retos de futuro	19
1.1. Antecedentes	19
1.2. Introducción	21
1.3. Historia forestal de Canarias	21
1.4. Conclusiones	28
Capítulo 2. El Sector Forestal, condición necesaria para una buena gestión de los montes en Canarias	31
2.1. Introducción	31
2.2. Saber es hacer	33
2.3. Seguimiento y Registro de actuaciones	34
2.4. Terrenos forestales de titularidad privada	37
2.5. Ciencia Forestal	38
2.6. Economía y Sector Forestal	40
2.7. Instrumentos técnicos y protagonistas del sector	42
2.8. Epílogo	42
Referencias bibliográficas	43
Capítulo 3. Gestión forestal sostenible en un contexto de crisis climática y transición ecológica	45
3.1. El paisaje es una construcción social, y entonces, cultural	45
3.2. El fuego y el viento, los grandes gestores forestales del comienzo de siglo en Canarias	46

3.3. El siglo XX y los comienzos del XXI, la entrada en la complejidad	48
3.4. Retos para la gestión forestal sostenible en este contexto	51
Referencias bibliográficas	53
Capítulo 4. Repoblación en Canarias: visión histórica, experiencias y perspectivas de futuro	55
4.1. Una mirada al pasado	55
4.2. Toma de conciencia y primeros intentos de repoblación	56
4.3. La postguerra y la repoblación social	58
4.4. Hacia una administración más ambiental y cada vez más insular	60
4.5. Experiencias y tendencias técnicas	65
4.6. Los retos de la repoblación para el presente siglo	69
Referencias bibliográficas	72
Capítulo 5. Gestión de los montes canarios ante el nuevo escenario de incendios forestales	75
5.1. El fenómeno	75
5.2. Evolución, generaciones, y otros palabros	75
5.3. Prevención vs Gestión	77
5.4. Homo gestor	79
5.5. El sendero de la resiliencia	82
5.6. Andar el camino	83
Referencias bibliográficas	83
Capítulo 6. La prevención de Grandes Incendios Forestales en Gran Canaria. La gestión del paisaje ante la era del cambio global	85
6.1. La sociedad grancanaria ante un nuevo desafío	85
6.2. Nuevas herramientas para la prevención de incendios forestales	87
Referencias bibliográficas	106
Capítulo 7. La Red Natura 2000 una realidad a través de la infraestructura verde	109
7.1. Consideraciones	109
7.2. Natura 2000. Elemento central de la política ambiental y de biodiversidad de la UE	109
7.3. ¿Natura 2000 hoy es Red?	110
7.4. ¿Qué es la infraestructura verde?	110
7.5. ¿Qué son los servicios ecosistémicos?	111
7.6. Puzzle verde urbano y periurbano	111
7.7. El reto: plan, programa y proyecto	114
7.8. Ejemplos de planes de infraestructuras verdes	116
7.9. Anexo. Descripción de los principales beneficios de la infraestructura verde	116
Referencias bibliográficas	118

Capítulo 8. Presente y futuro de las infraestructuras verdes	119
8.1. Introducción	119
8.2. Presente	121
8.3. Infraestructuras verdes e incendios forestales.	126
8.4. Futuro	127
8.5. Conclusiones	128
Referencias Bibliográficas	129
Capítulo 9. Extensión Forestal: un nuevo rumbo	131
9.1. Consideraciones iniciales	131
9.2. Antecedentes y experiencias a nivel global	132
9.3. Aplicación de la Extensión Forestal	136
9.4. Apertura hacia un nuevo rumbo	141
Referencias bibliográficas	141
Capítulo 10. Retos de los sistemas agroforestales en las Islas Canarias	143
10.1. Introducción a los sistemas agroforestales de Canarias	143
10.2. La Dehesa Comunal de la isla de El Hierro	145
10.3. Cultivos del Almendro (<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A. Webb)	147
10.3. Cultivos del Castaño (<i>Castanea sativa</i>)	153
10.4. Sistemas singulares de recolección de aguas y conservación de suelos en sistemas agroforestales	156
10.5. Perspectivas de futuro y conclusiones	161
Referencias bibliográficas	162
Capítulo 11. Retos de la teledetección y el uso de drones en la gestión forestal de las Islas Canarias	165
11.1. Introducción	165
11.2. Agua limpia y saneamiento	166
11.3. Vida de ecosistemas terrestres	169
11.4. Otros posibles usos de los drones	176
11.5. Retos a medio y largo plazo	177
Referencias bibliográficas	178
Capítulo 12. Retos en la gestión del arbolado y áreas verdes a borde de carretera	183
12.1. Las carreteras en el paisaje	183
12.2. La creación de áreas verdes a borde de carretera	183
12.3. La planificación como la base del éxito	185
12.4. Dar valor al arbolado de carretera	188
12.5. Definir los futuros paisajes	189
12.6. La seguridad vial	191
12.7. Los problemas futuros y las oportunidades	192
Referencias bibliográficas	194

Capítulo 13. Bienestar social y valor económico de un activo ambiental	195
13.1. Introducción	195
13.2. Métodos de valoración de un activo ambiental	198
13.3. Servicios ecosistémicos y valoración económica de los servicios multifuncionales de los bosques	204
13.4. Ejemplo de valoración económica: Parque Natural de Tamabada	209
13.5. Reflexiones finales	214
13.6. Referencias	215
Anexo: Cuestionario	217
Capítulo 14. La importancia de los eventos deportivos en nuestro medio natural	223
14.1. El fenómeno	223
14.2. El valor	225
14.3. Gestión adaptada	228
14.4. Conclusión	228
Referencias bibliográficas	229
Capítulo 15. Evolución y retos de la precipitación horizontal en los montes canarios	231
15.1. La captación de agua de niebla o «precipitación horizontal»	231
15.2. Tipos de nieblas. El mar de nubes en Canarias	236
15.3. Factores influyentes en la captación de agua de las nieblas	240
15.4. Importancia ecológica e hidrológica del agua de niebla en canarias	254
15.1. Características y calidad del agua de niebla	255
15.6. Ventajas y desventajas de la captación de agua de la niebla	256
15.7. Aplicaciones de la captación de agua de la niebla en Canarias y conclusiones	257
Referencias bibliográficas	258
Capítulo 16. La importancia de la Precipitación horizontal en el contexto del Cambio Climático	261
16.1. Introducción	261
16.2. De la observación a la medición	261
16.3. La necesidad de comunicar - el ejemplo del «pluviómetro tramposo»	263
16.4. La precipitación horizontal, ¿fenómeno local y aislado?	266
16.5. Precipitación horizontal y Cambio Climático	267
Referencias bibliográficas	268
Capítulo 17. Los montes de las Islas Canarias y las aguas subterráneas, importancia y retos de futuro	269
17.1. Introducción	269
17.2. La hidrología de las islas volcánicas	269

17.3. Una precipitación singular, la lluvia horizontal	271
17.4. Bosques que dependen de las aguas subterráneas en las Islas Canarias	272
17.5. Las saucedas de Canarias y la Directiva Marco del Agua	274
17.6. Conclusiones y retos de futuro	275
Referencias bibliográficas	275
Capítulo 18. Retos en la eficiencia del regadío en Canarias	277
18.1. Introducción	277
18.2. Eficiencia de regadíos	278
18.3. Consumos hídricos agrícolas: estudios realizados en Canarias ...	280
18.4. Estudio sobre consumos hídricos agrícolas, evaluación de siste- mas de riego y estimación de la eficiencia de los regadíos de la isla de Tenerife.	284
18.5. Encuesta de regadíos de Gran Canaria	294
18.6. Reflexiones finales	298
Referencias bibliográficas	301
Capítulo 19. Certificados de profesionalidad. Futuro con trabajo ejecutado de calidad	303
19.1. Solución a dos problemas	303
19.2. Certificados de profesionalidad	306
19.3. Anexo. Requisitos de los participantes y criterios de selección	313
Referencias bibliográficas	315
Fichas de autores	317

Prólogo

EDUARDO ROJAS BRIALES

*Decano-Presidente del Colegio y Asociación de Ingenieros de Montes
Doctor Ingeniero de Montes*

El Archipiélago canario constituye un enclave único en el Atlántico Norte por la riqueza y singularidad de su flora y evolución diferenciada pero también por su origen y geología volcánica. La diversidad de altitud y climas a lo largo de sus 8 islas y su proximidad con el continente ha permitido servir de refugio de una buena parte de la vegetación terciaria que las glaciaciones y la barrera del Sáhara hubieran extinguido.

La excepcional riqueza natural para un territorio poco extenso se ve reforzada por un rico patrimonio cultural tanto anterior a la colonización castellana como con posterioridad dada su posición estratégica en la ruta hacia América. La pérdida de una parte importante de los bosques canarios además de la agricultura se debió a la importantísima construcción civil y naval de los siglos inmediatos a la colonización cuyo legado cultural valga la paradoja son las excepcionales construcciones en madera enteeda.

Su excepcional clima unido al atractivo de unos variados paisajes y la proximidad al mar han convertido a las Islas Canarias en un destino de turístico de primer orden que ofrece múltiples oportunidades pero también algunos retos desde la ocupación del territorio hasta el riesgo por pandemias como el COVID19.

Quisiera felicitar a la Junta del Colegio de Ingenieros de Montes en Canarias por tomar la iniciativa de compilar esta publicación escogiendo los temas y autores más indicados para ofrecer una visión actual y completa de la realidad actual en este ámbito en Canarias.

Si lo forestal es cada día más transversal este hecho se refuerza en un territorio como el Canario donde las interdependencias entre los diferentes sectores, políticas y actividades son especialmente intensas. En este sentido y dada la concentración de conocimiento y la pertenencia a la Unión Europea, Canarias está predestinada a convertirse en laboratorio de transición hacia una nueva política pivotada sobre la transversalidad e integración. Precisamente el mensaje clave de la Cumbre de Rio+20 en 2012 fue constatar un avance de la Humanidad sin precedentes en los retos sectoriales mientras paradójicamente nos quedamos atascados en los transversales de naturaleza intersectorial.

Comenzar con la semblanza de Isidoro Sánchez, Ingeniero de Montes prolífico tanto en la profesión como en política canaria y repetidamente legislador tanto en el Parlamento de Canarias, como en las Cortes Generales o el Parlamento Europeo comprometido en la defensa en las instituciones comunitarias de la singularidad canaria constituye un gran acierto.

El pasado histórico constituye el fundamento del presente y más en un ámbito como el forestal de una considerable dimensión temporal y espacial. Los avances en la investigación prehistórica e histórica de los últimos decenios permiten conocer con mucha más precisión la evolución de la cubierta forestal, los usos del territorio y los avatares sufridos a lo largo de los siglos.

En 19 capítulos temáticos se cubren la práctica totalidad de dimensiones de los espacios forestales en Canarias desde la gestión, sector, repoblaciones o incendios forestales además del cambio climático, biodiversidad, infraestructuras verdes y alineaciones de arbolado, sistemas agroforestales, teledetección, valoración de los activos ambientales, actividad deportiva en el medio natural, precipitación horizontal, aguas subterráneas y el uso de los recursos hídricos endógenos así como la certificación profesional.

Solo me resta agradecer a todos los autores su generosa y comprometida contribución, especialmente a Juan Carlos Santamarta y a Jorge Naranjo Borges por el liderazgo de este proyecto, a las entidades que lo han apoyado y, finalmente, aspirar que suponga una contribución significativa para la mejora de la calidad de vida de la población canaria y ejemplo inspirador para otros territorios.

Semblanza forestal del Ingeniero de Montes Isidoro Sánchez García

JUAN CARLOS SANTAMARTA CEREZAL
Doctor Ingeniero de Montes

La trayectoria vital y profesional de Isidoro Sánchez García se entiende a partir de una serie de datos relevantes de su biografía: nacido en el corazón del Valle de La Orotava en el año 1942, estudió en el colegio San Isidro (regentado por los salesianos) en su ciudad natal, y desde entonces empezó a mostrar su vocación de servicio colectivo; como le gusta contar a sus nietos, en el colegio era el encargado de tocar la campana indicando que era la hora de entrar a clase. En el año académico 1958-1959 estudió el curso selectivo en la Universidad de La Laguna y en 1959 se trasladó a Madrid para iniciar sus estudios forestales en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes de Madrid, finalizando la carrera en junio de 1965. Un recuerdo recurrente de ese período es el de que el primer año de carrera no pudo venir a Canarias a pasar las Navidades, y desde entonces ahorró hasta la última perra para no volver a quedarse solo en la capital durante las fiestas natalicias. Durante la carrera realizó prácticas en distintos puntos de la geografía nacional, desde los montes de Camas Verdes en Arico, a la finca de Lou-rizán en Pontevedra. Antes de la puesta en marcha del programa Erasmus —todavía faltaba mucho para su implantación— pasó un verano becado por la IAESTE en la empresa forestal Mödo, en Suecia, temporada en la que, además de aprender de bosques, era el encargado de cocinar para él y para un compañero turco que, a cambio, se encargaba de fregar los platos. Su condición de isleño explica que realizara su Proyecto de fin de carrera sobre el estudio bioturístico de los Parques Nacionales canarios existentes en aquella época: el Teide y la Caldera de Taburiente.

Una vez finalizada la carrera, trabajó algunos meses en el sector privado, en concreto, para la empresa Explotaciones Forestales de Canarias SA, pero desde noviembre de 1966 da el salto a las administraciones públicas y, de mano del Patrimonio Forestal del Estado, comienza a desarrollar su actividad profesional en las islas de Tenerife, La Gomera y El Hierro. Supera las oposiciones del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA) en 1972 y es destinado a las islas de La Gomera y El Hierro, lugares en los que teje relaciones que fueron más allá de lo meramente profesional con dos insignes guardas: León Sosa, en la isla colombina, y Zósimo Hernández, en la isla del meridiano. Fue director del

Parque Nacional del Teide entre 1974 y 1980, y en 1982 fue nombrado director del entonces recién creado Parque Nacional de Garajonay, cargo que ocupó hasta 1987, año en el que cesa en su actividad forestal para dedicarse de lleno al mundo de la política (ámbito en el que ocupó casi todos los escalones: fue concejal, consejero del Cabildo, diputado autonómico, senador, diputado europeo). Durante su período como ingeniero de montes del ICONA fue intensa su participación en reuniones y congresos de carácter internacional, siendo pionero en el «turismo científico»: por mencionar algunas de las reuniones más importantes a las que asistió, podemos citar su presencia en el Congreso Forestal Mundial de Buenos Aires (1972) y en el de Bali (1978), así como en el Congreso Internacional de Flora macaronésica celebrado en Las Palmas de Gran Canaria (1973). Participa también en el seminario de Parques Nacionales de Michigan en 1976 y en 1981 visita Hawaïi, en el marco del Plan de Parques Nacionales gemelos España-EEUU. En 1982 regresa a Bali, esta vez para participar en el Congreso Mundial de Parques Nacionales; ese mismo año viaja a Venezuela en un convenio de colaboración sobre Parques Nacionales. Haciendo gala de sus dotes de *embajador forestal*, en el año 1982 acompaña al Premio Nobel de Medicina de 1980, profesor Dausset, por los Parques Nacionales de Garajonay y del Teide.

Con posterioridad a esta fecunda etapa profesional, y a lo largo de los numerosos años que Isidoro Sánchez dedicó a servir el interés general no ya como técnico sino como político, quedó patente su alma forestal y su amor a la naturaleza, como ponen de manifiesto algunas de las muchas actividades que desarrolla en ese entonces. Por destacar solo algunas, puede señalarse que en 1999 organiza en Tenerife el bicentenario del paso por las Islas Canarias de Alexander von Humboldt —naturalista de renombre mundial al que Isidoro ha dedicado incontables horas de estudio—; entre 1999 y 2003 preside el Intergrupo de Recursos Naturales en el Parlamento Europeo, lo que le lleva a viajar con frecuencia a Cuba y a impartir algunas charlas sobre los Bosques en Europa en la Universidad de La Habana. En 2003 es nombrado miembro de la Comisión Mixta de Gestión de los Parques Nacionales en Canarias y apoya la propuesta de declaración del P.N. del Teide como Patrimonio Mundial ante la Unesco, al igual que el Silbo Gomero como Patrimonio Inmaterial. En 2008 interviene como ponente en el Congreso Mundial del Agua, celebrado en Zaragoza, con la presentación del libro y el documental sobre El Garoé. En 2008 y 2009 colabora con la Fundación Lla Caixa» en la dirección de la exposición *El Monte Canario*, a lo largo de todas las Islas Canarias. A partir de 2015 se desplaza en varias ocasiones a América del Sur para seguir las huellas de Humboldt por Perú y Ecuador, países en los que presenta su libro *Humboldt, de Berlín a Berlín, por El Teide y El Chimborazo*, en el marco del proyecto Humboldt 250.

Esta semblanza no quedaría completa si no se aludiera a los diversos reconocimientos que ha recibido a lo largo de su vida, tanto en el ámbito de la política como en el del turismo, y tanto en España (en particular, en numerosos municipios canarios) como en distintos países, especialmente en los iberoamericanos como Venezuela, Cuba y Ecuador, pero también en el Estado de Washington (EE. UU). Debe destacarse aquí dos premios en el ámbito forestal: la Encomienda de la Orden al Mérito Agrícola, que le fue otorgada en 1978 y el Premio de Prensa

Forestal San Francisco de Asís, por el trabajo «Bosques y aguas en la isla de El Hierro (El Garoé)», en 1982. Sobresale, también, su condición de autor de una veintena de libros, unas veces como autor único y otras como coautor. Entre los primeros destacan *Periplo Gomero, Garoé, Venezuela y Canarias a través de Rómulo Betancourt, El Conde del Valle de Salazar, Cuba desde mi ventana y Humboldt, de Berlín a Berlín por el Teide y Chimborazo*. Entre los segundos, los referentes al Teide, Puerto de la Cruz, La Orotava, El Hierro, La Gomera y los cuatro Parques Nacionales de Canarias. Esta faceta literaria, a través de la que ha llevado a cabo una notable labor de divulgación de personajes y lugares vinculados a la naturaleza canaria, se complementa con la autoría de varios centenares de artículos en distintos medios de comunicación, tanto escritos como digitales, y se completa con su participación en varios documentales. En algunos casos lo ha hecho como productor —lo que demuestra, también, su condición de filántropo—: en Cuba, en sendos reportajes sobre Dulce María Loynaz y el orquidiario de Soroa, mientras que en Canarias ha producido los documentales sobre el Garoé y el agua en La Orotava. En otros casos, ha intervenido como entrevistado: por ejemplo, en Los montes de Tenerife y La Corona Forestal, La gracia de volver, Una semana fuera del mundo y Sahara.

Para mí es un honor hacer esta semblanza a un compañero de profesión y lo que es más importante, un gran amigo, que ha hecho que el nombre y el buen hacer de los ingenieros de montes haya trascendido en las Islas Canarias.



El Ingeniero Isidoro Sánchez García. Foto de Alejandro Tosco

Introducción

Retos de la Gestión Forestal y Ambiental en las Islas Canarias en el siglo XXI

JUAN CARLOS SANTAMARTA CEREZAL
Doctor Ingeniero de Montes

JORGE NARANJO BORGES
Doctor Ingeniero de Montes

Queremos agradecer la participación de los autores en esta obra, la mayoría son compañeras y compañeros de la profesión y, algunos repiten la experiencia de los libros de los años 2013 y 2015. Sin ellas y ellos, su experiencia profesional y conocimiento hubiera sido imposible acabar el presente libro. Gracias también al Colegio Profesional de Ingenieros de Montes por la edición de esta obra.

En el libro «Ingeniería Forestal y Ambiental en Medios Insulares» editado en 2013, los mismos coordinadores redactábamos el primer capítulo sobre los retos de futuro de los recursos naturales y los bosques en Canarias. En la edición de dicha obra, realizada en conmemoración del Año Internacional de los Bosques de 2011, ya veíamos a los montes canarios como generador de recursos económicos y de energía, como regulador de recursos hídricos, pero también con amenazas y retos de futuro. Una década más tarde, hemos querido centrarnos en los retos a los que nos enfrentamos en el presente y futuro inmediato.

Ante los problemas de desertificación que sufren nuestras islas no pueden faltar las mejoras en la gestión de las repoblaciones. En el contexto de cambio climático, la repoblación cobra una gran importancia. Ante la necesidad de asegurar el recurso suelo, los esfuerzos deben centrarse en las áreas con mayor pérdida potencial de suelo. Por encima de los 700-900 msnm deberían dominar los espacios arbolados, siendo flexibles en la elección de especies y en densidades. Resulta imprescindible arbolar todas aquellas zonas donde es de esperar que el paso de las nubes deje precipitación horizontal.

Junto a las nuevas repoblaciones forestales, se cree oportuno potenciar la existencia de sistemas agroforestales. Se considera necesario mantener los sistemas agroforestales actuales, debido a los beneficios que aportan a la prevención de incendios forestales y a la lucha contra la desertificación. No obstante, se ha de reconocer, que las posibilidades que tiene Canarias son limitadas por la poca extensión del territorio y lo abrupto del mismo.

El acercamiento entre el mundo rural y la Administración pública a través de un necesario servicio de extensión forestal continúa siendo una asignatura pendiente. Resulta evidente que hay que luchar contra el despoblamiento rural y

compensar el modelo urbano dependiente del sector servicios. Por ello, se debería aprovechar la extensión forestal como una herramienta eficaz para dirigir la gestión hacia un nuevo modelo, donde hay que resaltar la aportación de los profesionales forestales en la toma de decisiones.

Los profesionales forestales también podrán participar en los múltiples servicios de las infraestructuras verdes. Con las infraestructuras verdes se fomenta la mejor calidad de vida, se crean ciudades más verdes, con nuevas oportunidades de ocio y turismo, ahorro energético y de transporte, así como aumento del valor de la propiedad. Los beneficios medio-ambientales van desde la mejora de la eficiencia de los recursos naturales, mitigación del cambio climático, prevención de catástrofes o mejora de la gestión del agua y el suelo. Las especificidades son tan grandes que en el futuro hay que concebir Planes de Gestión del Arbolado Viario para las infraestructuras viarias y Planes de Gestión de Arbolado Urbano para los parques y jardines de las ciudades.

Los Grandes Incendios Forestales (GIF) han dejado de ser algo excepcional. Los GIF comenzaron a fraguarse a mediados del siglo pasado, con el abandono del medio rural. El exceso de vegetación que antes era aprovechada por agricultores, pastores, carboneros o pinocheros ahora se acumula en nuestros montes. Las causas que propician estos grandes incendios son tan complejas, que sólo con la implicación y corresponsabilidad de toda la sociedad se podrá frenar este problema.

Se requiere en el futuro de un sector público dinámico, con capacidad de innovación e inversión. Los servicios ambientales que genera la naturaleza son necesarios para el desarrollo de la sociedad. Así pues, el diseño de las políticas forestales debe enfocarse a favorecer el modelo socioeconómico que pueda dinamizar nuestro territorio.

Constituye aún un reto en el ámbito de la toma de decisiones de inversión en proyectos públicos de conservación las prioridades, de forma que se asigne una mayor prioridad al beneficio de la conservación de los recursos naturales frente al beneficio económico inmediato y cortoplacista. A pesar de la complejidad de la valoración económica de los servicios multifuncionales de nuestros montes, se considera una herramienta útil para evaluar el beneficio social de las distintas alternativas de un proyecto de inversión pública.

Capítulo 1

Evolución histórica de los montes de las Islas Canarias y retos de futuro

ISIDORO SÁNCHEZ GARCÍA
Ingeniero de Montes

1.1. Antecedentes

Para afrontar los retos del futuro hay que conocer el pasado. Canarias es una región volcánica muy singular del océano Atlántico, situada al N.O. del continente africano y es uno de los archipiélagos de la Macaronesia. A escasos cientos de kilómetros de las costas africanas y enmarcada en un rectángulo geográfico, entre los 27 y los 29 grados de latitud norte y entre los 13 y los 18 grados longitud oeste. Conformada por ocho islas y algunos islotes, con una superficie de unos 7500 km², con una población de casi dos millones de habitantes y con una vocación eminentemente turística con más de doce millones de visitantes anuales, además de una agricultura subtropical. Desde el punto de vista político forma parte de España como Comunidad Autónoma singular y es una de las Regiones Ultraperiféricas de la Unión Europea.

Los montes que hoy podemos observar en las Islas Canarias son el resultado de un cúmulo de historias que los ecosistemas forestales del archipiélago han vivido y sufrido a lo largo de su existencia. Desde las glaciaciones del Terciario hasta la actualidad, siglo XXI, que en mi opinión está caracterizada por un nuevo orden internacional donde destacan el terrorismo, las migraciones humanas y el cambio climático. Desde Lanzarote, la primera isla que se incorporó al reino de Castilla en los primeros años del siglo XV, hasta Tenerife que conoció a finales del mismo siglo, en 1496, la batalla de Acentejo y el pacto de Los Realejos en el menecyato de Taoro, al pie del volcán Teide, con el adelantado Fernández de Lugo y los guanches como protagonistas. Cuatro años después de la estancia de Cristóbal Colón en la isla de La Gomera, 1492, cuando decidió marcharse a las Américas para encontrar un Nuevo Mundo. Como lo hicieran más tarde miles de canarios, españoles y europeos, y de manera particular el joven naturalista alemán, Alejandro de Humboldt, junto con el médico y botánico francés Bonpland, en 1799.

Es de dominio público y generalizado que el deterioro, la degradación y la destrucción del medio natural en las islas del archipiélago de Canarias se iniciaron después de la conquista castellana y al principio de la explotación económi-

ca. Los documentos así lo atestiguan, ya que en los primeros años del siglo XVI Canarias vive el desarrollo producido por el nuevo orden demográfico derivado de la conquista. De hecho es bien conocido que la roturación de los montes para el desarrollo agrícola de los nuevos colonizadores, así como el aprovechamiento de los bosques de laurisilva y del pinar canario para uso doméstico e industrial, supuso un grave y significativo desequilibrio respecto al que existía entre población y naturaleza. Comenzaba una nueva página en la historia de las islas. El mismo Fernández de Lugo puso en duda la supervivencia de los montes canarios de seguirse con la actitud adoptada tras el reparto de las tierras y las aguas. En el valle de Taoro fue tremenda la deforestación entre la Villa de la Orotava y Aguamansa. De hecho se conoció al principio de la ruta de los molinos de agua en El Sauce orotavense, a cota de 500 metros s.n.m., una sierra hidráulica.

No obstante esta visión general podemos afirmar que el panorama de los montes canarios ha sido muy diferente en cada una de las islas, ya que la nueva acción humana derivada de la conquista a la hora de aprovechar los recursos naturales como el bosque, el suelo y el agua, fue diverso, en función de las características orográficas de cada isla, de su tamaño y de su altura.

De esta situación se hicieron eco algunos escritores, foráneos como el ingeniero italiano Leonardo Torriani, en el caso de las islas de La Gomera y Gran Canaria, en el siglo XVI, y canarios como Antonio de Viana, quien se encargó de darla a conocer socialmente en el poema de las Antigüedades de las Islas al inicio del siglo XVII. Más tarde, el historiador y naturalista canario, José Viera y Clavijo, en el prólogo de su libro *DICCIONARIO DE LA HISTORIA NATURAL DE LAS ISLAS CANARIAS*, escribió a finales del siglo XVIII, que la historia natural de un país, no es otra cosa que la descripción de sus sustancias y producciones en sus tres reinos: animal, vegetal y mineral; por consiguiente es el conocimiento exacto de lo que puede hacer el capital de sus particulares excelencias, riquezas y recursos. Pero se preguntaba:

¿Cuántos nacen, viven y mueren en un territorio como el nuestro, sin conocer lo que ve, sin saber lo que pisan, sin detenerse en lo que encuentran? Es pues la historia natural del propio país —continuaba el arcediano canario— uno de los estudios más importantes, más ameno y más digno de los racionales que lo habitan; pero no basta que ese estudio sea vulgar e imperfecto; es necesario que también sea científico, acompañado de aquellas nociones que se hacen indispensables para poder discernir a fondo las cosas. Y si soy canario —continuaba preguntándose Viera y Clavijo— ¿por qué no he de dar bastante razón de lo que hay en estas islas y de lo que no hay?

Por ello me alegro y agradezco los diecinueve capítulos que han redactado los compañeros y las compañeras del mundo de la ingeniería de montes a la hora de afrontar los retos de la gestión forestal y ambiental de los montes en las Islas Canarias en el siglo XXI, y de la invitación del compañero Decano del Colegio de Ingeniero de Montes en Canarias, Juan Carlos Santamarta a participar en la redacción del primer capítulo, que lleva por título: Evolución histórica de los montes de las Islas Canarias y retos de futuro.

He de confesar que haber trabajado algunos años en la gestión de montes en Tenerife, La Gomera y El Hierro me ha permitido adquirir un conocimiento de los ecosistemas agroforestales de dichas islas, así como de la importancia de su biodiversidad y geología. Sobre todo en los colindantes con los Parques Nacionales del Teide y Garajonay, sin olvidar los herreños.

1.2. Introducción

Combinar de manera armónica el desarrollo social, técnico y económico con la conservación y utilización racional de los recursos naturales constituye para la humanidad un reto importante. De hecho los cambios drásticos producidos en los ámbitos sociales y económicos por el cambio climático y por el crecimiento demográfico han supuesto que la comunidad internacional haya adoptado medidas orientadas a prevenir, atenuar y controlar su impacto ecológico, al objeto de minimizar los desequilibrios y desajustes que pudiera producir.

Por estas razones no debe extrañar que las comunidades asentadas en los archipiélagos volcánicos de la Macaronesia se hayan visto obligadas a adoptar una estrategia medioambiental para intentar manejar sus recursos naturales y desarrollarlos de manera sostenible, sobre todo los bosques, dada las singulares características de biodiversidad y endemismos que les adornan y caracterizan, en unas superficies tan reducidas como las suyas aunque en algunos casos con altitudes significativas como sucede en Canarias con el volcán Teide, en la isla de Tenerife.

De ahí la conveniencia de reflexionar e intercambiar información sobre la historia medioambiental y la geografía forestal de las islas macaronésicas, donde se asientan recursos naturales y ambientales, donde tienen lugar las actividades humanas y se plantean los problemas que afectan a los recursos. Así se podrá conocer con mayor profundidad la realidad ambiental de los archipiélagos macaronésicos y formular e instrumentar las prácticas sostenibles adecuadas al momento en que vivimos, particularmente en el sector forestal.

1.3. Historia forestal de Canarias

Estudiosos del mundo forestal, como los ingenieros de montes Luis Ceballos, Francisco Ortuño, y Guillermo Muñoz Goyanes escribieron que España era un país de historia antigua y complicada, y si a ello se le unía la fragilidad de muchos de sus ecosistemas podría comprenderse mejor la trascendencia de la actuación humana en su medio natural.

En el caso de Canarias nuestra visión es la de un archipiélago que es como es, fruto de la suma de los condicionantes ecológicos naturales y de la intervención humana. Es decir un escenario modelado por nosotros mismos, reflejo de nuestra manera de ser y actuar en relación con la naturaleza. En definitiva consecuencia de un cúmulo de historias sociales, económicas y culturales.

Si se hace un análisis de la historia de Canarias desde que finalizó la conquista por parte de la corona de Castilla, encontramos que en el marco de las relaciones entre la naturaleza y el desarrollo se observa una situación de simbiosis al principio, pasando luego a otra de coexistencia llegándose a mitad del siglo XVI a situaciones delicadas y a veces peligrosas, de conflicto. Particularmente después de iniciado el boom turístico a finales del siglo XIX, si bien la codicia de los conquistadores fue de tal envergadura que los pronósticos no eran favorables para algunas islas en lo que se refiere al suelo, el bosque y el agua. En este sentido destacaremos las Ordenanzas del Consejo de Gran Canaria, de 1533, que comprendían la más amplia regulación histórica de las montañas y su custodia, en las que se contemplaban prohibiciones de corta y tala, así como la entrada de ganado, llamando la atención la prohibición a los poseedores de los ingenios de caña de azúcar del municipio de Gáldar, de entrar a cortar leña en la montaña Doramas por un periodo de quince años.

Luego, en la primera mitad del siglo XVIII, el insigne historiador canario, don José Viera y Clavijo, en su Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias hablaba de no cortar árboles y, en su caso, plantar diez por cada uno de los talados. El ilustre e ilustrado naturalista e historiador escribió también el Librito sobre la Doctrina Rural, para que se aficionasen los jóvenes al estudio de la agricultura, una actividad propia del hombre. Entre sus capítulos destaca el número XVIII que hace referencia a la utilidad de los árboles y los montes, así como a los beneficios que podría reportar a la comunidad de Canarias. Manifestó textualmente algunas de las ventajas que suponen las arboledas y dejó escrito:

«Yo creo que nadie puede desentenderse de que sin los árboles se descarnan y esterilizan los terrenos pendientes; que los despojos de sus raíces y sus hojas forman los suelos feraces de tierra hortense; que ellos absorben los principios nutritivos de la tierra y el aire; que atraen las lluvias y rocíos; que conservan los manantiales y las fuentes vivas; que contribuyen infinito a la salubridad de la atmósfera transpirando un aire vital y consumiendo el mefítico; que con sus evaporación y su sombra se refresca el ambiente, los vientos de aplacan, los predios se abrigan, y qué sé yo ...»

Viajeros naturalistas

En las primeras décadas del siglo XVIII conocemos desde la óptica botánica la presencia de un abate francés, Louis Feuillée, que vino a Canarias para informar a la Sociedad de Historia Natural de Francia el asunto del meridiano Cero de Orchilla en la isla de el Hierro. Descubrió en Tenerife, la violeta del Teide, la *Viola decumbens*, que años más tarde redescubrieron Humboldt y Bonpland cuando su gira a las regiones equinocciales del Nuevo Continente, y lo comunicaron a la comunidad científica internacional. Ya estaba en construcción el Jardín de Aclimatación de La Orotava por orden del ilustrado rey Carlos III.

También pasaron a la historia de las ciencias naturales canarias, en el siglo XIX, el geólogo alemán Leopoldo von Buch, al acuñar el término Caldera al cono-

cer la de Taburiente en la isla de La Palma, así como el botánico noruego, Cristian Smith, con el pino canario. Asimismo el británico Webb y el francés Berthelot, autores de la Historia Natural de las Islas Canarias, una auténtica joya botánica.

Liberalismo forestal en la España decimonónica

Por entonces ya se habían producido los primeros movimientos liberalizadores del intervencionismo estatal respecto a los recursos forestales. Comenzó con la etapa de los Borbones cuando Felipe V, en 1737, ordena la venta de todos los baldíos del reino y más tarde aparece Jovellanos con su conocida Ley Agraria, que pone en marcha la tesis desamortizadora pese al espíritu ilustrado de Carlos III y de las Reales Sociedades Económicas de Amigos del País, que habían impulsado el estudio de las ciencias naturales y el respeto a la naturaleza estableciendo incluso premios para los que plantasen árboles.

Se vivían momentos en los que existía un desprecio intelectual hacia situaciones consolidadas a lo largo del tiempo, cuyos resultados eran opuestos a los que se pretendía conseguir. Este proceso constituyó a nivel de Estado un capítulo diferente de la historia forestal española y por eso surgieron nuevos planteamientos de política forestal en el siglo XIX, cuando comienza a constituirse la Administración Pública como instrumento moderno del poder ejecutivo para el desarrollo de las directrices y de programa establecido.

Es que hasta la fecha solo se habían dictado disposiciones de corto alcance que por falta de medios resultaron en la práctica poco eficaces. En el sector forestal el hecho más significativo fue la fundación del Ministerio Real de Fomento en 1832, una de cuyas misiones era el plantío y la conservación de los montes y arbolados. Un año más tarde se adoptó la promulgación de las Ordenanzas Generales de Montes, el primer manifiesto de política forestal en España. Pero hubo que esperar a 1837 para encontrar la materialización de las disposiciones previstas para constituir una Administración Forestal creando una Dirección General de Montes, con muchas limitaciones por cierto. Por ello no debe extrañar que aparezcan a lo largo de la primera mitad del siglo XIX una serie de leyes desamortizadoras que van a constituir la esencia forestal de toda la política agraria de este siglo.

De esta manera las ideas progresistas y liberales económicas comenzaron a tener una concreción y después de las Cortes de Cádiz de 1812 aparecen en 1813 y 1820, y sobre todo en 1855 las más importantes normas desamortizadoras de la riqueza forestal española. Afortunadamente, entre 1813 y 1855, ya la administración forestal se había desarrollado y tecnificado, y de hecho en 1852 se conoció la constitución de las Comisiones Especiales de Ingenieros de Montes para el estudio de las zonas de mayor importancia forestal. Además de las consideraciones económicas surgen los beneficios indirectos de los montes, hasta el punto que en la última Ley desamortizadora de 1855, la de Pascual Madoz, ministro de Hacienda, aparece una cláusula cautelar al señalar que se exceptuarán los montes y bosques cuyas venta no crea oportuna el gobierno. Ello permitió fijar los montes

a excluir del proceso por razones de utilidad pública (U.P.) y aparece en 1863 la Ley de Clasificación de los montes de U.P. (Pablo Preber como ingeniero de montes en la provincia de Canarias). En 1877, se aprobó la Ley de repoblación forestal y en 1878 el Real Decreto que la desarrolló.

Hay artículos específicos para Canarias tanto en la clasificación de los montes de U.P. como en el Real Decreto que desarrolló la Ley de 1863 en el que se exceptuaron de la venta, los montes públicos de pinos, fayas, laureles y brezos, de al menos 100 ha. Asimismo en el reglamento de desarrollo de la citada Ley de Repoblación Forestal de 1877 donde se fijaron como susceptibles de repoblaciones los montes del Estado, pueblos y establecimientos públicos exceptuados de la desamortización, que estuviesen poblados de pinos, fayas, laureles y brezos en la provincia de Canarias, con superficie al menos de 100 has.

En 1888 se dispuso la creación de una red de viveros forestales por todo el país para poder atender las plantas a los particulares interesados, y más tarde, se aprobaron las instrucciones para la Ordenación de Montes del año 1890. A partir de entonces comenzó a ponderarse la función ecológica de los montes que había sido olvidada en etapas anteriores. Los problemas derivados de las inundaciones y de los fenómenos torrenciales en las zonas montañosas desprovistas de vegetación se hicieron evidentes y comenzaron a abordarse sus problemas en las denominadas Comisiones de Repoblaciones en las Cuencas Hidrográficas.

La España forestal del siglo XX

El trabajo científico de otros dos botánicos franceses, Proust y Pitard, destaca a principios del siglo XX la diversidad y la rareza de la flora canaria.

Desde la perspectiva forestal se conocen las primeras Divisiones Hidrológico-Forestales y en 1908 aparece la primera ley que antepone los asuntos de interés general forestal general a los derechos de la propiedad privada. Fue cuando aparecen los conceptos de zonas protectoras, que con independencia de sus dueños deberían repoblarse siempre y cuando se encontrasen en una relación casuística determinada. Caso de ser los montes de propiedad pública, en el Catálogo de Utilidad Pública, y si fueran de propiedad particular, en la relación de Montes Protectores. Esta Ley marcó una nueva tendencia en la tecnificación de la política forestal, ya que fue una ruptura de los planteamientos liberales de épocas anteriores. Comenzaba a sentirse una nueva administración forestal, moderna, capaz, y responsable, preparada para nuevas misiones.

Ejemplo claro de esta nueva etapa lo encontramos en la Ley de creación de Parques nacionales de 1916 y en el Real Decreto de desarrollo de la misma, que permitió definir y establecer los Espacios naturales susceptibles de ser declarados como tales. En el caso de Canarias, primero el Teide y luego la Caldera de Taburiente, ambos en 1954, luego Timanfaya en 1974. Todos ellos fueron reclasificados por ley constitucional de 1981 y al mismo tiempo se declara el Parque Nacional de Garajonay. Los cuatros pisos de vegetación de Canarias quedaban protegidos. El ínclito naturalista alemán, Alejandro de Humboldt, al igual que el botánico

sueco Enrique Sventenius y el geólogo canario Telesforo Bravo, estarían disfrutando sobre todo después de conocer que la Unesco incluyera dos parques nacionales canarios en la lista de bienes naturales del Patrimonio Mundial: Garajonay en 1986 y el Teide en 2007. La laurisilva en el parque nacional gomero y el retamar en el tinerfeño, con el Teide de referencia volcánica.

A principios del siglo XX, el archipiélago de Canarias conoció la labor propagandista a favor del arbolado de ciudadanos residentes en las islas como Francisco González Díaz, la familia Pérez Ventoso y Carnochan, Juan Acosta, Fernando Franquet, Antonio Lugo Massieu, Rafael Machado, Francisco Dorta, Leoncio Rodríguez, Antonio Cardona, Gilberto Alemán, Herrera Piqué y Carlos Suárez, entre otros; también de actuaciones administrativas de ingenieros de montes como Arturo Ballester y José Hidalgo, de Leoncio Oramas y Juan Nogales, de Francisco Ortuño y José Miguel González, de José Antonio Oramas y Manuel Díaz Cruz y académicas de manos de Wolfredo Wildpret, David Bramvell, Gunter Kunkel, Antonio Machado y Pedro Luis Pérez de Paz, entre otros. Significativa la representación ecologista del biólogo Carlos Silva, quien estuvo presente en los Patronatos de los Parques Nacionales del Teide y Garajonay durante años. A partir de 1970, el ICONA conoció la presencia de ingenieros de montes y de técnicos forestales que se repartieron entre las diferentes islas y de manera especial en los Parques Nacionales.

Marco jurídico forestal

Las leyes del Patrimonio Forestal del Estado y de Montes irrumpieron después de la guerra española de 1936-39, cuando se inicia una nueva etapa donde el mapa forestal se hizo de obligado cumplimiento. El profesor y botánico Luis Ceballos desempeñó un papel importante en el mismo y junto con el ingeniero Francisco Ortuño editaron en 1951 el libro «Estudio sobre la vegetación y flora forestal de las Canarias occidentales», que es reeditado por el Cabildo Insular de Tenerife en 1976. Se referían principalmente al sector forestal de las islas de Tenerife, La Palma, La Gomera y El Hierro.

A principios de los años de 1970 el ingeniero Francisco Ortuño sería promotor del ICONA y de la nueva doctrina conservacionista que importó de USA cuando en 1972 visitó los EE. UU. por el centenario del Parque Nacional de Yellowstone. Se percibió en el sector forestal que comienzan a cambiar las cosas y surgen los movimientos conservacionistas en Gran Canaria y Tenerife, como ASCAN, ATAN, y el MEVO. Posteriormente BEN MAGEC, además de organizaciones ecologistas repartidas por las islas.

Tras la muerte de Franco en 1975 surge una España democrática y en 1978 se aprueba la Constitución y en 1982 el Estatuto de Autonomía de Canarias, que se modifica puntualmente puntualmente y de manera significativa en 2018. También se aprecia una modificación política significativa cuando España se adhiere a las Comunidades Europeas, hoy Unión Europea, en 1986. La normativa comunitaria irrumpe en la vida española y de manera particular en Canarias, por su conside-

ración como Región Ultraperiférica donde se notan las singularidades propias de nuestra condición especial, donde la lejanía e insularidad además de la dependencia del exterior en materia energética principalmente se hacen notar. La naturaleza y el sector forestal lo perciben en diferentes ámbitos, sobre todo en los espacios y en las especies, en las energías, en la agricultura y en los bosques, en el mundo rural y forestal, con la sostenibilidad como bandera emblemática. Por eso es claro que la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, consolidada en julio de 2015, tiene como objeto constituirse en un instrumento eficaz para garantizar la conservación de los montes españoles, así como promover su restauración, mejora y racional aprovechamiento apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva. De hecho la ley se inspira en unos principios que vienen enmarcados en la gestión foresta sostenible. A partir de ahí se deducen : la multifuncionalidad, la integración de la planificación forestal en la ordenación del territorio, la cohesión territorial y subsidiariedad, el fomento de las producciones forestales y del desarrollo rural, la conservación de la biodiversidad forestal, la integración de la política forestal en los objetivos ambientales internacionales, la cooperación entre las administraciones y la obligada participación de todos los agentes sociales y económicos interesados en la toma de decisiones sobre el medio forestal. Así lo recuerda la exposición de motivos de la Ley de Montes:

«La ordenación, la conservación y el desarrollo sostenible de todos los tipos de bosques son fundamentales para el desarrollo económico y social, la protección del medio ambiente y los sistemas sustentadores de la vida en el planeta. Los bosques son parte del desarrollo sostenible.»

Mientras, la administración española está presente en los foros internacionales, ya sean forestales, como de conservación y de parques nacionales, de la mano de la UE y de la ONU. Por otra parte se transfieren las competencias en materia de conservación de la naturaleza, del Estado a las Comunidades Autónomas. Canarias se convierte en ejemplo de referencia por sus cuatro Parques Nacionales y por su biodiversidad insular así como por la vocación turística del archipiélago. El análisis de este proceso evolutivo y sus consecuencias pueden resultar interesantes para fundamentar futuras actuaciones estratégicas, con fundamento en los aspectos bioclimáticos donde el suelo y el clima desempeñan un papel primordial a la hora de actuar, por diferenciadores de la biodiversidad.

En el repaso histórico forestal no podemos olvidar en el siglo XX a destacados ingenieros de montes del Distrito Forestal y del Patrimonio Forestal del Estado, luego aglutinados en el ICONA, y a biólogos como E. Sventenius, en la década de 1940, a Gunter Kunkel, David Bramwell y Wolfredo Wildpret, en los años 70; Antonio Machado, Pedro Luis Pérez de Paz, Arnoldo Santos, Angel Bañares y Jorge Bonnet, en los años 80, y José Luis Martín Esquivel, Alfredo Reyes (Jardín Botánico) y Manuel Nogales (CSIC), en lo que llevamos de siglo XXI, entre otros; y en la década de 2010, a geógrafos como Domingo García, Juan Ramón Núñez, Francisco Quirantes y Ana Brito, quienes redactaron para el Cabildo de Tenerife el libro «Los montes de Tenerife a través de su historia», en el que se puede leer que para comprender la situación actual es imprescindible entender la interacción

entre las condiciones naturales y las estrategias sociales adoptadas en cada momento para organizar la explotación de los recursos forestales.

Los asentamientos humanos, localizados al principio en los norte de algunas islas por razones de agua y fertilidad de las tierras, así como en las zonas orientales de otras, van cambiando su fisonomía y su ubicación con la llegada de la actividad turística. A partir de los años 60 del siglo XX las costas de algunas islas comienzan a conocer un desarrollo inusitado y se inicia el despegue turístico. Surge un modelo de desarrollo inmobiliario constructivo, con alta dependencia del turismo que produce un aumento del nivel de rentas y que conoce de la presencia de una inmigración foránea así como una alteración de la cultura agraria de los canarios, con un trasvase de población al sector servicios y consiguiente abandono del campo. En la actualidad más de 300 mil personas residen en el sur de la isla de Tenerife sin contar los turistas. La relación naturaleza-turismo es muy importante y a tener en cuenta.

Las directrices de ordenación

Mediante Decreto legislativo, se aprobó en el año 2000, el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio y de Espacios Naturales de Canarias. Tres años más tarde, mediante Ley, se aprobaron las Directrices para la Ordenación General del territorio canario, que definieron los criterios a seguir en los diferentes instrumentos de planeamiento territorial y urbanístico, así como las pertinentes Directrices para la Ordenación del Turismo en Canarias, que han de seguirse en la ordenación y regulación de las afecciones territoriales y sobre los recursos naturales de las actividades turísticas. Ambas directrices determinaron las normas e intervenciones de las administraciones públicas.

En el caso de las Directrices de la Ordenación General, el Capítulo II se dedica a la Biodiversidad y el Capítulo V a los Recursos, que en la Directriz 33 deja constancia de los criterios a seguir:

1. El gobierno de Canarias desarrollará el Plan Forestal de Canarias propiciando su conversión en Directriz de Ordenación sectorial para adaptarlo al sistema de planeamiento instituido por el Texto refundido y dirigirá igualmente los programas e intervenciones de las administraciones.

2. Sobre esta base, el planeamiento insular establecerá determinaciones específicas sobre forestación, y en su caso, preservación de suelo con tal fin.

3. Los instrumentos de planeamiento urbanístico aplicarán criterios extensivos para la clasificación de suelo rústico en la categoría de protección forestal, por su directa implicación en el ciclo hidrológico.

4. Las administraciones públicas canarias impulsarán las tareas de aclareo de aquellas repoblaciones forestales antiguas que lo precisen, la paulatina sustitución por especies autóctonas y, sobre todo, las obras y los planes de reforestación destinados a facilitar la infiltración de las aguas de lluvia, favoreciendo la recarga de los acuíferos, impedir la erosión de los suelos, mejorar el paisaje y articular sistemas de suelos forestados.

A principios del siglo XXI se aprobó a nivel canario la creación de la Agencia de Desarrollo Sostenible y de Lucha contra el Cambio Climático, a la que estaban adscritos el Foro canario para el Desarrollo Sostenible, como instrumento de información y participación, y el Observatorio del Desarrollo Sostenible, como instrumento científico de evaluación y seguimiento.

Igualmente se adoptó la Declaración de La Palma para una Estrategia Forestal para la Macaronesia y se aprobaron leyes estatales como las de Montes, la del Suelo, la de Desarrollo Rural, la Red de Parques Nacionales y la de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Todas estas consideraciones, junto a la red de senderos que se recrearon en el valle de La Orotava, y en los macizos de Teno y Anaga, desde el mar hasta el cielo, combinando naturaleza con turismo, nos animaron a viajar en 2008 a Zaragoza para participar en la Exposición Internacional sobre el Agua. Fue una buena oportunidad para ofrecer la relación de Bosques y Aguas, con el caso particular de los montes de la isla de El Hierro, con el Garoé como bandera de la lluvia horizontal. Sirvió para mostrar la realidad de los montes y de las aguas de Canarias, y hablar de la importancia de los ecosistemas agroforestales y de los árboles, del papel desempeñado en el ciclo del agua y en el cambio climático, así como de las diferentes etapas que han caracterizado la historia de los bosques de Canarias, gota a gota, como bien rezaba el lema que llevamos a Zaragoza.

1.4. Conclusiones

Siguiendo los pisos de vegetación que describió el ínclito naturalista alemán, Alejandro de Humboldt, a finales del siglo XVIII, y sirvió para iniciar el mundo de la geobotánica, podemos constatar que Canarias cuenta con cuatro espacios naturales protegidos de alto nivel bioclimático y forestal, y por ello emblemático, desde el mar hasta el cielo: los Parques Nacionales de Timanfaya en Lanzarote, Garajonay en La Gomera, Caldera de Taburiente en La Palma y el Teide en Tenerife. Asimismo que las islas de mayor altitud disfrutaban de un paisaje cultural singular en materia de naturaleza volcánica, bosques y agricultura. Por su parte el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) conoce y disfruta a su vez de dos observatorios muy significativos: el del Teide en las cumbres de Tenerife, y del Roque de los Muchachos en la Caldera de Taburiente, en la isla de la Palma. Algunas de ellas son Reservas de la Biosfera y muchos de sus montes están incluidos en el Catálogo de Utilidad Pública que se inició en 1859 con la Clasificación General derivada de la Ley Desamortizadora de Madoz de 1855, que coincidió en el tiempo con las inolvidables manifestaciones del jefe indio Seattle —asentado en el oeste norteamericano—, al gobierno USA cuando quiso comprarle las tierras de su tribu. Le contestó: «La tierra no pertenece al hombre, el hombre pertenece a la tierra». Y se preguntó: ¿Dónde está el matorral? Destruído. ¿Dónde está el águila? Desaparecido.

Ello sirvió para establecer un siglo más tarde, en junio de 1972, el Día Mundial del Medio Ambiente por parte de la Conferencia de Estocolmo, en el que se aprobaron los criterios y principios comunes que deberían ofrecer a los pueblos

del mundo, inspiración y guía para preservar y mejorar el medio humano. Desde entonces tengo guardada una publicación especial dedicada a ese Día que redactaron técnicos de la CIMA, Felipe Ruza y Fernando Fuentes. Los diez principios se referían al suelo, a las aguas terrestres, al mar, al aire, al medio ambiente urbano, a los recursos naturales a las tecnologías y a los residuos, al patrimonio cultural, a la educación ambiental y al ecodesarrollo. Ello me ha servido para recordar ahora los Retos de los ecosistemas agroforestales de los montes de Canarias, donde no puede faltar esa «Revolución Orgánica» —donde participan abonos, semillas, pesticidas, desechos, plásticos—, que está caracterizando a los pueblos que a su vez son conscientes de la importancia del Cambio Climático, que anunció de manera premonitoria, en las primeras décadas del siglo XIX, el explorador y aventurero prusiano, Alejandro de Humboldt, cuando viajó a las Américas, entre 1799 y 1804, conoció su flora y su fauna, y observó el clima, el suelo, los mares, los cielos y los volcanes, tras su paso por Canarias.

Adoptar en este siglo XXI medidas legales para la mitigación de los impactos de ese Cambio Climático y para la adaptación a este fenómeno planetario, conforman de verdad, junto con la biodiversidad, los retos de los que estamos considerando en este historial de la naturaleza forestal en Canarias, donde los montes constituyen los ecosistemas más importantes en el amplio campo de la sostenibilidad, tanto en el espacio como en el tiempo.

Capítulo 2

El Sector Forestal, condición necesaria para una buena gestión de los montes en Canarias

PABLO CARRETERO DÍAZ
Ingeniero de Montes

2.1. Introducción

Un sector forestal saludable es condición necesaria para una buena gestión de los montes en Canarias. Tanto mayor sea la salud del sector, tanto mejor será su desempeño en los retos por afrontar en este siglo XXI.

Esta pasa por ser un sector bien organizado, no solo administrativamente, sino también con una dimensión de gremio forestal autónomo estable, bien engranado en el sistema, que cohabite con las grandes empresas públicas y puedan tener todos plena cabida en él. Un sector cuya estructura sea receptiva con nuevos integrantes, y en el que estén nítidamente definidas las competencias de todos. Un sector con capital humano suficiente como para afrontar con garantías las necesidades que demandan nuestros montes, y desde luego, un sector con el músculo financiero necesario para que todo lo anterior pueda realizarse.

Para asumir con esperanzas de éxito durante las décadas venideras los apasionantes retos forestales que se nos presenten, será necesario disponer de un sector saludable en términos estructurales, humanos y económicos. Un sector que aporte valor medioambiental y social a nuestra sociedad, tan sensible hoy ante las preocupaciones ambientales, y cuya labor trascienda nuestros días, como antes hicieron nuestros predecesores.

Entre la literatura forestal publicada en las últimas décadas destacan unos pocos libros dedicados a la historia de los montes en España (Bauer Manderscheid, E., 2.003), a la historia del Cuerpo de Ingenieros de Montes propiamente (García Álvarez, A., 2.010), o a la gran labor acometida por estos en los últimos ciento cincuenta años (Casals Costa, V., 1.996), entre otros. Con su lectura, uno puede conocer, o al menos aproximarse, a la evolución que ha sufrido el sector forestal en España desde su decimonónico nacimiento.

El último grupo de libros a los que he aludido anteriormente, como el trabajo de Vicente Casals Costa, destaca la encomiable labor de nuestros predecesores ingenieros de montes, especialmente aquellos quienes fueron impulsores y responsables de los grandes hitos de nuestra profesión: la creación del *Catálogo de*

Montes de Utilidad Pública como sagaz estrategia para sortear las desamortizaciones del pasado siglo (Calvo Sánchez, L., 2.001) o, más recientemente, el *Plan General de Repoblación Forestal de España* (VV.AA., 2.017), colosal iniciativa de escala nacional con la que se luchó contra un territorio desertizado, devastado por una insostenible sobreexplotación de los bosques, sin ordenamiento alguno, y gracias al cual hoy podemos trabajar sobre un escenario mínimamente verde.

De una forma u otra todos los libros de esta índole histórico-forestal resaltan las dificultades con las que nuestros antecesores compañeros debieron lidiar para acometer exitosamente las grandes gestas mencionadas, pero también los trabajos más cotidianos; siempre a contracorriente y ocultos de una sociedad incapaz de reconocer a los verdaderos defensores del medio natural en España desde hace más de siglo y medio, como describe al gremio el difunto Doctor Ingeniero de Montes D. Antonio Mozón Perala en el prefacio de la obra referenciada en el párrafo anterior (Casals Costa, V., 1.996).

La magnífica repoblación de la Cumbre y los macizos del Oeste de Gran Canaria dan buena fe de actuaciones bien ejecutadas por los célebres ingenieros de entonces: D. José Hidalgo Navarro, D. Juan Nogales Hernández o, más recientemente, D. Manuel Díaz Cruz. Y como este ejemplo grancañario, tantos otros en sus islas más occidentales.

Afortunadamente, el escenario en el cual hoy nos toca desempeñarnos como ingenieros de montes es, al menos aparentemente, más benévolo que el que tuvieron enfrente nuestros predecesores. Hoy existe una sociedad más consciente—que no suficientemente consciente— de la importancia vital del medio ambiente y, por ende, de nuestros montes.

Movernos con la corriente a favor supone un punto de partida esperanzador para afrontar los retos de la gestión forestal y ambiental de los montes en las Islas Canarias en el siglo XXI. Tratar de avanzar cual salmón río arriba superando el constante desgaste del flujo hídrico pudiera parecer más loable, y hasta puede ser un reto en sí mismo superar adversidades y levantar grandes proyectos como antiguamente hicieron nuestros iguales frente a una rémora sociedad, pero más interesante me parece no desgastarse en banalidades, sacar partido a la dinámica ambientalista de moda y, aprovechándonos de la misma, trabajar en acometer los verdaderos múltiples retos pendientes por afrontar, sobre los que este libro da muy buena cuenta.

Me propongo en este capítulo analizar, humildemente y desde mi perspectiva, nuestra propia capacidad como sector profesional para afrontar exitosamente la labor que con afán deberemos emprender durante este siglo XXI, identificando y analizando los aspectos del sector forestal que podríamos fortalecer.

Esta humilde reflexión nace y se construye a partir de las diferentes experiencias laborales que afortunadamente he tenido, en las que he podido coquetear someramente con algunos de los principales campos de nuestro ejercicio profesional como forestales: campaña de incendios, técnico cinegético, dirección de obra de repoblación, redacción de informes sobre arbolado urbano, de proyectos de carácter selvícola, o de planes de gestión forestal sostenible ... y todo ello en diversas islas del archipiélago.

Quisiera destacar, por último y antes de entrar plenamente en faena, que este es el punto de vista de un ingeniero de montes que no pertenece a la administración pública y que mantiene una relación con el sector que se ciñe a la actividad como profesional forestal independiente, que ejerce sin la habitualidad que quisiera.

2.2. Saber es hacer

El lema que preside la entrada de la hasta hace bien poco conocida como Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes —hoy de nombre rimbombante para dar cabida a la múltiple oferta boloñesa— máxima bajo la que nos formaron a muchos compañeros es «saber es hacer». Esta expresión insigne entre los ingenieros de montes se le atribuye a Bernardo de la Torre Rojas, primer director de la Escuela, cuando esta se localizaba en el castillo de Villaviciosa de Odón, y denota el sentido práctico de nuestra formación. Sin duda, este lema sigue vigente como norma que regula nuestra actividad profesional como ingenieros de montes, por limitado que resulte «hacer» sin una financiación suficiente.

Durante estos años de dedicación forestal he percibido la existencia de numerosos, diversos y ambiciosos planes forestales, a veces solapados, de diversa naturaleza y de diversa escala, fruto del ingente trabajo previo de nuestros compañeros. Sin embargo, muchas de las intervenciones propuestas en ellos siguen pendientes de llevarse a ejecución, siguen pendientes de «hacer». Sin ir mas lejos, el mismo Plan Forestal de Canarias (en adelante, PFC) contiene una inmensa relación de actuaciones propuestas en su redacción, que podrían ser fuente abundante de proyectos de ejecución a desarrollar en un futuro inmediato o próximo (especialmente rico en este sentido es el Programa de Ordenación, Selvicultura y Aprovechamientos forestales). El PFC, documento autonómico marco del planeamiento forestal, es ejemplo paradigmático de la situación actual en Canarias: debía desarrollarse con cuatro programas de los que apenas el primero acabó saliendo a la luz.

No cabe duda que ello no ha sido posible por falta de efectivos o de financiación, pero puede representar hoy en día un nicho de oportunidad, aprovechando el aumento de interés social y político, para el crecimiento y fortalecimiento del sector forestal canario. Habría que ponerse a ello.

A día de hoy sigue habiendo un gran número de montes sin deslinde, amojonamiento y registro, muchos de los cuales carecen también de un instrumento técnico que regule su ordenación. Unas y otras cuestiones son de enorme valor para poder gestionar con garantías el territorio forestal, razón por la que encuentran regulación en la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. Existe, por lo tanto, la doble necesidad de inmatricular debidamente nuestros montes, previo procedimiento riguroso de deslinde y amojonamiento, y de dotar a cada monte, o grupos de montes homogéneos como permite la norma básica homónima, de disponer de planes de ordenación, dasocráticos, o documentos equivalentes que per-

mitan una adecuada gestión de los mismos, con la dimensión justa y necesaria para con los usos de cada cual.

Sin embargo, en sentido opuesto, pudiera caerse en una reincidencia excesiva al seguir redactando nuevos —siempre interesantes y ricos en ideas— documentos de planeamiento forestal, consumidores de unos recursos humanos y materiales que quizás pudieran derivarse más hacia el «hacer» de los planes ya planteados.

Es también hecho sorprendente que muchos de los grandes planes forestales, de índole de defensa contra incendios, de gestión sostenible, u otros, vencen su vigencia (autoimpuesta) sin haberse llegado nunca a desarrollar completamente, si acaso pudieron hacerlo parcialmente. Quizás deberíamos plantearnos la necesidad de seguir definiendo periodos de vigencia tan concretos, en lugar de establecer vigencias indefinidas hasta la renovación del documento en cuestión, si bien este tema puede ser objeto de otro debate.

Otro ejemplo, los incendios. Cada verano, llega el peligro de los grandes incendios forestales, y con ellos, la palpable sensación de que, otro año más, el monte no está preparado para plantarles cara. A todos nos envuelve la sensación de que, efectivamente, hay muchísimo por hacer. Nuestros montes están en situación de extrema vulnerabilidad: son polvorines preparados para arder. Existe una imperiosa necesidad de ejercer la prevención, tantas veces mencionada cuando vienen mal dadas y sorprendentemente olvidada cuando regresa la calma. Es cierto que nuestra abrupta orografía no ayuda, y que las condiciones climatológicas en estas latitudes son las que son, pero no es menos cierto que el factor sobre el que podemos intervenir, la vegetación, sigue permaneciendo en el monte, «desordenado». Basten estas palabras como mero ejemplo del trabajo pendiente y no se entienda como propósito de centrar la atención en el fuego, pues no comulgo con la idea de emparejar exclusiva y constantemente nuestra labor a la defensa contra los incendios, por más que este campo sea sumidero de las mayores partidas presupuestarias de Medio Ambiente. ¡Apenas era una de entre las más de cuarenta asignaturas de la carrera!

Como protagonistas integrantes del sector forestal, creo que disponemos de una oportunidad de crecimiento si retomáramos con firmeza el lema bajo el cual nació esta profesión, «saber es hacer». Resta mucho por hacer, en unos montes que rebosan necesidad de intervención. El contenido que recoge este libro de brillante iniciativa da buena prueba de ello. Y creo que es imperativo enfocar tan apasionante tarea con la dimensión necesaria: hacer y ejecutar en paridad con el redactar nuevos planes; y exigir a la sociedad y gestores políticos los recursos humanos y financieros necesarios para afrontar los retos de la gestión forestal y ambiental de los montes en las Islas Canarias en el siglo XXI, con garantías suficientes de éxito.

2.3. Seguimiento y Registro de actuaciones

En general, percibo que nosotros, los integrantes del sector al que alude el título de este capítulo, sabemos intervenir adecuadamente en el entorno, puntual-

mente como obra concreta, poniendo en práctica nuestros conocimientos teóricos adquiridos y nuestra experiencia profesional, como el doctor que opera al paciente. Ahora bien, siguiendo con el símil médico, ¿se realiza un seguimiento tras la intervención, es decir, tras la ejecución del proyecto concreto?

Sabemos que nuestro hacer no es solo proyectar y ejecutar. Tanto o más importante debe ser asentar lo ejecutado, manera única de dar verdadero valor al esfuerzo invertido en tiempo y recursos públicos. No digo nada nuevo, pues de nada sirve seguir repoblando cuando lo que queda detrás de nuestro avance perece por falta de mantenimiento. Como ocurre en Carreteras, considero que deberíamos afianzar cada intervención realizada, destinando la mayoría de presupuesto a mantener, que no a ampliar. Esta obviedad debería representar otro nicho de oportunidad para el sector forestal, reclamando y recordando al gestor político la necesidad de consolidar el beneficio obtenido en la anterior inversión. Quizás de nuevo, aprovechando el momento, tengamos la oportunidad de reclamar que parte del presupuesto e inversión anual se destine a mantenimiento, y no solo al desarrollo de nuevos proyectos, condenados quizás a quedar solo en papel por la actual falta de músculo humano y económico del sector.

Es capital adquirir el hábito de desarrollar un seguimiento de toda obra forestal ejecutada, a un año vista, a cinco, a diez, a veinticinco... hasta a cincuenta años, si se considera necesario. Tratamos de intervenir sobre el medio ambiente de manera suficiente como para cambiar su dinámica, pero es también nuestra responsabilidad echar un ojo cada cierto tiempo, para ver cómo va evolucionando aquello intervenido, si camina hacia el escenario buscado, o si demanda cuidados de algún tipo, para en esos casos, proceder con una nueva intervención.

En geología está bien clara la idea de la dilatación de los procesos en el tiempo, y de que este es infinitamente más lento que la percepción que nosotros tenemos de esa magnitud. Sin embargo, percibo que nuestra política de actuación no acaba de demostrar con hechos fehacientes que tengamos, nosotros, una percepción adecuada de los tiempos forestales. ¿De qué otra manera se explica la ausencia de seguimiento riguroso de las intervenciones, de tratamientos parciales posteriores a las plantaciones? Gestionar el monte a corto plazo es no haber interiorizado la evidencia de que el monte evoluciona a su propio ritmo. Hoy en día parecemos ejecutar actuaciones de manera discreta, aislada, cuando debiéramos manearnos en una realidad continua, en la que cada intervención estuviese interrelacionada con las anteriores, así como con las venideras.

Es evidente que todos queremos avanzar en la conquista forestal y sostenible de un territorio necesitado de una cubierta atenuante de alarmantes procesos erosivos, aquejada por la desertización, cómo no; pero ha de hacerse al ritmo que dicta la naturaleza, firmemente. Es preocupante el porcentaje de intervenciones fallidas por mera falta de riego, cuestión que habla muy a las claras de la necesidad de exigir una financiación continuada en el tiempo, dirigida al seguimiento y mantenimiento de las actuaciones forestales realizadas.

Conocemos repoblaciones enteras que han perecido ¡por falta de riego de mantenimiento! Por poner un ejemplo, se ha observado que las actuaciones realizadas en el marco del Fondo Verde Forestal en Gran Canaria, plausible y esperan-

zadora iniciativa para nuestro maltrecho sector que vio la luz durante el 2018 gracias al encomiable esfuerzo de nuestros compañeros, han resultado en algunos casos fallidas por falta de continuidad. Por ello, considero que convendría dirigir un mayor peso presupuestario a mantenimiento, pues de no ser así desde la misma concepción del proyecto, no acaba de tener sentido su acometida.

Desde luego, el limitante más importante de esa intención es la compartimentación burocrática de asignar presupuestos en periodos anuales, lo que condiciona en numerosas ocasiones las urgencias medioambientales. Convendría en ese sentido recordar a los gestores y financiadores que el paisaje y nuestros montes son un continuo y que no se pueden segmentar de año en año. ¿Por qué no incluir y exigir en los futuros proyectos la garantía por no menos de cinco años de que se seguirá su tratamiento como condición necesaria —quizás no suficiente— para garantizar el éxito y la rentabilidad social del proyecto? Como profesionales deberíamos transmitir a los gestores la necesidad de abandonar la mentalidad de que es suficiente con proporcionar fondos para un proyecto puntual y «ya veremos luego si se puede dar viabilidad a futuro». Si no se puede proporcionar dicha continuidad, quizás mejor sea dirigir los recursos al mantenimiento de proyectos previos, sin incoar nuevos.

En este punto introduzco otra de las grandes carencias detectables en nuestro sector: la falta de un Registro riguroso de cada una de las intervenciones realizadas, que fuese base fundamental para la gestión posterior. Este instrumento me parece condición indispensable para poder llevar a cabo el seguimiento a las actuaciones ejecutadas, como digo en los párrafos anteriores.

Nuestro sector en Canarias se ha caracterizado por ser de dimensión modesta en efectivos humanos, en el que «nos conocemos todos» —o solo es cuestión de poco tiempo acabar haciéndolo— y es por ello que, seguramente, se ha venido trabajando sin la existencia de este Registro, pues la propia cercanía de los integrantes del sector favorecía las formas actuales, en las que la información relacionada con las obras ejecutadas, tan valiosa para la gestión, se encuentra dispersa en la memoria de cada cual.

Sabemos que para gestionar bien hay que disponer de información fiable, y suficiente. Y ello pasa por dejar por escrito cada actuación, con información tan valiosa como aquella de contacto de todos los protagonistas que intervinieron de alguna manera al acometer su ejecución, motivaciones básicas de la obra, presupuesto destinado a la misma, fechas de ejecución, imprevistos surgidos durante su ejecución, conclusiones aprendidas si las hubiere, necesidades pendientes, estado del tajo durante el seguimiento de años posteriores, nuevas necesidades detectadas durante dichos seguimientos, etc. En definitiva, un Registro que permita a cualquier gestor independiente ponerse rápidamente en situación del estado del espacio intervenido, sin necesidad de tener que hacer labores casi periódicas entrevistando a olvidadizos protagonistas para, a duras penas, conseguir aproximarse parcial y, más o menos distorsionadamente, a la realidad del monte sobre el que gestionar. Conocer el historial de un monte es capital para hacer buena gestión del mismo y es por ello que considero urgente la elaboración de este instrumento que, como digo, refleje el historial de obra y permita también dar seguimiento futuro a lo ejecutado. La elaboración de este Registro es, en sí mismo, un

proyecto —en mi opinión prioritario— al que buscarle recursos humanos y financieros.

2.4. Terrenos forestales de titularidad privada

El minifundio propio de Canarias, con una tasa de propiedad privada considerable, dificulta el pleno desarrollo de nuestra actividad forestal en todo el territorio con consideración de monte, por ser terrenos inicialmente vedados de actuaciones dada su titularidad. Este escenario plantea trabas de diversa naturaleza: física, administrativa o legales.

Es este uno de los grandes escollos que nuestra labor futura deberá superar, para lo que no queda otra que atender y negociar con cada uno de los particulares —como a buen seguro se hace— de manera anticipada a las necesidades concretas que pudieran surgir localmente, de forma que se disponga de tanta superficie potencial actuable como sea posible. Esta cuestión exigiría al sector forestal a relacionarse sin miramientos de ningún tipo con los particulares de los terrenos. El territorio no entiende de titularidades, y las necesidades del monte no son menos por tratarse de fincas privadas o públicas.

No dar la espalda al monte privado es uno de los grandes retos que afronta el sector forestal, aún más si se tiene presente el enorme porcentaje de suelo que pertenece a particulares. Conseguir incentivar a los propietarios para que presten sus terrenos y poder así desarrollar adecuadamente la gestión de sus montes y facilitar el seguimiento de las intervenciones habría de ser una de las prioridades del siglo que da comienzo.

Sé que mucho se ha escrito al respecto, y que esta reflexión no sería más que fatuas palabras sin una propuesta práctica que las complementa:

Hemos de contar con una base de datos de (todos) los propietarios particulares de suelo forestal que estén dispuestos a ceder sus terrenos para beneficio de todos. Una base de que albergue datos como: el titular, información de contacto, características de la propiedad, intenciones para con su finca (requerimientos y concesiones) ..., con el fin de que agilicemos la gestión del monte canario. Me parece imperativo contar con tal listado, y no escatimar esfuerzos en ampliarlo tanto como sea posible, así como de actualizarlo.

Este instrumento —asimilable al «Catálogo de Propietarios Forestales de Canarias» que se menciona en el Programa horizontal de áreas frontera y extensión forestal del PFC— facilitaría enormemente las trabas existentes, siendo solución a las limitaciones que se encuentra hoy en día la administración para «hacer»:

«Si de antemano dispusiéramos del beneplácito del particular, de alguna manera —y siempre que se respetasen sus requerimientos y concesiones— quedaría ampliado el territorio susceptible de ser tratado y el horizonte de proyectos a ejecutar se vería incrementado notablemente».

Ampliar la superficie forestal de actuación debe ser reto imperativo para nuestro sector, que necesita disponer de tanto terreno como sea posible para poder «hacer» y poner en valor nuestra utilidad social y medioambiental.

Tengo la sensación, puede que equivocada, de que desde la Administración tratan con mucho mimo los terrenos públicos —como no puede ser de otra manera— pero que, resignados a no poder entrar en espacio privado —como tampoco puede ser de otra manera— se acaba por abandonar el ímpetu de conquista. Pero todo el territorio urge de idénticas medidas. Los retos de las próximas décadas serán universales, y no podemos dar la espalda a un porcentaje notable de terreno amparándonos en la idea de que no es nuestra responsabilidad porque es terreno privado; porque, si nadie más se ha formado para gestionar el monte, ¿de quién será la responsabilidad ambiental por muy privado que sea el terreno?

2.5. Ciencia Forestal

Según tengo entendido, los orígenes de la ciencia forestal europea se encuentran en Alemania en el siglo XVII. En el caso concreto de España, los inicios datan de mediados del siglo XIX, cuando el célebre ingeniero Agustín Pascual funda la Escuela de Montes de Villaviciosa de Odón en 1.848 (García Álvarez, A., 2.010).

Es nuestra ciencia, por tanto, un saber relativamente joven, especialmente si lo comparamos con disciplinas clásicas del saber como el Derecho o la Medicina. Incluso si lo hacemos con otras ingenierías. Y como toda disciplina intelectual humana, y con aún más razón la forestal dada su naturaleza juvenil, tenemos la responsabilidad, y la fantástica oportunidad, de desarrollarla.

«Hacer» no es únicamente ejecutar. «Saber» pasa también por «hacer ciencia». Y la nuestra, la forestal, es una ciencia eminentemente experimental. Amparados por el rigor matemático que le otorga el método científico a nuestra disciplina, y rebosantes del conocimiento que nos da la teoría natural aprendida, que se asienta con los años con la aún más valiosa experiencia de cada cual, tenemos entre nuestras labores como profesionales del sector el desarrollar la ciencia forestal canaria. Y digo «canaria» con verdadero propósito; no por ninguna suerte de regionalismo moderno, sino por la escasez existente de fuentes rigurosas locales. Si es la nuestra una ciencia joven en España, más aún lo es en Canarias, al menos si hablamos del saber forestal vestido con el traje riguroso de la ciencia, sin menospreciar el profundo saber ancestral del mundo rural sobre la naturaleza, sobre sus ciclos, sus bondades y sus manías.

Hacer ciencia forestal, como ciencia experimental que es, es observar, hacerse preguntas y plantear hipótesis y posibles soluciones a dichas cuestiones. Es ingeniárselas para resolver «problemas forestales». Es, en segunda instancia, apostar por algo, «hacer» propiamente para, habiendo pasado el tiempo suficiente, recopilar la información generada (datos), analizarla rigurosamente y concluir favorable o desfavorablemente respecto a la cuestión inicial. Es un proceso apasionante que, aunque oculto entre las tareas repetitivas y rutinarias de cada uno, nos lleva a nuevas interesantes preguntas.

Hacer ciencia forestal no son necesariamente laboratorios, batas blancas y probetas. Es construir una red abierta y nutrida por la experiencia de todos, generada por nuestro desempeño cotidiano. Nuestra ciencia no requiere de arduos

cálculos, sino apenas de una estadística sencilla que de forma a los datos registrados. Y aquí vuelve a cobrar suma importancia el Registro y seguimiento de las actuaciones ejecutadas, en las que debiera haber, entiendo yo, campo para reflejar las conclusiones aprendidas tras cada obra, las nuevas líneas por las que investigar, los hallazgos más notables encontrados... un campo donde reflejar, en definitiva, el aprendizaje empírico que otorga la experiencia del «haber hecho».

Este libro es una iniciativa clara que persigue, entre múltiples propósitos supongo, dar voz a protagonistas del sector forestal, contribuyendo en última instancia al desarrollo de nuestra ciencia. Se une, además, a una serie de libros publicados durante los últimos años, por todos conocidos, que centran el estudio de la ciencia forestal en Canarias, enriqueciendo sumamente esta disciplina a escala local. Son un magnífico contrapunto a la bibliografía forestal más clásica —aquella referencial en nuestras universidades— los grandes trabajos recogidos en textos antiguos y fundamentados en experiencias generalmente peninsulares, cuando no extranjeras. Es muy importante adaptar las conclusiones peninsulares de estos reputados textos a las condiciones particulares de nuestra tierra, para un mejor hacer en nuestro porvenir profesional.

Como complemento de una ciencia bien entendida, según creo, debiera venir la divulgación; tanto científica, como popular. Que sea la nuestra una ciencia eminentemente experimental pasa necesariamente, para un verdadero enriquecimiento de la misma, por una generación prolífica de publicaciones y artículos científicos encargados de dejar patente el nuevo saber adquirido del hacer, que divulgue el aprendizaje empírico, y que este no quede a recaudo en la mente de cada cual. Un sector forestal vivo ha de contar con una dimensión de investigación científica dinámica, inquieta, que ponga al servicio del hacer futuro la teoría local aprendida a base de experiencias.

No obstante, no entiendo esta dimensión de la divulgación como la única necesaria para avivar completamente nuestro maltrecho sector, sino que creo que hemos de mejorar la divulgación popular de las políticas forestales. Hacer llegar mejor a la población nuestros retos pues, aunque estará en nuestras manos hacerles frente como profesionales forestales, es asunto de todos que nuestro medio ambiente goce de salud. Me sigue sorprendiendo cuando se pide la colaboración de terceros para sanear el campo abandonado, cuando apenas les hacemos llegar las campañas promovidas para ello. Estas no han de ser umbilicales. Los mensajes han de traspasar las paredes de la sede de cada administración, llámese Ayuntamiento, Cabildo o Gobierno. ¿De qué sirve tener la oficina plagada de trípticos fabulosos sobre las distintas iniciativas si a prácticamente ningún ciudadano se le ha perdido nada en dicho lugar? Casi pareciera que fuese el ciudadano quien hubiese de hacer el esfuerzo por informarse y, aunque esto es deber de cada cual, no estaría de más poner esos mismos trípticos en las cajas de los supermercados, inundar marquesinas de guaguas con grandes carteles sobre prevención, anuncios de televisión sobre buenas conductas forestales y cualquier otro sistema cercano y masivo con las campañas medioambientales que se impulsen. ¡Hasta anunciar a bombo y platillo las publicaciones divulgativas que se editen me parecería buena idea! Eduquemos a la sociedad en nuestra disciplina. Son tiempos de alta sensibilidad para con la cuestión medioambiental, y la sociedad parece ansio-

sa por colaborar. Aprovechemos esta oportunidad para acercar las políticas del sector a la población.

Hoy lamentamos la oportunidad desaprovechada de poner en valor nuestra profesión tras el desastroso GIF del pasado verano, y tantos otros infortunios históricos similares, cuando la sensibilidad de los ciudadanos afloraba por los poros de sendas pieles, y nuestra profesión se erigió enormemente valiosa a los ojos de la opinión pública. Habría que aprovechar mejor la coyuntura que ofrece la desgracia para educar, así como para negociar aumentos en la financiación destinada a medio ambiente, cuando la importancia de nuestro sector está en alza.

2.6. Economía y Sector Forestal

Decía el entonces Decano del Colegio de Ingenieros de Montes, D. Carlos del Álamo Jiménez, durante la Jornada técnica sobre la última modificación de la Ley de Montes, que el verdadero reto de nuestros montes era conseguir que fuesen rentables, sin que ello supusiese riña alguna con una óptima conservación de los mismos. En su breve introducción, defendía el axioma de que para que haya activos naturales había de haber economía; que el monte que no es viable, no es rentable, y acaba por arder. Esta pequeña reflexión, de lleno acertada a mi criterio, la resumía con una frase tan coloquial como cristalina: «Monte que no da pesetas, da puñetas».

Actualmente, el sector forestal en Canarias es un sumidero de recursos, con ningún o escaso retorno económico, un sistema en el que la financiación pública que entra no se traduce en productos comercializables que amortigüen la inversión. No hablamos de servicios, ni de bienes intangibles como el valor paisajístico o la biodiversidad, sino de aprovechamientos forestales con remuneración económica directa.

No podemos pretender utopías. La realidad es tozuda, y no podemos —ni debemos— negar que la sociedad ya no se interesa por los productos forestales como antes, cuando el bosque era fuente esencial de subsistencia para una parte considerable de la población canaria (González Navarro, J. A., 2.005). Pero no todo ha de ser blanco o negro. Que los montes no sean plenamente rentables no significa que debamos abandonar la idea de intentar recuperar algo de lo invertido, por poco que sea. El sector forestal está en horas bajas y es imperativo dotarlo del músculo económico necesario para poder afrontar con garantías de éxito los retos de la gestión forestal y ambiental de nuestros montes. Sería conveniente estudiar nuevas formas de financiación, que complementen las inyecciones presupuestarias provenientes del erario público: financiación de particulares incentivados o, por qué no, pensar en el impulso de un aserradero público, modesto, que permita cerrar una cadena industrial forestal a escala local y que suponga otra fuente financiera. En caso de no haberse hecho hasta el momento, sería éste un buen momento para estudiar su viabilidad.

La instalación de tal aserradero, de justa dimensión, coherente con la carga de productos generados, crearía mercado, puestos de trabajo, y serviría para po-

ner en valor los productos aprovechables de nuestros montes. Seguimos haciendo distinción entre productos y residuos pero, sin aprovechamiento comercial, esta distinción acabará por desaparecer. Poder dar proceso propio a los productos del monte, con fines locales, pudiera ser un paso más en la redefinición de nuestro sistema como sociedad, además de comulgar a la perfección con el gran reto de conseguir una isla autosuficiente en términos energéticos.

El sector forestal puede subsistir sin la existencia de una industria establecida, como podemos ver en la actualidad, pero el desarrollo de la segunda contribuiría a cerrar —parcialmente— un ciclo que hoy sólo genera pérdidas. No solo necesitamos incrementar drásticamente los presupuestos públicos anuales destinados a Medio Ambiente, sino intentar crear nuevas vías de financiación, para lo que el establecimiento de una industria con el mencionado aserradero local pudiese ser opción real, encargado de procesar los productos generados del monte, y enriquecer el mercado canario de biocombustibles.

Y es que nuestra titulación se erige, entre la casi infinita oferta actual de titulaciones desdobladas y super-específicas, como la única verdaderamente capaz de aprovechar los productos forestales ordenadamente, sin alterar la sostenibilidad del monte. Sin embargo, toda vez que no hay cabida para la comercialización de dichos productos, una parte esencial de nuestro ser profesional queda oculto, cercenado, difuminándose la distinción existente con otras titulaciones también capaces de gestionar, a su manera, el medio forestal. Buscar nuevas formas de financiación en nuestro propio sector es, por tanto, sinónimo de poner en valor una de las actividades que mayor calado y reputación nos ha concedido a lo largo de nuestra historia como cuerpo de ingenieros profesionales, probablemente junto a las colosales repoblaciones acaecidas en el pasado siglo o las fastuosas obras de restauración hidrológico forestal. Quedarnos en cuestiones teóricas ambientalistas nos conduce a un campo misceláneo en el que cohabitan ambientalistas, valga la redundancia, geógrafos, y todo un sinfín de nuevas titulaciones de formación muy distintas de la nuestra.

Sea como sea, el sector forestal necesita de apoyo económico duradero. Necesita de apoyo a largo plazo que financie, sin «sorpresas cuaternarias» las políticas forestales del futuro. Verdadero apoyo financiero que evite que las buenas intenciones emprendidas no caigan en saco roto a la postre por el capricho de algún lego con poder de decisión. Todos vemos grandes eslóganes políticos con los que se vanaglorian algunos, que dicen aumentar el presupuesto destinado al medio ambiente pero que, en la práctica, acaban exclusivamente destinados a encomiendas a las dos empresas públicas por excelencia. Y aunque no cabe duda de que gran parte de los trabajos forestales están perfectamente soportados por las empresas referidas, sería deseable potenciar al tiempo a los pequeños actores del sector. Flaco favor se le hace a pequeñas empresas forestales y a ingenieros de montes y técnicos forestales autónomos, quienes tanto pueden enriquecer el sector y hacerlo crecer, con su trabajo y propio desarrollo. Encomendar una y otra vez las labores forestales a las mismas corporaciones, independientemente de la dimensión del encargo, es sinónimo de destruir el sector al que uno mismo pertenece. Un sector saludable necesita de un reparto de labores equitativo y proporcional, que de cabida a todos sus integrantes.

Encarar los retos forestales del mañana pasa por reanimar nuestro sector, aumentando el número de pequeños profesionales forestales integrantes del mismo, cuestión que pasa nuevamente por dotarlo de mayor músculo financiero, que soporte tal aumento de plantilla, así como una mejora en las condiciones de los autónomos, satélites externos a la Administración, necesarios para crear empleo forestal y reactivar sólidamente el sector.

Hoy, el sector forestal es un sector deficiente: insuficiente en número, y mal remunerado. Muchos profesionales ajenos a la Administración tenemos que buscarnos la vida por otro lado y algunos, frustrados, acaban por desentenderse por completo del mundo forestal en el que entienden no tienen cabida, dedicándose a otras salidas profesionales. Y creo que con las necesidades —cuando no urgencias— que demanda nuestro medio ambiente, no podemos permitirnos dejar escapar a profesionales bien formados por falta de unas condiciones profesionales mínimas que ofrecerles. Que ofrecernos.

2.7. Instrumentos técnicos y protagonistas del sector

Concluyo mis subjetivas y quizás inconexas reflexiones sugiriendo la necesidad de aclarar la naturaleza y el lugar que compete a cada cual, tanto a los diversos documentos técnicos elaborados, así como a los integrantes del sector forestal, en el que los ingenieros debiésemos ocupar un lugar destacado, no más valioso u honorable que el resto de profesionales del sector, pero sí un lugar nítido y bien definido.

Es importante adecuar los documentos, en tiempo y esfuerzo, al fin perseguido, definiendo acertadamente su naturaleza acorde a su objeto fundamental. De la misma manera, sería necesario, dentro de la encorsetada normativa de contratos del sector público, adecuar las peticiones a la remuneración ofrecida. Difícilmente podrá sostenerse un grupo de profesionales forestales autónomos sin un reconocimiento justo de sus labores.

Parte de la buena salud de la que quisiera gozara el sector forestal pasa ineludiblemente por la necesaria definición, clara, de cada uno de los integrantes del mismo: de las competencias y responsabilidades de cada cual. Hoy, distintas titulaciones se entremezclan sin demasiado criterio para hacer frente a mismas labores. Pero ello pasa por ser nosotros los que peleemos por lo nuestro, y pongamos en valor nuestra formación, y la dedicación y los costes invertidos.

2.8. Epílogo

La concienciación creciente de la sociedad en cuanto a la valoración de la importancia de preservar y desarrollar el medio ambiente parecer abrir un horizonte esperanzador en el sector forestal y en los profesionales preparados y dedicados a ello: el ingeniero de montes y técnicos forestales.

Desde luego lo primero debería ser identificar, para modificar o corregir, aquellos aspectos y rutinas de nuestro ejercicio profesional que supongan una merma de la eficacia y eficiencia que se debería demostrar a la sociedad.

El sector forestal es más que la sumatoria de los entes aislados que lo componen; es, según lo entiendo, una sinergia en la que la suma de sus integrantes alcanza, conjuntamente, resultados superiores a los que la suma de los efectos aislados de sus miembros logra. Para afrontar los retos de gestión forestal y ambiental de los montes canarios en este siglo debe haber necesariamente un sector forestal eficaz y práctico. Y ello pasa, a su vez, por dotarlo de buena salud, es decir, buscar el beneficio del conjunto, única manera para que nuestra actividad en Canarias no tenga fecha de caducidad. No puede haber una actividad profesional sin la existencia de un sector que la desempeñe, de la misma manera que si el sector encargado del desempeño de una actividad profesional adolece, dicha actividad no se desarrollará adecuadamente y difícilmente se logrará hacer frente a los retos planteados en esta obra. Por ello, hemos de fortalecer nuestro sector, mucho; hemos de hacer sector. Y por ello no me refiero al fomento de una suerte de camaradería forzada entre compañeros, sino más bien al enriquecimiento del gremio como conjunto. Se trata de reactivar el sector forestal para que pueda desarrollarse a pleno funcionamiento, y que sea capaz de enfrentarse con garantías a los retos que están por venir.

El sector forestal canario requiere de mayor músculo profesional y económico para poder afrontar con plenas garantías los retos de la gestión forestal y ambiental de nuestros montes en el siglo XXI, cuestión sobre la que se disertará largamente en este libro que se intuye apasionante; de lo contrario, será inviable acometer las necesarias propuestas pendientes contenidas en tantísimos documentos técnicos redactados durante las últimas dos décadas.

Referencias bibliográficas

- «Jornada técnica sobre la modificación de la Ley de Montes (parte 1)». Youtube <<https://www.youtube.com/watch?v=xttRqrpP-Rc&list=PL8SJHFXZE-FhuNSP2m5mHtEQlkg0c5Aw0H>> [Consulta: 31 de diciembre de 2.019]
- Bauer Manderscheid, E. (2.003). *Los Montes de España en la Historia*. Madrid: Fundación Conde del Valle de Salazar. 629 p.
- Calvo Sánchez, L. (2.001). *La génesis de los montes catalogados de utilidad pública (1.855-1.901)*. Madrid: Organismo Autónomo de Parque Nacionales. 427 p.
- Casals Costa, V. (1.996). *Los ingenieros de montes en la España contemporánea (1.848-1.936)*. Barcelona: Ediciones del Serbal. 432 p.
- España. Ley 23/2003, de 21 de noviembre, de Montes. BOE, 22 de noviembre de 2003, núm. 280, páginas 41422-41442.
- García Álvarez, A. (2.010). *Historia del Cuerpo de Ingenieros de Montes (1.853-2.010)*. Madrid: Colegio y Asociación de Ingenieros de Montes. 296 p.

- González Navarro, J. A. (2.005). *Los oficios del bosque. Una visión antropológica del aprovechamiento forestal en Gran Canaria en la primera mitad del siglo XX*. FEDAC. Cabildo de Gran Canaria. 431 p.
- VV.AA. (2.017). *La restauración forestal de España: 75 años de una ilusión*. Madrid: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. 414 p.

Capítulo 3

Gestión forestal sostenible en un contexto de crisis climática y transición ecológica

YERAY MARTÍNEZ MONTESDEOCA
Ingeniero de Montes

3.1. El paisaje es una construcción social, y entonces, cultural

Si algo hemos podido aprender en estos 20 años de trayectoria como profesional forestal es cómo la gestión forestal, en cada momento de la historia y, en consecuencia, también en el nuestro, es una respuesta a la realidad social de ese momento.

Más recientemente, también hemos podido aprender que, aunque aún de forma tímida y de la mano experta de quienes nos acompañan en este viaje profesional, cualquier realidad social se enmarca en la cultura que subyace a la misma.

Como hemos podido escuchar, *los peces no perciben el agua en la que nadan, simplemente es el medio en el que se desenvuelven*. A nosotras, las personas, nos pasa lo mismo con la cultura, no la percibimos, pero nos rodea por todas partes y condiciona nuestro navegar a través de ella.

Los profesionales forestales, como personas que también somos, muchas veces no nos damos cuenta de esta realidad tan rotunda, ni de que, como nicho ecológico dentro de nuestra sociedad, tenemos un contexto cultural propio y singular. Un contexto desde el que entendemos la gestión forestal de forma propia y desde la que, muchas veces, como auto-considerados *expertos*, esperamos sentar cátedra, cada vez con más dificultades.

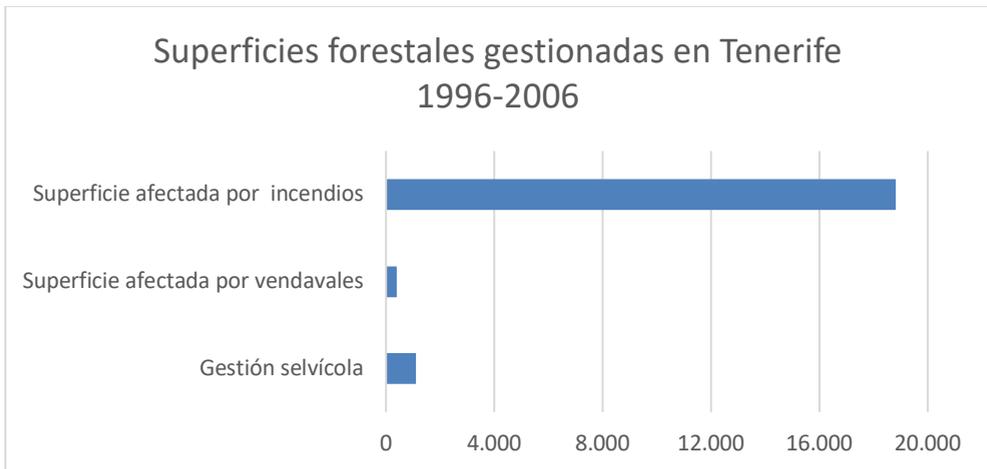
Partiendo de este enfoque sociocultural, y reconociendo con humildad las limitaciones teóricas para sustentarlo, el que suscribe se atreve a dibujar una mirada sobre este singular momento que vivimos como sociedad globalizada, en contexto de crisis sistémica, en relación a lo que los forestales denominamos *gestión forestal*.

3.2. El fuego y el viento, los grandes gestores forestales del comienzo de siglo en Canarias

Si echamos un vistazo a los principales factores que modelan la dinámica de las masas forestales canarias, encontramos que, además de la propia dinámica natural y espontánea de crecimiento y desarrollo, los principales agentes que están generando cambios y perturbaciones significativas en la estructura y dinámica de nuestros bosques son el fuego y los temporales de viento.

Valga como ejemplo la información relativa a la década del 1996 al 2006 en Tenerife dónde la superficie afectada por incendios y vendavales alcanzó unas 19.000 hectáreas, y la gestión selvícola directa apenas llegó a un 5,8% de la misma. Creo que son datos fácilmente extrapolables a la siguiente década (2007-2017) habida cuenta de que, en los años sucesivos, se quemaron más de 20.000 hectáreas en varios grandes incendios, y los ritmos de gestión selvícola se vieron muy reducidos por la crisis económica.

Figura 3.1. Superficies forestales gestionadas en Tenerife en el periodo 1996-2006

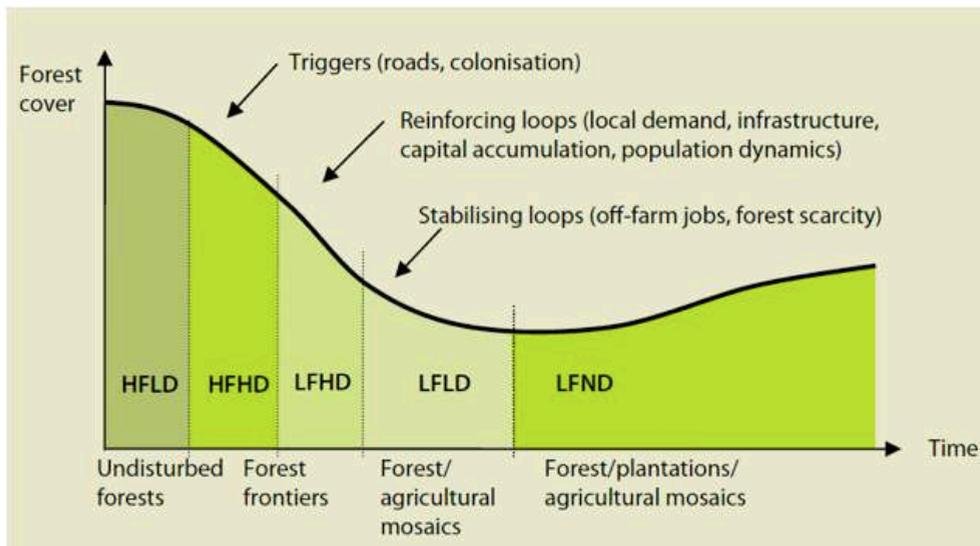


Fuente: Cabildo de Tenerife. Elaboración propia

Sin embargo, si echamos la vista atrás, esta situación resulta una singularidad histórica en nuestra manera de relacionarnos con los bosques en Canarias. La interacción de los seres humanos con estos ecosistemas ha seguido en Canarias un patrón ampliamente conocido de colonización humana y deforestación, lo que se denomina la teoría de **la transición forestal**.

Bajo este modelo, la cobertura del territorio por parte de los bosques, vive una serie de etapas claramente identificadas. Partiendo de un inicio de alta cobertura de bosques, se produce una progresiva aceleración de la tasa de deforestación para la roturación de tierras y el desarrollo urbano e industrial. Llega un momento de punto de inflexión, con deforestación máxima y pérdidas críticas de los servicios ambientales asociados a las mismas, fundamentalmente ligados a la estabi-

Figura 3.2. Etapas de la teoría de la transición forestal



Etapas de la Teoría de la Transición Forestal

Esta teoría habla de que se suceden 5 etapas en los procesos de deforestación:

- Etapa 1: Alta cobertura de bosques, baja tasa de deforestación (HFLD)
- Etapa 2: Alta cobertura de bosques, alta tasa de deforestación (HFHD)
- Etapa 3: Baja cobertura de bosques, alta tasa de deforestación (LFHD)
- Etapa 4: Baja cobertura de bosques, baja tasa de deforestación (LFLD)
- Etapa 5: Baja cobertura de bosques, tasa de deforestación negativa... los bosques vuelven a aumentar (LFND)

Fuente: Angelsen et al., 2009

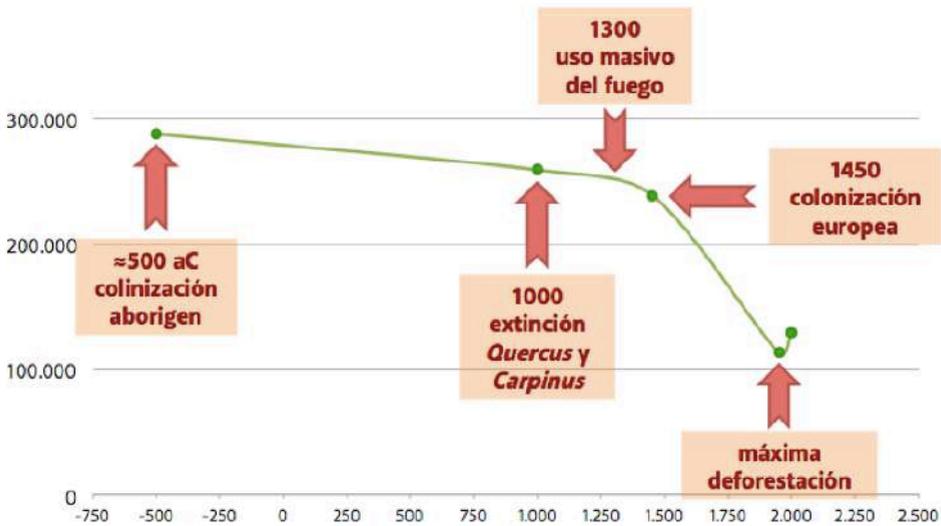
alidad de laderas y cuencas hidrográficas, protección del suelo frente a la erosión y regulación del ciclo del agua para, a continuación, entrar en una etapa de regeneración, más o menos pujante y basada en reforestación y regeneración natural.

Si aplicamos este modelo a nuestra historia forestal de Canarias, arrancamos la etapa primera, con la colonización *amazig* de nuestras islas, colonización que, en sus últimos momentos, antes de la llegada de los castellanos, ya había generado impactos significativos, con la extinción de algunas especies de árboles singulares (Nascimento et al., 2008).

Posteriormente, con la llegada de los castellanos, se acelera radicalmente la curva de deforestación, hasta alcanzar su valor máximo a mediados del siglo XX, coincidiendo con la política de reforestaciones del franquismo y la generalización del petróleo y el gas como fuentes de energía alternativas a la leña y el carbón.

A partir de este momento, comienza una primera etapa intensa de reforestaciones para paliar los siglos de deforestación precedentes y que supusieron la pérdida de más de 175.000 hectáreas de bosques en las islas, un 61 % de la superficie original (Martínez Montesdeoca, 2011). Estos esfuerzos fueron sobre todo en

Figura 3.3. Aplicación del concepto de «transición forestal» a los bosques de Canarias



Curva de "transición forestal" en Canarias

En el eje de ordenadas (y), superficie arbolada en hectáreas. En el eje de abscisas (x), años de nuestra historia

Fuente: Elaboración propia

el periodo de 1940-1970, fruto de los cuales se han recuperado unas 17.000 hectáreas de bosque, apenas un 10% del total deforestado (Martínez Montesdeoca, 2011).

3.3. El siglo XX y los comienzos del XXI, la entrada en la complejidad

Con el cierre del siglo XX y comienzos del XXI, este proceso de recuperación impulsado durante la dictadura por la carencia de recursos, el deterioro de los acuíferos y los riesgos de desertificación, se encuentra de bruces con la profunda transformación social que, impulsada desde las ciudades, la llegada de la democracia y la entrada de España en el mundo desarrollado, suponen un salto de complejidad en la relación de nuestra sociedad con los montes.

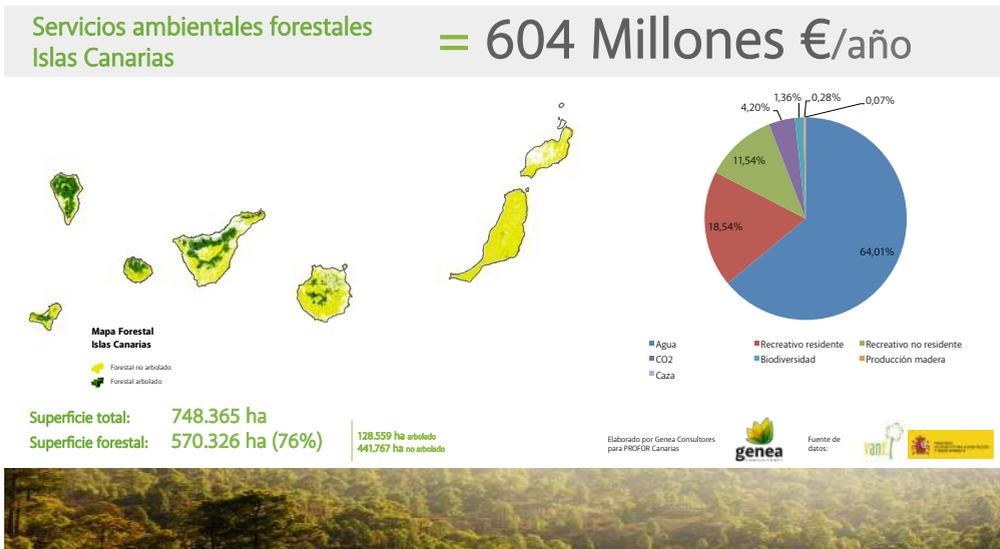
Este salto de complejidad aúna, entre otros, los siguientes elementos.

- Emerge con fuerza **la mirada de la conservación**, con la llegada a España y Canarias de la visión ecologista y la sensibilidad por el cuidado de nuestra naturaleza. Una mirada que se nutre del *mito del paraíso perdido*, un paraíso en el que los seres humanos somos la causa de su destrucción y, en consecuencia, el ideal a recuperar es la naturaleza prístina, aquella de «antes de que las personas llegáramos aquí».

-
- La transformación profunda de la socioeconomía, con un trasvase ingente de personas desde el sector primario hacia el terciario, y que conlleva una resignificación de las zonas forestales, de fuente de recursos de subsistencia, a lugar de recreo, esparcimiento y desconexión de la vida en la ciudad. En última instancia las zonas forestales sufren un proceso progresivo de transformación en **parques periurbanos**, con trashumancia masiva de urbanitas lo fines de semana, más patente en las islas de mayor población.
 - Simultáneamente al abandono del medio rural, y a la llegada del petróleo y sus derivados como fuente principal de energía, la presión humana se retira de grandes zonas del paisaje, favoreciendo la recuperación de los bosques, impulsada por las políticas de reforestación a gran escala, y también, en buena medida, por la dinámica de **recuperación de zonas agrarias abandonadas por los matorrales de sustitución**.
 - La vida silvestre se recupera, y, una de sus consecuencias es que el paisaje se carga de combustible. A ello se une un desarrollo urbanístico patente en muchas zonas próximas a las masas forestales y una pérdida significativa de cultura de relación con el medio. Suma de todo ello: **un coctel perfecto para los grandes incendios forestales**. Grandes incendios que se están viendo espoleados por el incremento del estrés hídrico de la vegetación a causa del cambio climático. En apenas dos décadas pasamos de gestionar los incendios forestales atendiendo al bosque para tener que centrarnos en la protección de las personas y sus viviendas.
 - Especial hincapié, en estas múltiples visiones sobre las zonas forestales, merece **la despoblación rural**. Entendida como la pérdida de densidad de población en muchos de los municipios de nuestras islas, y ganancias netas en otros. Pero también como la pérdida de población que vive directamente relacionada con los recursos primarios del paisaje. La concentración de la población humana en las ciudades es un fenómeno global que no deja de reflejar la desconexión cultural de la naturaleza que vivimos como sociedad globalizada.
 - Ante estas miradas y situaciones de contexto, **los forestales** seguimos viendo **los montes como fuente de multifuncionalidad**, aunque nuestra mirada, lejos de emparar el desarrollo de las políticas ambientales y territoriales, apenas alza la voz ante una visión del territorio marcadamente «urbanística» o «conservacionista». No obstante, por suerte, la multifuncionalidad es un hecho, y podemos citar algunos elementos y paradigmas que lo refrendan:
 - Las políticas europeas emergentes de infraestructura verde y bioeconomía.
 - El imprescindible papel de los montes en la regulación del ciclo del agua, puesto de manifiesto de forma meridiana en la valoración económica de los servicios ambientales realizada por el Ministerio de Medio Ambiente en 2010 que estima dicho servicio ambiental en 390 millones de euros al año para los montes de Canarias (Ministerio de Medio Ambiente, 2010).

- La perseguida quimera de producción renovable de productos forestales locales. El anhelado sector forestal que pueda «aprovechar» de forma sostenible los excedentes de crecimiento de nuestros montes y que no termina de cuajar, fruto de las limitaciones de la insularidad y los exigüos volúmenes de aprovechamiento, y de una falta de política clara y continuada en el tiempo, que pueda dar soporte a las oportunidades existentes de creación de una producción de madera de sierra o de biomasa que, con cierta pujanza, pueda asimismo ser creadora de oportunidades de empleo rural.

Figura 3.4. Estimación del valor anual de los servicios ambientales de las zonas forestales Canarias



Fuente: Proyecto VANE – Ministerio de Medio Ambiente. Elaboración: Genea Consultores para PROFOR Canarias

Canarias en el contexto global, en perspectiva

A este breve resumen de la situación a escala local y en perspectiva, sumamos nuestra situación en el mundo. Un mundo avanzando hacia la crisis ecológica y civilizatoria, en un orden mundial que de momento es incapaz de generar las profundas respuestas colectivas que frenen la crisis climática, la pérdida de biodiversidad y la imparable escalada hacia la desigualdad social extrema.

En este contexto Canarias se enmarca como una región ultrapérfica de la Unión Europea, tremendamente dependiente del exterior y con un consumo de recursos desorbitado en relación a la producción de nuestro territorio.

Se estima que nuestra huella ecológica alcanza el equivalente a 27 archipiélagos (Fernández-Latorre, et al., 2011) como el nuestro. Lo que equivale a decir que

cada año, el 13 de enero, entramos en déficit de consumo de recursos respecto a lo que produce nuestro territorio insular.

Esta realidad nos convierte en un territorio tremendamente frágil ante las previsibles turbulencias en el entorno. Turbulencias que empiezan a ser frecuentes a partir del 2019: quiebra del turoperador Thomas Cook o la pandemia del COVID-19 de consecuencias profundas e impredecibles.

3.4. Retos para la gestión forestal sostenible en este contexto

Tras este breve recorrido desde el entorno sociocultural desde dónde se mira o se puede mirar nuestros bosques, ¿qué perspectiva ha de plantear la gestión forestal sostenible? ¿qué respuestas podemos dar desde nuestro conocimiento *experto* forestal?

La emergencia que llama a nuestras puertas

En primer lugar, debemos ser conscientes y consecuentes con los grandes incendios que ya están llamando a nuestras puertas. En Canarias estamos acostumbrados a los grandes incendios, en cierto modo, forman parte de nuestros paisajes. Pero este «*estar habituados*» no debe cerrarnos los ojos a que la situación está empeorando. Ya hemos vivido varios Grandes Incendios Forestales simultáneos en varias islas.

Y las condiciones ambientales están empeorando. Cada vez tenemos periodos de estrés hídrico más largos y más intensos. Existe evidencia del incremento continuo de la temperatura, sobre todo las mínimas, y la reducción de las precipitaciones, así como un mayor número de días con viento de componente Este, más secos que los habituales alisios del N-NE (Agüera, 2020).

En consecuencia, tenemos amplias superficies arboladas que ya dan muestras de no estar adaptadas al lugar en el que bregan (Martín et al. 2015). Es posible actuar sobre ellas, y hay que hacerlo con determinación. Tenemos que desarrollar **programas selvícolas de adaptación** que descarguen la densidad de las masas, que en muchos lugares repoblados ya es demasiado alta, y que favorezcan la recomposición de especies que si puedan bregar y regenerarse en esos espacios ahora y en un futuro más cálido y seco.

En juego está no solo el mantenimiento de esas masas forestales y la biodiversidad que acogen, sino también los servicios de regulación del ciclo del agua y de protección frente a las avenidas y la erosión que hoy día ya prestan y que serán tanto más necesarios en un clima más seco y más torrencial.

Además, hay que seguir avanzando en **sensibilizar a la población**. Ayudarla a estar preparada a que el fuego, de cuando en cuando, recorrerá su paisaje, y pueden y deben saber cómo actuar antes, durante y después de estas situaciones, para vivir de forma más segura.

Impulsar la mirada sistémica, integradora, polifacética

Volviendo al enfoque inicial del capítulo, no podremos dar la respuesta que nuestros bosques necesitan sino logramos generar una mirada adecuada sobre ellos como sociedad y como cultura.

Demasiados factores inciden en la situación en la que estamos como para pretender llegar con una solución que de la respuesta a todos ellos. Necesitamos diálogo, necesitamos reconocer todas esas miradas y necesitamos generar una apertura mental colectiva a un problema que no tiene una sola arista, sino muchas. Despoblación, pérdida de biodiversidad, *urbanocentrismo*, saberes rurales, desarrollo rural, bioeconomía, desigualdad, sector primario... Solo por citar algunas de ellas.

En este sentido, necesariamente necesitamos nuevos modelos de gobernanza, más integradores, más ágiles y más innovadores, que nos permitan generar la respuesta que, necesariamente, vamos a tener que dar.

Aprovechar las oportunidades emergentes

Establecer nuevos modelos, con las inercias colectivas, administrativas y culturales, que traemos es difícil. Pero existen ventanas de oportunidad que debemos saber aprovechar.

La primera ventana son los propios grandes incendios. Generalmente son momentos traumáticos, de gran sensibilidad mediática y social en los cuales, también, existe un terreno fértil para proponer nuevos modelos y lograr el impulso político que necesitan.

La segunda ventana de oportunidad es la avidez de re-conexión con la naturaleza de la población urbana. Una avidez que, de ser adecuadamente orientada y abordada, abre también oportunidades para dialogar, explicar y abrir nuevas miradas sobre nuestros territorios forestales. Miradas que superen la visión estática, recreativa y contemplativa de la naturaleza.

Nuestros paisajes no son naturaleza prístina, son fruto de nuestra interacción histórica con ellos. No solo hemos sido destructores, también ha habido y hay mucho conocimiento ancestral para una convivencia fértil y en armonía.

Reclamar un ecosistema para la gestión sostenible del territorio fértil, de liderazgo público, que permita articular estas respuestas

Los bosques y la naturaleza, como parte del procomún, precisa de un liderazgo de lo público. Un sector público que genere esa visión colectiva, verdaderamente integradora y sinérgica, que permita trabajar colectivamente a todos los actores implicados.

Un sector público dinámico, con mentalidad de innovación y de inversión. Los servicios ambientales que genera la naturaleza son fundamentales para el desarrollo de nuestra sociedad, fomentar su cuidado y su capacidad de resiliencia frente a las incertidumbres del futuro es incrementar nuestra resiliencia como sociedad.

El diseño de las políticas forestales debe enfocarse a favorecer el ecosistema socioeconómico que pueda dinamizar ese territorio. Un ecosistema formado por el propio sector público, pero también por las empresas, las universidades y centros de investigación, los medios de comunicación, el sistema educativo, el tercer sector, y, sobre todo, la población rural.

En este sentido, puede resultar muy inspirador, el modelo de **gobierno por misiones** (Mazzucato, 2019) que desde la Unión Europea se está impulsando para el desarrollo de la estrategia europea de innovación.

Referencias bibliográficas

- Agüera, J., 2020. *Variaciones del clima en Canarias. Análisis meteorológico y climático*. Ponencia técnica en la jornada informativa AEMET sobre análisis de riesgos de fenómeno meteorológicos adversos para el Gobierno de Canarias.
- Angelsen, A. with Brockhaus, M., Kanninen, M., Sills, E., Sunderlin, W. D. and Wertz-Kanounnikoff, S. (eds), 2009. *Realising REDD+: National strategy and policy options*. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Fernández-Latorre, F.M., et al. 2011. *Huella ecológica y presión turística socio-ambiental. Aplicación en Canarias*. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, nº 57. Págs. 147-173.
- Martín, J.I. et al., 2015. *Aspectos clave para un plan de adaptación de la biodiversidad terrestre de Canarias al cambio climático*. p. 573 a 580. en: Herrero A & Zavala MA, editores (2015). *Los Bosques y la Biodiversidad frente al Cambio Climático: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en España*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
- Martínez Montesdeoca, Y., 2011. *Los bosques en las islas canarias, valores, mitos, gestión y retos*. Ponencia en la Universidad de Verano de Maspalomas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Mazzucato, M. 2019. *Governing missions in the European Union*. European Commission.
- Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, 2010. *Valoración de los activos naturales de España (Proyecto VANE)*. Ed. Centro de Publicaciones. Secretaria General Técnica.
- Nascimento, L; Willis, K. J; Fernández Palacios, J. M; Criado, C. y Whittaker, R. J., 2008. *The long-term ecology of the lost forest of La Laguna, Tenerife (Canary Islands)*. Journal of Biogeography, 2008, pp. 1-16.

Capítulo 4

Repoblación en Canarias: visión histórica, experiencias y perspectivas de futuro

JUAN GUZMÁN OJEDA
Ingeniero Técnico Forestal

4.1. Una mirada al pasado

La idílica imagen de un equilibrio perfecto entre hombre y naturaleza nunca ha tenido lugar en Canarias. Los aborígenes con sus toscas herramientas y sus relativamente reducidos ganados no fueron grandes transformadores del medio natural. La alteración de los bosques canarios durante los 2.000 años previos a la conquista fue ampliamente multiplicada en los 100 primeros años de ocupación castellana. Ciertamente es que esta ocupación fue dispar en el tiempo y en el espacio ya que incluso hubo islas como El Hierro que tras la conquista permanecieron deshabitadas durante largos periodos.

La conservación y evolución del legado natural durante varios millones de años siguieron diferentes guiones entre las islas. Las islas orientales más antiguas y, por lo tanto, más próximas a su natural desmantelamiento erosivo, sin duda han visto acelerado este proceso por la acción de los herbívoros introducidos. Los restos de una naturaleza que sirvió de puente para el resto de las islas hay que buscarlos hoy prácticamente con lupa.

El profesor *Luis Gil (2013)* nos ilustra con una acertada visión sobre el manejo de la naturaleza canaria tras la etapa neolítica: *«en el proceso histórico que sigue a la llegada de los europeos prevalece la visión de una naturaleza al servicio de los conquistadores que, junto a una actitud pasiva, condescendiente e incapaz para la gestión de lo público, llevarían al agotamiento de la cubierta forestal. Este talante está patente desde los primeros momentos».*

Las islas centrales tuvieron que ofrecer en *«sacrificio»* sus recursos forestales a favor del progreso de la sociedad canaria. La rapidez con que el monte desaparece va unida a la cercanía a los núcleos habitados, el mundo forestal adquiere el carácter de inagotable. La denominada *«Sociedad de la Madera»* creyó que los recursos del monte eran infinitos, incluso pensaron que los brotes de cepa de las especies de *laurisilva* o el pino canario eran una muestra de perpetuidad. Por suerte la transformación de las tres islas restantes no ha sido tan intensa hasta el punto de llegar a rozar la naturaleza prístina.

El proceso de deforestación fue progresivo, secular ya veces violento, no solo fue acompañado de la necesidad de maderas y leñas sino también de tener que ganar nuevos territorios al monte para cultivo y pastoreo. Las crestas de máximas carestías económicas, hambrunas, ocupación clandestina e inestabilidad política hicieron el resto. Por poner un ejemplo se sabe que hasta se llegó a emplear dinamita para reventar tocones, aprovechar sus leñas y seguir «*progresando*».

Sin ni siquiera haber hecho uso de los principios de sostenibilidad el recurso ya prácticamente no existía o estaba muy alterado en varias de las islas. Al reto de una sostenibilidad basada en la persistencia, planteada por Carl Von Carlowitz en Centroeuropa allá por 1715, ya le faltaba un importante elemento: el recurso forestal.

4.2. Toma de conciencia y primeros intentos de repoblación

A la necesidad repobladora se adelanta la de poner freno a la deforestación. Fueron muchas las voces que se unieron siendo de destacar el ímpetu con el que enfrentó la causa personajes tan polifacéticos como José Viera y Clavijo, apoyándose en las Reales Sociedades Económicas de Amigos del País. A finales del siglo XVII las súplicas —con las «*más vivas y dolorosas expresiones*»— se elevan desde la clase noble hacia el gobierno central de la nación.

A esta insistencia, que con los años se fue transformado en influencia, se une la corriente germano-francesa en relación a los nuevos códigos forestales para el manejo de los bosques. La semilla de una verdadera Administración Forestal comienza en 1833 con la adquisición de la competencia del «*Plantío y conservación de los montes arbolados*» dentro del Ministerio de Fomento. La tibieza de las administraciones locales para conservar el bosque se ve ahora amenazada por una nueva, y ya no tan lejana, jerarquía administrativa. La única posibilidad para que el personal velara por la integridad del monte era que la guardería no dependiera de los ayuntamientos. Se establece el año 1877 como el nacimiento oficial del cuerpo de la Guardería Forestal del Estado, y poco antes en 1848 logra conformarse la Escuela de Ingenieros de Montes como una nueva profesión.

Mucho antes de que se empezaran a exportar leñas desde el extremo occidental hacia las islas orientales, la necesidad de reforestar el territorio ya se había hecho patente en islas como Tenerife y Gran Canaria. Las catástrofes naturales, a modo de cambio climático local, se hacen notar cuando la tierra es muchas veces lavada hasta el mar, cuando los árboles quiebran ante la ausencia del abrigo del bosque o cuando los únicos espacios de bosque, o incluso árboles, que se conservan son los que encierran fuentes o se encuentran ligados a la protección religiosa. La preocupación por conservar ya no el bosque sino la tierra y el agua comienzan a ser evidentes.

Nuestro célebre Pérez Galdós (1900) fue explícito y clarividente cuando recogió en sus Episodios Nacionales: «*se crea una nueva profesión de gran porvenir a la que llaman Ingenieros del Monte y ello tiene por objeto estudiar y dirigir la replantación del arbolado, para que llueva más y no tengamos tanta sequía*».

El freno a la deforestación de los montes públicos puede, quizás, arrancaren el año 1859 con la confección del Primer Catálogo de Montes de Canarias. Este instrumento que en principio se elabora para enajenar la propiedad pública mediante la desamortización, a la larga, podría considerarse como la «*primera ley de espacios naturales de canarias*»: Canarias fue la única provincia española que no vendió ninguno de sus montes públicos. Aunque la Administración del Estado en las islas fue tachada de «*conservacionista*», toda vez que el monte comenzaba a cobrar una dimensión más universal, lo cierto es que la visión del monte seguía siendo ante todo económica.

Para asegurar el freno al proceso deforestador en los terrenos públicos se acciona como primera medida la defensa de la propiedad pública. Podía decirse que el monte público y sus recursos habían estado a disposición del pueblo y en muchas ocasiones había sido ocupado ilegalmente por consabidos malhechores. Además de la acción de deslinde a esta defensa le tocó hacer frente al abuso ganadero en el monte. El primer monte que se deslinda en Canarias fue el de «*Agua García y Cerro del Lomo*» (Tacoronte) en 1866. Mientras la necesidad de vigilar y preservar los montes demandaba más personal e infraestructuras, la figura de guardas e ingenieros comienzan a generar una animadversión social que acaba redundando en una contraproducente merma presupuestaria. A finales del siglo XVIII se logran reducir las partidas destinadas al ramo de montes, justo cuando el bosque pedía exactamente lo contrario.

Volver a poblar los montes en peor estado era ya una necesidad perentoria que requería algo más que de buenas intenciones. Existen datos de que el año 1893, ante la falta de infraestructuras, se realiza una compra en *Darmstadt* (Alemania) que incluía varias cantidades de semillas de unas pocas especies, entre ellas, y por extraño que parezca, el propio pino canario (*Pinus canariensis*). Al año siguiente, 1894, se realiza una siembra en el monte de «*La Rambla*» (Tenerife), acción que resultó ser un fracaso absoluto por el efecto del calor. No obstante, en las resiembras posteriores con pino nativo (recolectados por los peones guardas) se consiguieron algunos avances.

En esta época el significado de «*Utilidad Pública*» de los montes no dejaba de demandar una función productiva y de rentabilidad social. Pero la asignación presupuestaria era exigua y los primeros ingenieros se enfrentaron a este contrasentido. A la vez que los conceptos de repoblación, conservación y aprovechamiento se superponían, muchas veces de manera antagónica, se comienzan a distinguir dos tipos de repoblaciones bien diferenciadas. Por una parte, la repoblación de las cabeceras de cuencas a fin de prevenir erosión y avenidas y por otra la que trataba de recuperar rasos y calveros. A su vez debe tenerse en cuenta que solo el control del pastoreo, incendios y talas permitió un alto grado de recuperación en aquellos montes que no habían visto superados sus umbrales de resiliencia ecológica. El alto grado de regeneración natural en algunos montes da lugar a masas que, si bien no precisan repoblación, sí que se hace necesaria una selvicultura que equilibre las nuevas clases artificiales de edad. Se empieza a concebir la futura idea de un monte recuperado que algún día pudiera volverse a aprovechar, pero, en esta ocasión, de manera ordenada y sostenible.

La primera «*Fiesta del Árbol*» de que se tienen datos se realizó en 1909. Se ejecutó en una finca privada («*Villa Benítez*») en Tenerife y en la misma participaron más de 300 escolares. Esta primera actividad de educación ambiental se desarrolla ya en una época en la que se pensaba en Parques Nacionales en Canarias e incluso en turismo de montaña, no olvidemos que la declaración del Parque Nacional de Yellowstone es de 1872. Todavía en esa época las Cañadas del Teide eran objeto de pastoreo intensivo e incluso de incendios para ganar pasto.

Esta conciencia no llegó a cristalizar en islas como Lanzarote y Fuerteventura, hablar de reforestación se ha considerado tradicionalmente como una misión imposible.

4.3. La postguerra y la repoblación social

La época reciente más convulsa de la sociedad española vuelve a incidir negativamente en la degradación del bosque, pero sobre todo en los montes particulares. La búsqueda de una rentabilidad inmediata para asegurar la subsistencia supone la destrucción de importantes enclaves de monte verde que se había conseguido conservar hasta el momento en islas como Gran Canaria y Tenerife. Para Gran Canaria supone la agonía final de lo que fue la Selva de Doramas.

La preocupación creciente entre deforestación, escasez de agua y protección frente a riadas tuvo que dormitar durante la guerra, pero se retoma con fuerza una vez concluyera la misma. Se sabe que en plena guerra civil ya se redactaba un ambicioso Plan Nacional de Repoblación.

De la mano de un nuevo organismo autónomo estatalarranca en 1941 la que podría considerarse como la «*época dorada*» de la repoblación forestal en las islas, sobre todo por su intensidad. Ya desde un principio se encuentra con el problema de la propiedad privada pero la máquina repobladora no se detiene: se implantan medidas de repoblación obligatoria, se instauran las figuras de los consorcios y se inicia unadecida política de compra de fincas. La colaboración de entidades locales como los Cabildos fueron sin duda figuras clave en este contexto no inmerso en la prevalencia de medidas impositivas.

La repoblación se ve respaldada por un presupuesto que durante décadas alcanzaría el 1% del presupuesto nacional. La acción reforestadora contrarrestó la penuria rural de la postguerra, creando miles de puestos de trabajo, por ello se conoció también como repoblaciones sociales. Esta acción supuso la fijación de una importante población rural que acabó integrada en las plantillas de la propia administración.

Los factores clave que hicieron rodar este proceso fueron especialmente la estabilidad presupuestaria y la agilidad administrativa; no se contaban con medios tecnológicos pero el respaldo económico y una legislación sin excesivas trabas permitieron que la máquina avanzara.

Figura 4.1. Riegos en repoblaciones. Año 1953



Fuente: Archivo histórico FEDAC. Jaime O`Sahanaham

La mayor parte de las repoblaciones —cuya intención seguía siendo productiva— estuvieron asociadas al ecosistema de *Pinus canariensis*. En menor medida se utilizaron otras especies de crecimiento rápido como: *Pinus radiata*, *Pinus pinea* o *Pinus halepensis*. Algunas repoblaciones se practicaron en ecosistema potencial de Monteverde (como en Garajonay) o incluso en matorral de cumbre (como en Las Cañadas del Teide), repoblaciones que años más tarde han tenido que ser rectificadas.

El éxito del proceso, que llegó a instaurar una cultura de la repoblación en las islas, combinaba una alta densidad de introducción con la sucesión de años de buena pluviometría, compensándolo con numerosas reposiciones de marras en caso contrario. El hecho de tener que mirar al cielo y analizar el grado de humedad de la tierra antes de plantar obligaba a que las repoblaciones se ejecutaran en los meses de invierno. Raramente se realizaban plantaciones más allá del mes de enero o febrero.

La figura del Guarda Forestal fue clave en el control de repoblaciones. No solo supervisaron las tareas de repoblación, haciendo las veces de capataces de obra, sino que sobre todo hicieron una importantísima labor de seguimiento. Esta atención a la repoblación se traducían directamente en planificación de acciones para la siguiente campaña de repoblación.

La mayor parte de las repoblaciones se sacaban adelante sin el empleo de riegos hasta el punto que esta acción se consideraba como la gran diferencia entre la profesión agrícola y forestal. Debe tenerse en cuenta que en aquella época la posibilidad de riego era mucho más reducida, no solo la red viaria era más escasa

o complicada, sino también porque no se disponían de los medios y sistemas actuales para salvar cotas de riego. Aunque fueron varias las repoblaciones que se regaron a «*cubo y pata*» no pudo considerarse como la práctica habitual de la época.

Ya en 1954 habían sido declarados los Parques Nacionales del Teide y de la Caldera de Taburiente, en 1974 el de Timanfaya y en 1981 el de Garajonay. Una importante parte del territorio boscoso recibía el máximo grado de protección ambiental en ese momento.

Tras un proceso que en varias ocasiones escondió un esfuerzo titánico, entre la horquilla 1941-1986 se logran plantar unas 90.000.000 de plantas en el archipiélago, que se tradujeron en una cantidad de 22.300 Has. El tirón de la repoblación tras la postguerra, aunque en fase decreciente, podemos alargarlo hasta 1986, año en el que se transfieren las competencias desde el Gobierno Central a las Autonomías.

En Lanzarote y Fuerteventura se llevan a cabo pequeñas repoblaciones ocupando zonas altas donde todavía el recurso edáfico se encontrabadisponible. En Famara y Castillo de Lara no siempre se utilizaron especies nativas.

4.4 Hacia una administración más ambiental y cada vez más insular

Tras la rotura de la estructura unitaria con el Estado, se producen cambios en un sector forestal que ya era prácticamentepúblico.

Los recelos ante las medidas impositivas, el abandono integral de la visión productiva directa, la salvaguarda de una biodiversidad castigada durante siglos, la presión de los grupos ecologistas, la iniciativa proteccionista cimentada en una política de amplios espacios naturalescomo freno al desarrollo urbanístico, una nueva estructura administrativa con mayor mezcla disciplinar, la entrada en la Unión Europea, la consolidación turística incluyendo el salto de la playa al monte —sobre todo en la islas occidentales—, el éxodo rural en la década de los cincuenta y sesenta del pasado siglo, la irrupción de la educación ambiental y el incremento progresivo en la frecuencia de incendios forestales; constituyen diferentes hitos que marcan un nuevo contexto para la repoblación forestal.

El auge de una administración más ambiental supone un cambio de rumbo enla repoblación forestal hacia la restauración de los espacios naturales protegidos. Se destierra la escasa producción de especies ornamentales y/o no nativas que todavía se producían en los viveros y se comienza a ensayar con las especies nativas, en especial con la amplia orla de los árboles de la laurisilva. El enfoque restaurador se extiende a todos los ecosistemas, incluyendo, de la mano del Parque Nacional de Taburiente, la alta montaña palmera o el piso basal del Cardonal-Tabaibal en varias islas.

En los albores del nuevo siglo coinciden dos importantes hechos, por un lado, la elaboración de un consensuado «*Plan Forestal de Canarias*» y de otro la transferencia de las competencias de gestión a los Cabildos Insulares. La planificación regional incorpora diferentes directrices técnicas que incluso a día de hoy sirven de referencia, pero a su vez un detallado listado de acciones a desarrollar por parte de las corporaciones insulares. Entre las acciones relativas a la repoblación conviene destacar el planteamiento de un programa transversal de extensión forestal y un programa de restauración hidrológica-forestal que buscaba concentrar las repoblaciones en los territorios con mayor riesgo de erosión.

Los antiguos Guardas Forestales hoy derivados en Agentes de Medio Ambiente realizan funciones más propias de la policía ambiental. Se desvinculan, lógicamente, del control de obra forestal, quedando el seguimiento directo huérfano de actores administrativos constantes.

Pronto irrumpen con fuerza conceptos como el control de calidad de planta y el de procedencia genética, el primero para reforzar la garantía de éxito en la repoblación y el segundo aplicado a la comercialización e indirectamente a la repoblación. Se pone especial interés en la recolección y en el origen del material genético. Se realizan plantaciones con diferentes procedencias sin llegar a cumplir los condicionantes para calificarlas como huertos semilleros pero resultando útiles para la producción y recolección de semilla.

Los técnicos y sobre todo los viveristas se ven en la necesidad de experimentar y compartir nuevos conocimientos en la producción de especies. En esta misión cabe nombrar la celebración anual, desde el año 2000, de los «*Encuentros de Viveristas*» en el marco de las «*Jornadas Forestales de Gran Canaria*».

Gracias al alto grado de implicación logra conseguirse una mayor producción de plantas de calidad. Los viveros forestales de Gran Canaria llegan a producir más de 150.000 plantas al año. Se respeta y reconoce una procedencia de Pino canario de Norte y otra de Pino canario de Sur, ésta última recolectada sobre los denominados Pinos de Arguineguín y su sorprendente resistencia marcada en el genotipo según los estudios del profesor *Luis Gil* (2006).

En Gran Canaria las restauraciones se concentran sobre todo en la vertiente norte, aunque sin llegar a abandonar la vertiente sur. El progreso artificial del monte verde encuentra seria competencia frente a matorrales invasores tales como zarzales (*Rubus ssp.*), cañaverales (*Arundo donax*) y también helechales (*Pteridium aquilinum*). Resulta especialmente complicada la progresión en helechales profundos que no solo engullen a las unidades repobladas, sino que también ejercen una presión gravitatoria durante la fase seca invernal. Especies como Madroño (*Arbutus canariensis*) y Viñátigo (*Persea indica*) llegan a desarrollar un comportamiento reptante. Otras como el Laurel (*Laurus novocanariensis*) por su abundancia o el Brezo (*Erica arborea*) por su pirofilia son las que menos se prodigan en reforestación. Esta segunda especie sí que ha sido utilizada en restauración de suelos degradados dado su carácter pionero.

Figura 4.2. Repoblaciones de monteverde

Fuente: Cabildo de Gran Canaria. Benjamín Artiles Peña

Tanto en Gran Canaria como en Tenerife las repoblaciones de vertiente sur y oeste apuestan por el uso generalizado del ahoyado mecanizado. Desde mediados de la primera década del presente siglo la retroaraña comienza a ser una maquinaria imprescindible para el ahoyado y la remoción superficial de una tierra compacta y pedregosa. En estas condiciones no siempre es sencillo encontrar un «hoyo útil» especialmente por la falta de profundidad o el exceso de pedregosidad. A menudo estos proyectos se han gestionado bajo un marco conjunto de restauración hidrológico-forestal, acompañándose de la construcción de hidrotecnias. Junto al pino canario (*Pinus canariensis*) también se empiezan a utilizar sabina (*Juniperus turbinata ssp. canariensis*) y en menor grado acebuche (*Olea cerasiformis*) o almácigo (*Pistacia atlantica*).

Hay que subrayar que los presupuestos de ejecución de las repoblaciones más xéricas se disparan comparativamente debido a dos factores principales: por un lado, la instalación de sistemas de riego (tuberías, depósitos y bombas) con largos tendidos y por otro por la lacra del ganado obligando a la utilización de caros protectores de malla metálica sujetos con tutores de hierro. La convivencia del ganado cimarrón y la repoblación forestal resulta muy complicada y a la larga no es suficiente con una defensa que no deja de ser una solución temporal.

La repoblación de norte no solo ha resultado más económica, sino que también ha podido lograrse una mayor supervivencia. A la larga estas circunstancias se han dejado notar en una menor asignación de presupuestos públicos en las zonas donde prima la lucha contra la desertificación. Este hecho también resulta algo contradictorio si tenemos en cuenta que la propiedad pública escasea en el norte y se encuentra disponible en vertiente sur.

Figura 4.3. Daños en pinares jóvenes de repoblación y ejemplar adulto de cabra de género masculino



Fuente: Cabildo de Gran Canaria. Javier López y Francisco J. González

La política de compras de fincas heredada del pasado ha seguido aplicándose. En Gran Canaria se ha seguido comprando tanto en zona norte como en sur. En Tenerife, en cambio, se ha concentrado sobre antiguos bancales abandonados en las zonas altas de Fasnía y Arico. Actualmente, el hueco que existía en el anillo que constituye el Parque Natural de Corona Forestal se ha ido completando. Se estima que sería conveniente acometer tres o cuatro campañas más de repoblación, hasta 2024-2025 aproximadamente, para terminar de cerrarlo.

Por otra parte, en Tenerife conviene destacar los daños abióticos provocados sobre pinares de radiata por temporales de vientos desatados en 2002, 2006 y 2010. En ausencia de sombra han sido necesarias varias campañas de repoblación que a día de hoy evolucionan favorablemente, aunque siguen necesitando trabajos de mantenimiento, desbroces y clareos, que garanticen su evolución.

En Lanzarote y Fuerteventura las repoblaciones en el nuevo siglo han sido comparativamente escasas y muchas veces con material forestal procedente de Gran Canaria. En Fuerteventura a partir del año 2000 se ejecutan dobles vallados en Cumbres de Jandía acompañado de plantaciones experimentales de peralillo

(*Gymnosporia cryptopetala*) y mocanes (*Visnea mocanera*), recolectados localmente, que a la larga ha dado buenos resultados. Solo el vallado de las cumbres con influencia alísica es garantía suficiente de recuperación. En El Bosquecillo y en Castillo de Lara, cabe decir que gran parte de las repoblaciones llevadas a cabo en el pasado están experimentando una importante seca, no tanto por las duras condiciones climáticas sino también porque algunas unidades de ciclo corto, en especial leguminosas como *Acacia cyclops*, comienzan a llegar a su máxima longevidad.

El desarrollo de la extensión forestal, es decir la atención-comunicación para con los terrenos privados, ha seguido distintos derroteros con un mayor grado de desarrollo en Gran Canaria. Por una parte, importantes propiedades han puesto sus tierras al servicio del refuerzo de la biodiversidad, aparejando incluso financiación europea a través de Programas LIFE como el de la Reintroducción de la Paloma Rabiche. Otras veces ha sido la Administración la que ha tenido que dirigirse a los propietarios particulares para tratar de llegar a establecer Acuerdos de Gestión. Esta segunda opción ha surgido a raíz de programas concretos como han podido ser el LIFE para la recuperación del Pinzón Azul o cuando se ha buscado el cambio de modelo de combustible a raíz de grandes incendios forestales.

Las especies agroforestales (*Castanea sativa*, *Junglans regia*, *Prunus dulcis*, *Morus alba*, *Ficus carica*) y en menor grado las silvopastoriles (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis* o *Ceratonia silicua*) también han sido objeto de producción en los viveros públicos. Estos centros de cultivo forestal han estado siempre abiertos a la petición de particulares y entidades, tanto para especies foráneas de amplia aceptación rural, eso sí, no injertadas y de solo una savia, como para especies propias de la biodiversidad canaria.

La acción de repoblación en territorios de titularidad privada se ha vertebrado bajo la figura de «Acuerdos de Gestión», amparados bajo la función social que pueden cumplir los montes con independencia de su titularidad. La implicación de la propiedad depende sobre todo del grado de afección para con el territorio. Algunos propietarios desean conservar y mejorar sus predios mientras que otros solo contemplan, o más bien esperan, a la opción de que la Administración adquiera sus bienes al mejor precio posible.

Desde la iniciativa privada y con la ayuda de la Administración cabe nombrar la labor desarrollada por entidades nacidas sin ánimo de lucro. La Fundación Foresta, creada en un principio para asegurar ayudas europeas de forestación de tierras agrarias, a la larga se ha convertido en un referente social de acción educativa ambiental, compartiendo fines comunes de interés general. Desde Foresta se han llevado a cabo diferentes plantaciones en terrenos tanto públicos como particulares. El éxito de las mismas ha estado muchas veces supeditado a la capacidad de mantenimiento.

Las repoblaciones al igual que los incendios poseen una ventana de seguimiento, acción y oportunidad, evidentemente con mayor lapso temporal. Si no se llega a tiempo con el riego de emergencia o se llega al desbroce de manera tardía todo el esfuerzo físico y económico, desde la recolección a la plantación, habrá sido en vano.

En los últimos años quizás uno de los mayores cuellos de botella con los que se ha encontrado el ritmo repoblador hay que buscarlos en las fluctuaciones de las dotaciones presupuestarias. Muchas veces al problema anterior, más patente durante crisis económica, hay que sumarle un complicado entramado tanto legal como administrativo que paulatinamente ralentiza los tiempos de repoblación. Esta indeseada parsimonia se ha visto traducida en plantaciones fuera de época hábil, que se intentan salvar a base de riegos ya ineficientes, o incluso en que las partidas presupuestarias se hayan visto transferidas al siguiente año. El éxito repoblador se reduce, la oportunidad temporal se pierde irremediabilmente y las campañas de repoblación van mermando su éxito.

Las cadencias de repoblación han sido variables, pudiendo establecerse una media de 100 hectáreas/año tanto en Gran Canaria como en Tenerife en los últimos 20 años, comparativamente unas 4-5 veces menos que durante el periodo histórico de máxima repoblación. Hay repoblaciones en las que se han realizado más de 5 campañas de marras. El éxito general de las repoblaciones e incluso la cifra exacta de hectáreas repobladas, es un dato con fuerte dispersión especialmente en Gran Canaria. La falta de un seguimiento técnico periódico, la no consolidación de algunas acciones y la carencia de una base documental integral, provocan importantes desajustes.

Tampoco podemos olvidar las drásticas consecuencias de los últimos grandes incendios forestales. En Gran Canaria son varias las repoblaciones que se vieron alcanzadas por el voraz incendio de 2019, la situación posterior no siempre invita a la autorecuperación. El trinomio especie-intensidad del incendio-tamaño (edad) se manifiesta de distintas formas, demandandola necesidad de volver a ejecutar y/o reforzar determinadas repoblaciones.

Los ritmos y los porcentajes de éxito de la política forestal vienen sin duda condicionados por el crecimiento vegetal. Según los trabajos de actualización del Plan Forestal de Canarias, no se alcanza siquiera la cuarta parte de las superficies planificadas a principios de siglo. La falta de un liderazgo forestal regional es evidente y las políticas insulares raras veces se plasman en documentos técnicos a largo plazo. Lanzarote y Fuerteventura, las islas más necesitadas desde el punto de vista de conservación del suelo, ya ni siquiera cuentan con ingenieros del ramo forestal en sus estructuras gestoras.

4.5. Experiencias y tendencias técnicas

Los protectores de plástico fotodegradable se han manifestado, en general, como imprescindibles para llevar a cabo las repoblaciones, además de su efecto condensador o de sombra estival, una importante utilidad añadida ha sido su facilidad para localizar las unidades reforestadas sobre todo entre la espesura del matorral. El uso de los hidrogeles procedentes de la práctica de la xerojardinería, tuvo un auge importante pero finalmente se acabó desdeñando quizás por un uso no adecuado y también por el probable secuestro de humedad entre el polímero y la planta.

En las escasas experiencias realizadas en Lanzarote y Fuerteventura el uso de goro de piedra, recreado hacia la dirección más frecuente del viento, se impone como una protección necesaria.

En la vertiente norte de Gran Canaria se han realizado importantes estudios y acciones basadas en la observación de la dinámica selvícola, en especial la auto recuperación del Laurel o las variaciones de luz en formaciones de especies foráneas caducifolias como Alamedas (*Populus alba*), Olmedas (*Ulmus minor*) o Castaños (*Castanea sativa*). La gestión de la sombra mediante la aplicación de cortas selectivas, ha permitido el avance en la sucesión climática con la reforestación de especies más nobles.

Por otra parte, poco a poco empieza a cobrar significado el hecho de que debe primar más «donde y que plantar» que el de «cuanto plantar». La reforestación estratégica mediante la creación de núcleos de dispersión o el establecimiento de pasillos de biodiversidad, aun cuando circulen por terrenos de titularidad privada, son actuaciones representativas de dicho planteamiento. Es muy importante que exista un grado de conectividad ecológica entre los relictos de monte verde o las repoblaciones que se encuentran en fase de regeneración.

La tendencia general se centra en la producción de planta de calidad con genotipo conocido y adecuado para la zona a restaurar. No se aconseja la plantación de esquejes en especies como Sauce (*Salix canariensis*) y Tarajal (*Tamarix canariensis*), la producción por semillas ha constatado mejores resultados en monte.

La micorrización de planta ha sido tímidamente ensayada con ectomicorrizas sobre Pino canario. Estos ensayos se han hecho desde la iniciativa privada contando a su vez con el apoyo del Instituto de Investigación Alimentaria de Cataluña (IRTA). Los especímenes fúngicos que se utilizaron fueron *Scleroderma verrucosum* y *Rizhopogon roseolus*. A nivel de endomicorrizas, donde se requieren el uso de laboratorios y medios más sofisticados, no se ha realizado ninguna experiencia con la flora vascular superior canaria.

Al hilo de las micorrizas conviene nombrar que recientemente se están realizando experiencias para preparar pulverizaciones líquidas fabricadas a partir de microorganismos propios del ecosistema de cada planta. Para ello se realiza una mezcla de tierra de recolectada en lugares seleccionados (inóculo), afrecho, melaza y agua. El proceso de fermentación pasa por una fase sólida y una fase líquida mediante unprensado con hatillo. Aún no se ha realizado un seguimiento de contraste, pero es de esperar que se note una diferencia beneficiosa a favor de la planta que se cultivó con parte básica del ecosistema original. Esta experiencia pretende demostrar que no solo basta la semilla para que una planta prospere.

En cuanto al control de invasoras, en especial *Pteridium aquilinum* o *Arundo donax*, cabe nombrar la utilización de barreras físicas en monte, en concreto la colocación de malla antihierba para buscar el agotamiento fotosintético y la anoxia del vegetal, reduciendo la ejecución de repetitivos desbroces de mantenimiento.

Especial atención merecen la utilización de recipientes de liberación lenta del recurso hídrico. Estos macrocontenedores, diseñados para la lucha contra

Figura 4.4. Creación de hatillo para la fase de fermentación líquida y llenado de bandejas



Fuente: Cabildo de Gran Canaria. Juan García

la desertificación, han ido evolucionando sus diseños, materiales de fabricación y también costes de adquisición. Del *Waterbox*® inicial construido en plástico se ha llegado al *Cocoon*® fabricado con turba prensada biodegradable. En el marco del Proyecto LIFE *TheGreen Link*, llevado a cabo entre varios países del arco mediterráneo, se realizaron importantes experiencias también en Gran Canaria.

Entre las mayores ventajas que ofrecen el uso de estos dispositivos se encuentra sin duda el aumento de la supervivencia de las plantas. Entre sus inconvenientes se puede incluir las dificultades para su transporte y llenado, la poca adaptación a terrenos pedregosos o con fuerte pendiente —provocándose roturas—, o la dificultad para aprovechamiento de la precipitación natural, al menos en el caso del *Cocoon*®. En un principio los principales inconvenientes también se centraban en los costes, pero, a la larga, la comparativa plantación-riegos y plantación-recargas llega a compensar la inversión. Quizás la mayor ventaja del uso de estos recipientes hay que buscarla en su independencia de los factores administrativos a la hora de que la planta disponga del recurso hídrico justo cuando lo necesita. Esta última afirmación en el actual contexto de cambio climático cobra un especial significado. Existe una alta relatividad al comparar esta metodología con el método clásico. Factores como la aridez en el momento de ejecutar los riegos y la calidad de ejecución de los mismos; hace muy complicado la extrapolación de datos.

En cualquier caso, creemos importante valorar algunos detalles en cuanto al tipo de crecimiento cuando se utilizan contenedores de liberación lenta de agua:

- La humedad resulta superficial y lateral a la planta, desarrollándose una tendencia hidrotópica perimetral que contradice al geotropismo, al menos en especies de raíz pivotante.
- La disponibilidad constante del agua hace que la planta no realice parón estival alejándose pues del ciclo natural.

Estas circunstancias, especialmente en zona sur, pueden provocar una arquitectura de planta algo descompensada y/o débil para poder afrontar su supervivencia con garantías una vez que el contenedor ya no se recargue. Además en el caso particular del Pino canario ha de considerarse el denominado retraso ontogénico señalado por estudiosos como J. Climent (2007): a diferencia de otras pináceas la especie canaria es capaz de mantener las hojas juveniles durante varios años, incluso seis, invirtiendo solamente la energía en el crecimiento radicular. Se ha podido comprobar que cuanto más seca es la estación más profundiza la raíz, contabilizándose longitudes de hasta 4 metros. La humedad desde el primer año invertiría esta respuesta adaptativa.

Tampoco olvidemos que con el uso de este tipo de contenedor, llegado al final de la vida útil y/o cuando se retire el mismo, quedará un hueco que debe ser cubierto: el enterramiento del orden de 20-30 cm del cuello de la raíz no suele comprometer la supervivencia de las especies forestales, pero si supondrá un coste de ejecución.

Por otra parte, cabe reseñar la realización de plantaciones, en parcelas públicas experimentales, de especies de crecimiento rápido tales como *Paulownia ssp.*,

Figura 4.5. Plantación de pino canario con dispositivo de liberación lenta de recurso hídrico (Cocoon®)



Acacia melanoxylon, *Grevillea robusta* o distintas especies del género *Eucaliptus*. Los crecimientos sin aplicación de riego continuado han sido considerables. También en Gran Canaria conviene nombrar el auge que está experimentado la producción de almendra. Esta iniciativa, impulsada desde el sector privado y el asociacionismo, constituye un interesante modelo para la recuperación de tierras agrícolas en proceso de abandono.

En las islas orientales existen algunas experiencias puntuales con xéricas de alta bondad y rendimiento: Tamarugo (*Prosopis tamarugo*), Moringa (*Moringa oleífera*), Argán (*Argania spinosa*) o *Jatropha spp.* Estas especies aglutinan distintas propiedades que van desde el sector alimentario y ganadero, al cosmético y a los biocombustibles.

4.6. Los retos de la repoblación para el presente siglo

A fecha actual todavía es aseverable que la superficie forestal archipelágica se podría duplicar. Dentro del contexto de un nuevo escenario climático la repoblación, si cabe, cobra mayor auge. Ante todo, la necesidad de asegurar el recurso suelo debe primar ante el deseo de recuperación del nostálgico «*paraíso perdido*». Los esfuerzos deberían centrarse en las zonas con mayor pérdida potencial de suelo, es decir: vertiente sur de Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura.

A la vez que se restauren las superficies públicas el reto de la repoblación sigue pivotando en el desarrollo de una extensión forestal vertebrada en una estructura técnico-administrativa estable y cercana al propietario. Tras los últimos grandes incendios forestales vuelve a plantearse conceptos como el «*paisaje mosaico*». La idea es combinarla conservación/ampliación de áreas estratégicas de biodiversidad, con un potente sector primario orientado a satisfacer un mercado local comprometido con su entorno natural. Este planteamiento, cuya práctica requiere del compromiso de todos, busca la mejora de los territorios abandonados hacia modelos preventivos y de autoprotección con mayor piroresistencia y calidad ecológica. En la provincia occidental una necesidad común es la reactivación y/o reintroducción de especies como el almendro y el castaño, buscando a su vez establecer una barrera física de protección frente al incendio forestal.

Es importante apuntar que la activación de la gestión de la propiedad privada demanda hoy fórmulas legales que permitan la ocupación pública de tierras con propiedad desconocida, guardando derechos de tanteo y retracto a favor de posibles propietarios que aparezcan después del proceso de ocupación pública. Por otra parte la mejora forestal de la propiedad privada también debería aparejar un reconocimiento legal por las funciones sociales y ambientales que generan. La relación entre repoblación forestal y el desarrollo de una política de pagos por servicios ambientales, basados en economía del carbono, constituyen sin duda uno de las grandes líneas de futuro.

El proceso de poner freno a la degradación al territorio y su biodiversidad sigue pasando por establecer una solución definitiva al problema del ganado guanil. Quizás lo absurdo y destacado de esta situación es que se hace por tradi-

ción, ya que ni siquiera genera rentas económicas. Erradicar el problema y su amenaza resultará más económico que los costes de protección pie a pie, permitiendo además una ganancia en rendimiento que sin duda se vería traducida en una mayor superficie de repoblación. Para Fuerteventura se ha señalado la necesidad de vallar por encima de los 700 mts a fin de lograr preservar y mejorar su castigada naturaleza. Uno de los problemas es que el proceso requiere de una mayor implicación política ya que la solución conlleva también un cambio de mentalidad cultural. Los ganados sin control por el monte no son pastoreo y esta actividad debería pasar directamente al cajón de los recuerdos etnográficos. Es necesario establecer un proceso decidido y progresivo, mejor si procede de una esfera suprainsular, aparejando además su correspondiente acción de educación social.

Aumentar el éxito repoblador sigue siendo, en esencia, uno de los grandes y tradicionales retos de la repoblación forestal. Muchas veces supone un contrasentido que la huella ecológica que se pretende compensar aumenta cuando el éxito de las repoblaciones es mínimo. Es importante plantearnos una reflexión: aunque poseemos más y mejores medios técnicos, e incluso económicos —aunque sea por pulsos—, lo cierto es que los porcentajes de marras son elevados y más de una vez inaceptables. El hecho de encontrarnos ante un escenario climáticamente más complicado requiere un mayor esfuerzo y esmero técnico para conseguir instalar nuevos bosques. La capacidad de riego hace que quizás nos olvidemos que estamos tratando con seres vivos y que, en definitiva, tratamos de imitar a la naturaleza. En este contexto es muy importante respetar las épocas hábiles de manera que se respete el comportamiento «salvaje» de las especies que manejamos. Así pues, debería establecerse como «regla de oro» cualquier plantación forestal más allá del año en curso: la campaña de repoblación debe concentrarse exclusivamente en los meses de octubre, noviembre y diciembre de cada año. Repoblar fuera de esta época no debe considerarse ni siquiera como una opción excepcional. Si es necesario repoblabemos menos, pero repoblabemos mejor.

Por otra parte, es más que recomendable recuperar el seguimiento directo de las obras de repoblación. La antigua figura de los serviciales Guardas Forestales merece ser suplida por la *del «Vigilante de Obra Forestal»*. La labor de estos profesionales, además del seguimiento, consistiría en inspección y control de calidad a las empresas ejecutoras de obra. Al hilo de la reflexión técnica anterior, una vez tengamos garantizado un adecuado seguimiento, podría incluso evitarse el riego estival admitiéndose un porcentaje máximo de marras a favor de fomentar individuos más tenaces, o bien retrasar al máximo la aplicación de riegos de emergencia. No puede olvidarse que, en el proceso de imitación de la naturaleza, la aplicación del primer riego de emergencia supone la apertura estomática por lo que será siempre necesario garantizar la ejecución de los siguientes.

Con el tiempo, el seguimiento y a la atención a las repoblaciones, debería converger en la elaboración/disponibilidad de una cartografía actualizada en la que se refleje el estado real de las repoblaciones. El grado de éxito y arraigo de las inversiones públicas constituye sin duda un indicador de gobernanza y transparencia en la gestión. De manera correlativa podría existir un portal web donde se vea claramente lo invertido, plantado, arraigado y sus costes de mantenimiento.

Además de advertir de los momentos de acción y oportunidad para la ejecución de desbroces, riegos o podas, este seguimiento también debe prever la eliminación de elementos no naturales que quedan tras la reforestación. Por ejemplo, la retirada de protectores una vez que hayan cumplido su función, no olvidemos que son plásticos fotodegradables, pero no biodegradables. Otros restos que permanecen en monte tras la repoblación suelen ser restos de redes de riego, tutores, bandejas vacías, vallados y hasta carteles de obra.

Por otra parte, desde la comunidad técnica, en los últimos años se viene demandando una mayor especialidad y profesionalidad. Aunque plantar un árbol pueda considerarse, erróneamente, como una tarea sencilla, sacar adelante una repoblación es ya una cuestión profesional. Es por ello que en el planteamiento de nuevas soluciones debe buscar más la adaptación del procedimiento administrativo a la repoblación y no al contrario; se apunta la posibilidad de las *«repoblaciones plurianuales»*. Esta solución lo que pretende es que el proceso y el procedimiento repoblador no se limite a una plantación y un riego. Mediante un adecuado diseño y un sistema de pago adaptado a las distintas fases, comprometiendo presupuestos plurianuales, se pretende que la obra recepcionada sea finalmente una repoblación consolidada. La duración de este trabajo profesional a *«repoblación garantizada»* debería ser cuanto menos de tres años y estaría siempre sostenida y reflejada bajo la figura de su correspondiente proyecto técnico.

Centrándonos en el aumento del éxito reforestador debe seguir apostándose por el uso de las diferentes tendencias que se vienen desarrollando. No hay que olvidar la primacía del criterio estratégico de donde plantar, es decir donde puede ser más efectiva una repoblación para que, con el tiempo, contribuya a un mayor aumento y enriquecimiento de la dinámica natural. La tendencia a la mecanización es ya incuestionable en vertiente sur y oeste, pero debería igualmente aplicarse en vertiente norte. El aumento en el uso de micorrizas y otros microorganismos de bosque son sin duda procesos basados en la imitación de la naturaleza que no podemos dejar de potenciar.

Igualmente se debe seguir luchando contra el empobrecimiento genético siendo lo más recomendable aumentar las fuentes semilleras y vincular los criterios de comercialización a la propia labor de repoblación reflejando la trazabilidad y estableciendo criterios de evaluación de la calidad previa a la plantación.

El uso de recipientes de liberación lenta del recurso hídrico constituye una importante alternativa a tener en cuenta en determinadas situaciones. No obstante, conviene reseñar que el proceso no es acorde con los ciclos naturales de la planta y que sobre todo este hecho no debe justificar la plantación fuera de época hábil. El método debe seguir optimizándose especialmente en el fomento de una arquitectura de raíz modelada por una humedad que se encuentre por debajo, y no al lado del sistema radical. No olvidemos que se trata de una metodología pensada para el sector agrícola productivo, siendo lo interesante avanzar hacia un dispositivo más forestal.

Entre otras técnicas y/o tendencias que se comentan en los foros técnicos conviene destacar al menos dos:

- El enriquecimiento del suelo en repoblaciones de vertiente sur, a ser posible con compost procedente de las plantas de tratamiento de residuos de podas y lodos de depuradoras.
- El establecimiento de pequeñas reforestaciones estratégicas ligadas a la existencia y/o restauración de nacientes o depósitos captanieblas, cuyo mantenimiento dependa de la instalación de sistemas autónomos de riego y goteros.

Basándonos en la experiencia de otras regiones forestales es evidente que se puede aspirar a un equilibrio entre producción y conservación, incluyendo así mismo la protección frente a incendios. Recuperar una visión productiva en las islas pasaría ineludiblemente por la creación de un sector forestal privado. Este ambicioso objetivo cuyos inicios precisa de la ayuda o impulso administrativo no debe verse como algo inalcanzable. En el modelo de sociedad actual, al menos en islas capitalinas y otras de gran extensión como Fuerteventura, el sector forestal privado debería orientarse hacia las actuales tendencias de modelos energéticos basados en energías renovables. Junto a estas especies cultivadas para la producción de biomasa energética podrían combinarse las bondades de otras incluso para producir madera. Hablamos siempre de recuperación de antiguos cultivos agrícolas en zonas de baja calidad ecológica. Estas plantaciones de alto rendimiento reutilizando a su vez aguas residuales podrían llegar a crear un paisaje más estético, forestal, armónico y sobre todo más sostenible.

En todo caso la recuperación de una política forestal común resulta una pieza clave para cualquiera de los logros forestales que se plantean. El monte no puede atenderse basándonos en la inmediatez presupuestaria o en promesas y vaivenes políticos. La experiencia demuestra que la máquina técnico-administrativa no responde a estos cambios de ritmo. La ausencia de un marco de planificación unido a la falta de respuesta normativa de la ley nacional (Canarias es una de las cuatro Comunidades Autónomas que aún no lo ha hecho) provoca un vacío legal que desmerece la importancia e impide el avance del sector forestal. Una nueva perspectiva regional, siempre en colaboración y con la participación de los órganos gestores, ayudará a identificar los cuellos de botella, afianzar objetivos y consensuar directrices. Asegurar los presupuestos dentro de una nueva hoja de ruta es, en definitiva, el gran reto para la repoblación de los próximos años.

Referencias bibliográficas

- Climent J., Gil L., López R. (2007) *El pino canario (Pinus canariensis), una especie singular*. Revista Ecosistemas 16 (1): 80-89.
- Gil Sánchez L., González Doncel I.,(2013). *Historia del paisaje forestal de las Islas Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: Excmo. Cabildo Insular de Tenerife
- Gil Sánchez L. et al (2016) *El pino canario un superviviente entre volcanes* .Revista Indiferente - Ciencia y Divulgación n°22.

- González Navarro J.A., (2005). *Los oficios del bosque.: una visión antropológica del aprovechamiento forestal en Gran Canaria en la primera mitad del siglo XX*. Fundación para la Etnografía y el Desarrollo de la Artesanía Canaria. Cabildo de Gran Canaria.
- González Artiles F. (2019).» The Green LinkLIFE15 CCA/ES/000125». Jornadas Forestales de Gran Canaria.
- Guzmán Ojeda J. (2012). «*Actualización del Plan Forestal de Canarias y nueva propuesta de programación*». Viceconsejería de Ambiente Gobierno de Canarias
- Guzmán Ojeda J. (2014). «*Inventario y evaluación de la dinámica selvícola, directrices de gestión forestal del piso de vegetación del monte verde de la isla de Gran Canaria*» Life Paloma Rabiche. Consejería de Ambiente y Emergencias. Cabildo de Gran Canaria.
- Guzmán Ojeda J. (2015). «*Estrategia para la restauración forestal del Monte verde Gran canario según criterios de dinámica selvícola*». Consejería de Ambiente y Emergencias. Cabildo de Gran Canaria.
- Lobo Cabrera M., (1998). *Formas de poder y economía canaria en los siglos XV-XVI-II*. Investigaciones históricas,18:13-27
- Naranjo Borges J., Velázquez Padrón C., (2013). «Producción de plantas y repoblación forestal». *Ingeniería Forestal y Ambiental en medios insulares*. Historia del paisaje forestal de las Islas Canarias. Madrid: Colegio de Ingenieros de Montes.
- Naranjo Borges J. (1995). «*Crecimiento juvenil en Lauráceas en distintas calidades de estación en la isla de Gran Canaria*». Vector Plus 4, 17-27.
- Pera alvarez J., PARLADÉ Izquierdo X. (2005). «*Informe final de contrato*».Aya-gaures Medioambiente - Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries
- Scholtz Stephan (2015). «El efecto de la ganadería extensiva sobre la vegetación y flora de Fuerteventura». Jornadas Forestales de Gran Canaria.
- Varios autores (2019). «Biofábrica: Microorganismos del bosque». Jornadas Forestales de Gran Canaria.
- Varios autores, (1999). *Plan Forestal de Canarias. Ingeniería Forestal y Ambiental en medios insulares*. Viceconsejería de Ambiente Gobierno de Canarias.

Capítulo 5

Gestión de los montes canarios ante el nuevo escenario de incendios forestales

JESÚS BARRANCO REYES
Ingeniero de Montes

5.1. El fenómeno

Es imposible hablar de nuestros montes sin mencionar los incendios forestales. Este fenómeno ha pasado de preocupación estacional, a drama social agudo, aunque de carácter efímero. Una perturbación natural descontrolada, cuyos efectos se han agravado por la reconfiguración de la geografía natural realizada por el ser humano, y que alcanza el estatus de *trending topic* cada verano. El debate sobre los incendios forestales ha pasado de restringidos foros académicos a los hilos de Twitter. Este intercambio público es, probablemente, el único entorno más volátil y explosivo que el propio frente de las llamas. Por eso, es inevitable considerar este aspecto en cualquier texto que aspire a recoger, con mayor o menor amplitud, los retos a los que se enfrenta la gestión forestal y ambiental de nuestros montes.

Cualquier propuesta de gestión de nuestros montes que ignore las particularidades y consecuencias de la problemática de los incendios forestales está abocada al fracaso.

Cualquier propuesta de gestión de nuestros montes que considere, exclusivamente, las particularidades y consecuencias de la problemática de los incendios forestales está abocada al fracaso.

Es nuestra responsabilidad ser capaces de integrar este factor en su justa medida, dentro del carácter poliédrico que se debe exigir a la gestión.

5.2. Evolución, generaciones, y otros palabras

Es habitual, en la actualidad, describir el escenario de incendios al que nos enfrentamos en función de las llamadas «generaciones». Si bien se trata de una tipología que presenta algunas dificultades de aplicación en el fragmentado territorio insular, sigue resultando extremadamente útil para apreciar la evolución del fenómeno en nuestro ámbito.

Tabla 5. 1. Generaciones de grandes incendios clasificados por década

Gen.	Explicación	Tipo de Incendio	Respuesta contra los incendios
1 ^a 1950s y 1960s	La continuidad del combustible sobre el terreno permite grandes perímetros. Ya no existen superficies agrícolas que interrumpen el combustible, privando a la extinción de zonas de anclaje.	Incendios que queman de 1.000 ha a 5.000 ha. Incendios de superficie, dirigidos principalmente por el viento.	Respuesta contra incendios tradicionales, basada en recursos locales, y reforzada con personal estacional. Se construyen puntos de agua, cortafuegos, y estructuras lineales como anclaje, y carreteras para aumentar la accesibilidad.
2 ^a 1970s y 1980s	Velocidad de avance. La acumulación de combustible permite incendios más rápidos y focos secundarios. La velocidad del fuego supera a la de las líneas de control.	Velocidad de avance. La acumulación de combustible permite incendios más rápidos y focos secundarios. La velocidad del fuego supera a la de las líneas de control.	Densa red de vigilancia y extinción, para asegurar una rápida y potente llegada de autobombas y helicópteros. Más recursos para un ataque directo contundente. El agua parece ser la herramienta ideal. Aumenta el número de recursos aéreos implicados.
3 ^a 1990s	Intensidad del fuego. La acumulación del combustible permite continuidad con la copa, resultando en incendios de copas activos, y grandes columnas convectivas, fuera de la capacidad de control. Cada incendio ofrece escasas oportunidades de control. El fuego cambia de comportamiento más rápido que la velocidad a la que la información se mueve a través de la cadena de mando.	Incendios de copas y abundantes focos secundarios. Incendios de 10.000 ha a 20.000 ha. Las olas de calor extremo sirven de apoyo a incendios de alta intensidad.	Se introducen los modelos de riesgo, para adaptar la disponibilidad de recursos a la probabilidad de grandes incendios. Se identifica el análisis de incendios como una herramienta para planificar de antemano, y no solo para reaccionar a posteriori al fuego. Se mejora la eficiencia usando un abanico de oportunidades más grande, ampliando las técnicas de extinción: se reintroduce el fuego y las herramientas mecánicas y manuales, reforzando el ataque aéreo, y mejorando la eficiencia con herramientas combinadas. Se introducen unidades logísticas y se baja el nivel de decisión para una respuesta más veloz frente a los cambios en el comportamiento del fuego.

Gen.	Explicación	Tipo de Incendio	Respuesta contra los incendios
4 ^a Desde 2000	El Interfaz Urbano-Forestal (WUI por sus siglas en inglés) se ve afectado por los incendios forestales. Las áreas residenciales e industriales se ven cada vez más afectadas por incendios forestales.	Fuegos que pueden comenzar y terminar dentro del Interfaz Urbano-Forestal, quemando más de 1.000 ha.	Las nuevas circunstancias obligan a cambiar el modelo, de atacar el fuego a defender personas y casas, en una nueva situación defensiva. El análisis de incendios crece como herramienta. Los simuladores, GPS y sistemas de información geográfica se emplean para seguir los recursos en tiempo real.
5 ^a Desde 2010	Mega Incendios. Las zonas en riesgo se enfrentan a grandes, veloces y extremadamente intensos incendios simultáneos.	Incendios de copa simultáneos, que implican zonas de interfaz urbano, principalmente durante las olas de calor	Situación actual. Se requieren nuevas habilidades para responder a grandes incendios simultáneos. La respuesta es la compartición de recursos, pero también se requieren nuevos tipos de conocimiento, cooperación e intercambio de información y experiencias.
6 ^a Desde 2016	Grandes incendios forestales que se ven afectados y condicionados por el cambio climático. Bosques estresados, que al arder alteran las condiciones meteorológicas locales.	Fuegos que liberan grandes cantidades de energía, generando nubes convectivas a capas alta de la atmosfera. Crecimiento errático y sorpresivo.	...

Fuente: Marc Castellnou y Marta Miralles (2009); Marc Castellnou (2018)

Los incendios de Gran Canaria de los últimos años han sido un claro ejemplo de la deriva a la que nos enfrentaremos en los próximos años, aventurándose en el ámbito defino como de «6^a Generación».

5.3. Prevención vs Gestión

La habitual referencia a la prevención como solución frente a los incendios forestales resulta, en ocasiones, cuestionable.

No porque carezca de fundamento. Todo lo contrario. La imparable carrera armamentística que hemos iniciado contra el fuego, basada en la proliferación y acumulación de medios, hace tiempo que demostró su incapacidad para resolver, o incluso minorar, el problema. Pero la forma en la que es articula y, en ocasiones, esgrime el término, merece ser puntualizada.

Por un lado, porque ha terminado por convertirse en una respuesta automática a la incapacidad de control de los eventos que nos afectan. De inicio, depositamos nuestra confianza en los operativos de extinción, que responden a ella con la habitual eficacia. No debemos olvidar que contamos operativos extremadamente eficaces en la extinción. Esta característica es atribuible a todos y cada uno de los distintos operativos insulares, pero también es extensible al resto de España. Pese a la diversidad y grandes diferencias existentes, lo cierto es que los resultados, en bruto, demuestran una enorme capacidad de primera respuesta, controlando y extinguiendo la gran mayoría de los conatos e incendios incipientes, en un breve plazo de tiempo.

Figura 5.1. Llamas en un incendio forestal



Fuente: Jesús Barranco

Sin embargo, en cuanto esta respuesta falla, cuando ese pequeño porcentaje de incendios devastadores, que escapan a nuestra capacidad de control, se manifiesta, acudimos inmediatamente a la petición reiterada de mayor inversión en la prevención. Como si la dicotomía prevención-extinción se solucionara mediante la exclusiva atribución de nuestra atención, y nuestros fondos, a una de ellas. Las políticas destinadas a la prevención sanitaria y a mejorar la salud pública no evitarán que siga siendo necesario disponer de ambulancias y hospitales. De igual manera, una mayor inversión en prevención nos ayudará a gestionar el fenómeno que representan los incendios forestales, pero no podemos acudir a ella como

otro nuevo *botón mágico*, cuya existencia nos permita dismantelar los operativos de extinción, y despreocuparnos de una vez por todas de la presencia del fuego.

Los interruptores son infrecuentes en la naturaleza.

Por otro lado, porque el término prevención es amplio, por no decir ambiguo. Las iniciativas educativas sobre la problemática de los incendios son prevención. La instalación de cámaras de vigilancia es prevención. El establecimiento de regulaciones sobre el uso de zonas recreativas forestales en períodos de riesgo es prevención. Y todo ello es útil y beneficioso. Pero nuestros montes lo que necesitan es gestión.

Sí, la mayor parte de las actuaciones que etiquetamos como *preventivas* se pueden asimilar a tareas propias de la gestión forestal. Tratamientos selvícolas, creación de infraestructuras de comunicación, reforestaciones, cambios de la composición específica de las masas. Pero la gestión de nuestros montes conlleva mucho más que el mero hecho de limitar las posibilidades de ignición o propagación de las llamas. Y la salud de nuestros bosques no depende únicamente de las actuaciones que realicemos frente al fuego. Hay que recordar que, como algunas administraciones han citado en ocasiones previas, la política preventiva más efectiva frente a las llamas pasaría por la eliminación de los árboles. Y nosotros queremos ir más allá de esto.

Debemos, por tanto, escapar de la sempiterna alusión a la *limpieza del monte*, pues el monte no es ni debe ser un parque, las demandas de aprovechamiento que configuraron su pasado ya no existen, y las condiciones en las que se desarrollan los incendios de hoy no son las del ayer.

Nuestros montes necesitan más gestión, y mejor gestión. Necesitan de una atención que hace tiempo les negamos, convertidos en una carga de difícil gestión técnica, alejada de nuestros usos, objeto de demandas poliédricas y diversas, cada vez más complejas y, en ocasiones, contradictorias.

Y, en esa política de gestión, la defensa frente a los incendios forestales debe estar integrada como un factor más. Como una de sus principales amenazas, sin duda, puesto que no solo afectan a su propia integridad natural, sino que se configuran como una potencial emergencia social y ciudadana, que trasciende más allá de los límites tradicionales de las masas arboladas. Pero nunca como eje único.

5.4. Homo gestor

No podemos, desgraciadamente, aspirar a lograr una gestión integral del total de nuestro territorio, puesto que la inmensidad de esta tarea se ha demostrado ya inabarcable para nuestros medios. Ese tren hace tiempo que partió, por muchas propuestas alegres y, en ocasiones, demagógicas que se emitan al respecto. Para poder realizar la mejor gestión posible para nuestros montes, debemos asumir nuestras limitaciones, y priorizar, sectorizar y seleccionar. Debemos definir actuaciones, y sus condiciones de aplicación. Y todo ello, en virtud de objetivos claros y específicos.

En resumen: que tenemos que planificar la gestión.

Hace ya años se identificó la grave carencia de instrumentos de planificación y gestión que acuciaba a nuestros montes. La situación era variable según islas, pero generalizable, aun así. Fruto de ello, se inició un nada desdeñable esfuerzo planificador, tratando de desarrollar herramientas adecuadas para la mayor parte de nuestros montes. Herramienta todas, pero diversas, dependiendo de las especiales características de nuestra ordenación territorial.

Por desgracia, en no pocas ocasiones, el resultado de esta labor ha sido la proliferación de proyectos, primorosamente encuadrados, que adornan estanterías construidas *ex profeso* para ello. A pesar de los intentos, no toda la planificación documentada se ha traducido en gestión periódica de las masas. Y mucho menos en gestión regular, no condicionada por impulsos presupuestarios esporádicos.

Además, la necesidad de abordar múltiples objetivos tiende, en ocasiones, a favorecer la proliferación de instrumentos diferenciados, inconexos, desvinculados del resto de herramientas. En ocasiones, la especificidad de la respuesta necesaria ha servido como excusa para ignorar, durante su desarrollo, la existencia de fórmulas de planificación paralelas, que coexisten en espacio y tiempo con las que se incorporan.

Hemos creado un mosaico de planificación que es capaz de superponer planes rectores de uso y gestión, planes directores, normas de conservación, planes especiales, planes de gestión forestal sostenible, planes de defensa contra incendios, planes ZARI, planes INFO-isla... intentando compatibilizar propósitos diferentes, en espacios fragmentados, y con herramientas, en ocasiones, contradictorias.

La integración de objetivos requiere algo más que la acumulación y superposición de los mismos.

Sí, sabemos que no es una propuesta novedosa. Llevamos hablando de la necesidad de gestión desde hace décadas, con algunos éxitos y numerosos fracasos. A estas alturas, como hemos señalado, ya somos más que conscientes de nuestra incapacidad para gestionar el total de nuestro territorio forestal en las islas. Especialmente en lo referente a su respuesta frente a los incendios forestales. Las dinámicas naturales superan ampliamente nuestra capacidad de modificarlas y orientarlas de forma persistente, cuando nos enfrentamos a la amplitud superficial actual.

Además, la integración de diferentes objetivos es algo que necesita mucho más que la enunciación teórica. Requiere de un trabajo arduo de coordinación, y también de la voluntariedad de aceptar que la gestión de nuestras masas trasciende de nuestros objetivos técnicos específicos.

Por eso toca ser realistas, y que nuestros instrumentos de gestión y ordenación sean capaces de priorizar las actuaciones en aquellas zonas estratégicas que permitan obtener, en el conjunto de nuestros montes, los resultados esperados.

Figura 5.2. Lucha contra incendios forestales en la isla de El Hierro



Fuente: Jesús Barranco

Las herramientas específicas son múltiples. Y la mayoría lleva tiempo con nosotros. Desde la selvicultura tradicional a los aprovechamientos de biomasa; nuevas políticas agrarias y el fomento de la ganadería extensiva; uso público o

empleo del fuego técnico. Rara vez una sola nos va a permitir resolver problema alguno, pese a que seguiremos siendo testigos de numerosas apelaciones a soluciones milagrosas. Por lo que toca acudir de nuevo al tan manido concepto del carácter multidisciplinar de la gestión. De nuevo, algo más fácil de vocalizar que de aplicar.

5.5. El sendero de la resiliencia

En lo referente a la integración de las políticas orientadas a la defensa frente a los incendios en el marco de una gestión holística de nuestras masas, probablemente sea hora de consolidar la idea de la *resiliencia* de las masas.

No por manido y abusado, deja el término resiliencia de ser importante. No se trata de una característica mágica que inocular en las masas forestales, sino de una condición naturalmente adoptada por todas las poblaciones naturales cuando se encuentran en equilibrio con el medio que les rodea. El problema es que, para que engañarnos, es difícil alcanzar el equilibrio cuando nuestra mano, directa o indirectamente, altera permanentemente las condiciones del medio. Más aún cuando nos obligamos a recordar que estos equilibrios, lejos de ser una imagen estática, son el resultado de dinámicas agitadas y voraces, cuya escala temporal nos cuesta visualizar.

Por ello, es imposible obviar la necesidad de contribuir a los procesos naturales mediante la gestión de nuestros montes, arbolados o no, como forma de favorecer su supervivencia. El camino no es el de la invulnerabilidad, que a veces parece ondear bajo determinadas propuestas, puesto que esta no solo es indeseable, por antinatural, sino también inalcanzable. El camino, en todo caso, debe ser el de la resiliencia de las masas. Un mecanismo de respuesta ante las perturbaciones que varía de forma notable, en función de la especie, la estación, y una miríada de factores no siempre reconocibles. Y que debe implicar, por tanto, un estudio real de las especificidades. La gestión de las masas debe ser, por tanto, específica, y debe aceptar la existencia de las perturbaciones que afectan al monte. Nuestra responsabilidad es, por tanto, conseguir que esas perturbaciones se mantengan dentro de los límites en los que la resiliencia adquirida puede dar respuesta.

Tenemos que aceptar el concepto de fuego, y valorar su incidencia en nuestros montes, logrando que nuestra gestión activa de las masas permita que su respuesta ante el mismo sea viable, y minimice los daños sufridos. Esto es especialmente relevante en un entorno como el canario, dónde convivimos con especies paradigmáticamente adaptadas a esta circunstancia. Si bien esta circunstancia no es extensible a todas nuestras formaciones, nos debe impulsar más aun a conseguir que este tipo de aproximación a la prevención sea parte de un proceso mayor, integrado con el conjunto de actuaciones que nuestros montes demandan.

5.6. Andar el camino

Es decir, por un lado, debemos lograr que las masas sean resilientes ante las perturbaciones naturales, incluidos los incendios, no solo como mecanismo para su supervivencia, sino también para la nuestra, dado el cariz catastrófico que alguno de estos fenómenos, como los incendios, desarrollan. Por otro, este no debería ser, en todo caso, el único objetivo de la gestión, subordinándose e integrándose en las necesidades generales de nuestros montes. Necesitamos una gestión real, y realista. Planificada y orientada, que sepa convertir todas estas demandas en acciones concretas, y que nos ayuden a acercarnos cada día un poco más a nuestros objetivos. Y, de paso, a no vernos cada verano más y más desbordados ante la magnitud del fenómeno de los incendios forestales.

No es sencillo. No es fácil. No es la primera ni la última vez que se plantea. Y las propuestas de compatibilización de objetivos se han desarrollado hasta la saciedad en el ámbito teórico.

Pese a todo, negarnos a pelear en y por esta vía, es aceptar el actual devenir del fenómeno. Es aceptar no gestionar, sino defender. No anticipar, sino reaccionar. Y es aceptar quedarnos, una vez más, sin capacidad de respuesta ante el fuego.

Referencias bibliográficas

- Alegre, A., Ortiz Miranda, E.D. y Moreno Pérez, O.M. (2012). Lecciones de política rural: la política rural de la Unión Europea y su aplicación en España. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Aguirre F. Et Al. (2006) *Manual de Formación de Incendios Forestales para Cuadrillas*. 2ª Ed. Zaragoza: V.A. Impresores. Gobierno de Aragón/Tragsa.
- Barranco Reyes J. (2019) *Manual de Lucha contra Incendios Forestales. Nivel I & II*. El Hierro.
- Caamaño J. (2008) *Operaciones y Coordinación de Medios Aéreos en Incendios Forestales*. Gran Canaria: Pau Costa Foundation; Cabildo de Gran Canaria.
- Cardil A.; Molina D.M. (2003) *Víctimas en incendios forestales en el periodo 1980-2010*. Valladolid: 6º Congreso Forestal Español.
- Cardil A.; Molina, D.M. (2013) *Large wildland fires in three diverse regions in Spain from 1978 to 2010*. Forest Systems, 22(3). Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA).
- Cardil, A.; Molina, D.M.; Kobziar, L.N.; (2014) *Extreme temperature days and their potential impacts on southern Europe*. Natural hazards and earth system sciences 14(11).
- Castellnou, M.; Miralles, M.; (2009) «The Changing face of wildfires» en *Crisis Response* (2009, Vol. 4, núm. 4, pág. 56-57)
- Madrigal, J.; Hernando, C.; Guijarro, M.; Díez, C.; Marino, E.; De Castro, A.J. (2009) *Evaluation of forest fuel flammability and combustion properties with an adapted mass loss calorimeter device*. J Fire Sci.

Capítulo 6

La prevención de Grandes Incendios Forestales en Gran Canaria. La gestión del paisaje ante la era del cambio global

DÍDAC DÍAZ FABABÚ
Ingeniero Técnico Forestal

JAVIER BLANCO FERNÁNDEZ
Graduado en Ingeniería Forestal

FRANCISCO JAVIER NAVARRO KNECHT
Ingeniero de Montes

6.1. La sociedad grancanaria ante un nuevo desafío

Los Grandes Incendios Forestales (GIF) han dejado de ser algo excepcional en Gran Canaria. En el mes de agosto de 2019, dos devastadores GIF volvieron a poner en vilo a nuestra isla, afectando a casi 10.000 hectáreas. Es el octavo GIF en tan solo 12 años. En este contexto, las repercusiones sociales, económicas, ambientales y de seguridad ciudadana exigen tomar medidas eficaces de manera urgente para prevenirlos.

Realmente los GIF empezaron a mediados del siglo pasado, con el abandono del medio rural. Un importante cambio socioeconómico, sacudió profundamente el mundo occidental, y también a la sociedad grancanaria, afectando a su vez al paisaje insular. El exceso de vegetación que antes era aprovechada por agricultores, pastores, carboneros, leñadores y pinocheros, ahora se acumula irremediablemente en nuestros montes. Grandes cantidades de biomasa disponible para arder están esperando el momento propicio.

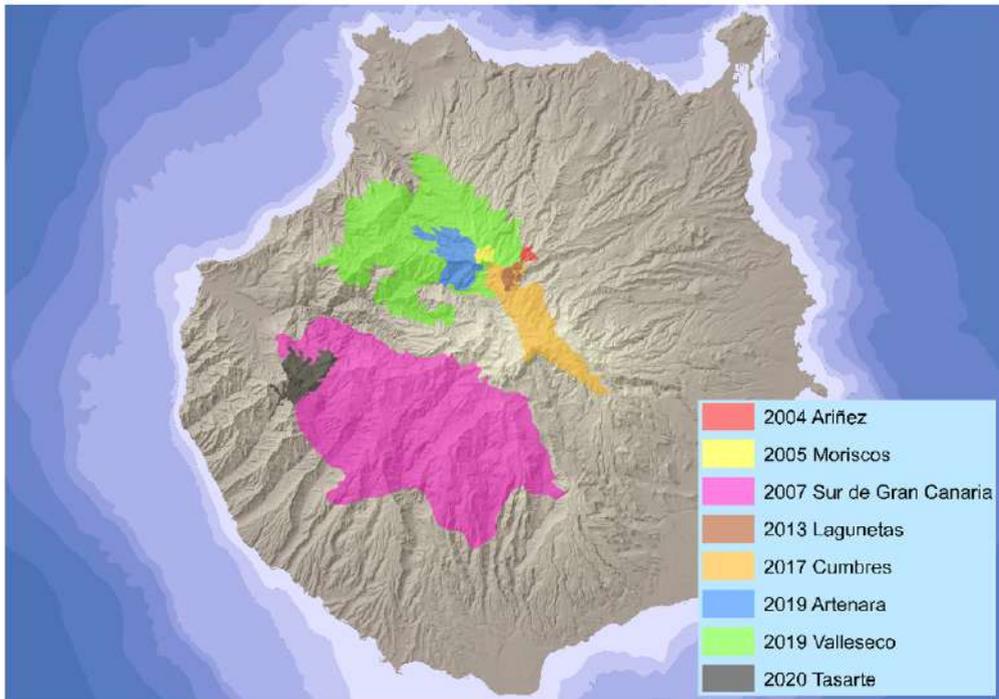
La «lucha contra el fuego», centrada en las últimas décadas en la utilización de más y mejores medios de extinción, está llegando al límite. Ningún servicio de extinción del mundo puede ya contener a unos pavorosos incendios que, con unas llamas de varios pisos de altura y unas velocidades de propagación nunca vistas, calcinan todo lo que se pone en su camino, ya sea vegetación forestal o núcleos poblados.

En las últimas décadas, este escenario se está viendo agravado por los efectos del cambio climático sobre la vegetación. Nuestras masas forestales, que nacieron con un clima mucho más benigno, ahora sufren estrés hídrico. Los veranos cada vez más largos y las lluvias cada vez más escasas, aumentan la evapotranspiración y reducen el contenido de humedad, y contienen una mayor proporción de partes muertas y secas. Las especies son ahora más vulnerables al fuego, a la vez que contribuyen a un comportamiento aún más extremo de los incendios.

Paradójicamente los GIF son el evento que más superficie de paisaje «gestiona». Eso sí, de manera no intencionada y sin control, provocando graves daños a

los ecosistemas. En pocos días, un GIF puede «gestionar» miles de hectáreas, como desgraciadamente se ha podido contemplar en los últimos años. Desde el año 2000, los 8 GIF de Gran Canaria han afectado a unas 32.000 hectáreas. Es decir, casi la mitad de la superficie de las Zonas de Alto Riesgo de Incendios (ORDEN por la que se modifica la Orden de 5 de agosto de 2005, que declara las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Canarias, 2008). Estos datos reflejan un periodo de retorno (probabilidad de ocurrencia de un incendio en un periodo determinado) inferior a 40 años. La zona de cumbres y la zona sur han sido las más afectadas, por lo que sería interesante establecer unas Zonas Homogéneas de Régimen (ZHR).

Figura 6.1. Grandes Incendios Forestales en Gran Canaria. Periodo 2000-2020



Fuente: Elaboración Propia

En relación con los efectos ecológicos hay que destacar que muchos de los ecosistemas canarios, adaptados a fenómenos como el vulcanismo y las tormentas eléctricas, han evolucionado con el fuego, por lo que están verdaderamente adaptados a esta perturbación. El pinar canario es un claro ejemplo (Arévalo J. , y otros, 2014), con sus diferentes adaptaciones como el rebrote epicórmico, las piñas serótinas, la corteza gruesa, y las diferentes estrategias adaptativas de su cortejo florístico (rebrote vegetativo y semillas resistentes al fuego). El verdadero problema ecológico de los GIF, y que lo diferencia del régimen natural de incendios, es la intensidad, severidad y la estacionalidad. La alta intensidad generada por los GIF, principalmente en época estival, provoca afecciones graves en la ve-

getación y en el suelo. Posteriormente, con la llegada de las lluvias otoñales, se producen pérdidas de suelo irreparables, dado que el suelo vegetal y mineral tarda cientos de años en recuperarse.

Ante la problemática de los GIF, cada vez más profesionales e investigadores abogan por una solución integral a escala de paisaje, que pasa necesariamente por la gestión del territorio. Los GIF avanzan muy rápido por bosques y matorrales extensos y homogéneos, por lo que es necesario un paisaje diverso. Nuestras superficies forestales deben coexistir junto a campos agrícolas cultivados, pastos, zonas desbrozadas y diferentes tipos de bosques. Estas diferentes «piezas» de un gran mosaico ralentizan la velocidad de propagación del fuego y dan una oportunidad a los servicios de extinción. Llegados a este punto, la extinción debe ir dejando paso a la gestión del paisaje. Ante la era del cambio global, nace el concepto de «paisaje mosaico» como solución a los GIF.

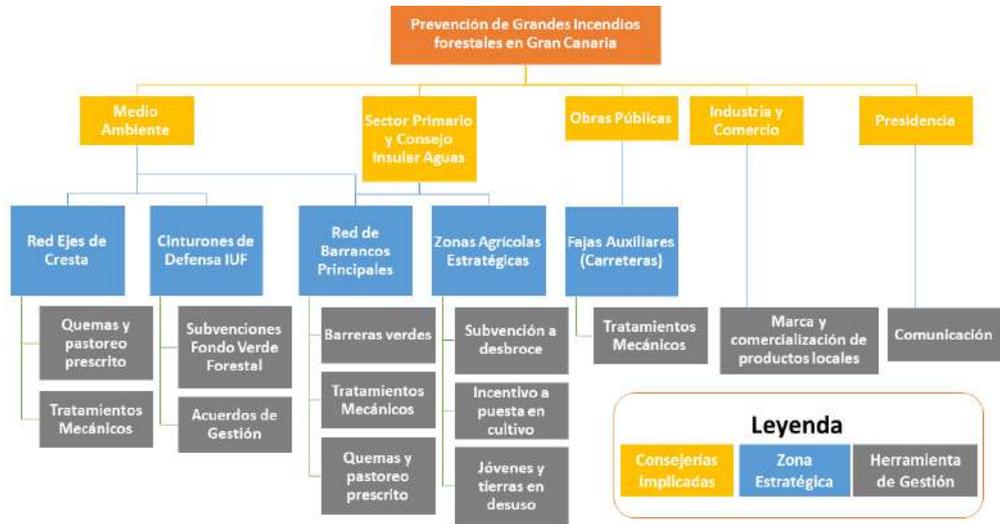
6.2. Nuevas herramientas para la prevención de incendios forestales

Las nuevas generaciones de incendios requieren de estrategias más avanzadas y nuevas herramientas de prevención (Costa, Castellnou, Larrañaga, Miralles, & Kraus, 2011). En las últimas décadas se han hecho avances muy importantes, centrados principalmente en el campo de la extinción. Las Unidades Tipo 1 (Fababú & Grillo, 2009) tienen capacidad de desplazarse en helicóptero por el perímetro del incendio, buscando oportunidades y conteniendo grandes frentes mediante complejas maniobras de fuego técnico.

Empleando un símil futbolístico, hemos gastado muchos recursos en tener cada vez mejores jugadores, pero hemos invertido poco en conocer al adversario. «Las zonas estratégicas», primero de los tres subapartados que componen este capítulo, desarrolla este aspecto: el conocimiento del comportamiento de los GIF mediante su estudio y el análisis de los incendios históricos, para anticipar sus movimientos y buscar sus puntos débiles.

El segundo subapartado, «los métodos de gestión del combustible forestal» describe los principales métodos de reducción de la vegetación. Incluye los tratamientos selvícolas clásicos, pero también otros más viables económicamente, como son las quemas prescritas. El pastoreo controlado, la agricultura y un sistema sostenible de aprovechamientos forestales, serán imprescindibles para un sistema de prevención de incendios eficaz, siendo necesario para ello la implicación de la sociedad. Aunque estos «nuevos» métodos no son tan nuevos, lo que sí es nuevo es el enfoque relacionado con la prevención de incendios. Además, son métodos que, generalmente, abarcan superficies más extensas que los tratamientos selvícolas convencionales. Paradójicamente, muchas de estas acciones quedan fuera del ámbito competencial de la Consejería de Medio Ambiente, que es quien ostenta las competencias en prevención y extinción de incendios forestales. Se hace por tanto indispensable la coordinación e implicación de diferentes Consejerías, como se detalla en la Figura 6.2.

Figura 6.2. Esquema competencial sobre las diferentes acciones de prevención de incendios forestales en Gran Canaria



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, el tercer subapartado, destaca la importancia de la implicación de la ciudadanía. Las acciones de prevención de incendios no pueden depender exclusivamente de fondos públicos y de la buena voluntad y profesionalidad de sus empleados. Una superficie tan extensa a tratar, a escala de paisaje, requiere el trabajo conjunto y la corresponsabilidad de toda la ciudadanía. Los pastores y agricultores van a ser los principales aliados en esta misión. La población del medio rural debe, de nuevo, aprender a convivir con el fuego conociendo el riesgo al que se enfrentan, así como su gestión a través de la prevención y usos permitidos del fuego. Ahí es donde toman importancia las medidas de autoprotección como la limpieza alrededor de las viviendas en entornos rural-forestal, el uso responsable del fuego en quemas de rastrojos o agrícolas, los protocolos de evacuación establecidos en los Planes de Emergencia Municipal (REAL DECRETO 407/1992, de 24 de abril, por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil, 1992) y los hábitos de consumo que favorezcan la compra de productos de origen local, principal responsable de la implantación de una economía sólida en el medio rural y de un paisaje resistente frente a incendios forestales.

6.2.1. Las zonas estratégicas

Las zonas de alto riesgo de incendios forestales (ZARI) alcanzan una superficie de 64.488 hectáreas en Gran Canaria. Queda patente que es una superficie muy amplia, más aún cuando los recursos públicos son escasos. Es por ello que se hace imprescindible elegir zonas prioritarias a gestionar, donde centrar los esfuerzos y los recursos económicos. Todo esto teniendo en cuenta que el objetivo de muchas

de las infraestructuras de prevención va a ser ralentizar la propagación del fuego, ante la imposibilidad de detener los frentes de los GIF, que propagan habitualmente con un comportamiento que queda fuera de capacidad de extinción.

Para ello es necesario apoyarse en los nuevos conocimientos de análisis del comportamiento de los GIF mediante el estudio de incendios históricos. Estas herramientas nos permiten definir los incendios tipo (Costa, Castellnou, Larrañaga, Miralles, & Kraus, 2011) que afectan a la isla, para anticipar su evolución y gestionar previamente el combustible forestal en aquellos lugares donde el incendio se debilita.

De los principales factores que condicionan el comportamiento del Gran Incendio Forestal, hay algunos que no van a cambiar con el paso de los años, como es el relieve. Otro de los factores, el combustible forestal, va a cambiar poco, ya que crece lentamente. El factor más importante y variable que va a regir el comportamiento del GIF es la meteorología, y también se conocen sus situaciones más adversas.

Los principales cuadros sinópticos en los que se desarrollan los GIF son:

- La advección sahariana con viento general del este (E) y el viento alisio del nordeste (NE), ambas en situación de estabilidad atmosférica. Bajo esas condiciones, en las zonas sur/suroeste de las islas, destacan las propagaciones nocturnas descendentes, cuando el viento catabático se une al viento general de subsidencia. Tenemos ejemplos de esa tipología de GIF en Sur de Gran Canaria (2007), Fuencaliente (2009), Valle de Gran Rey (2012), Fuencaliente (2012) y Sur de Tenerife (2012).
- La llegada de frentes o la presencia de borrascas cercanas, en situaciones de inestabilidad atmosférica. Precedidas habitualmente por vientos de advección sahariana, son situaciones de corta duración, pero que generan propagaciones extremas debidas al fuerte viento general del este (E) que finalmente acaba rolando a vientos de noroeste (NW) o norte (N). Destacar los incendios de Ariñez (2004), Lagunetas (2013) y Tasarte (2020).

Ello, junto a otras variables van a determinar las zonas estratégicas que desarrollamos seguidamente:

Tabla 6.1 Zonas Estratégicas. Superficie total y relativa a la superficie ZARI

Zona Estratégica	Superficie (hectáreas)	% sobre el total de la ZARI
Eje de cresta principal	4.550	7 %
Eje de Barranco	646	1 %
Fajas Auxiliares de Carreteras	2.020	3 %
Zonas Agrícolas Estratégicas	530	0,8 %
Cinturones de Defensa de la Interfaz Urbano-Forestal	485	0,75 %
TOTAL	8.231 ha	12,76 %

6.2.1.1. Ejes de cresta principal

Los ejes de las crestas principales, son los ejes de propagación de los GIF dirigidos por viento general. La tendencia del incendio es finalmente subir al punto más alto. En terrenos ventosos y abruptos, como Canarias, la acción del relieve y de los vientos y contravientos traza una línea de propagación que sigue esa línea de cresta. Es ahí donde el incendio corona, y donde genera gran cantidad de pavesas. Con el tratamiento de estas zonas, creando principalmente áreas de baja carga (ABC), de las que hablaremos más adelante, se pretenden varios objetivos:

- Disminuir tanto la longitud de llama como la velocidad de propagación en esos ejes. Con esta reducción del comportamiento se pretende dar ventanas de actuación y oportunidades a los servicios de extinción durante el incendio.
- Evitar la proyección de grandes cantidades de pavesas que pueden generar focos secundarios a la espalda de estas infraestructuras. Como se ha comentado, las crestas son los finales de carrera de los frentes del incendio, y es allí donde se genera mayor longitud de llama, donde ésta se verticaliza, donde hay más severidad (daños en la vegetación) y donde se produce la mayor cantidad de pavesas.

Figura 6.3. Eje de cresta principal (línea negra) y ejes de barranco principal (línea azul) en la zona ZARI (línea roja) sobre el mapa de intensidades eólicas

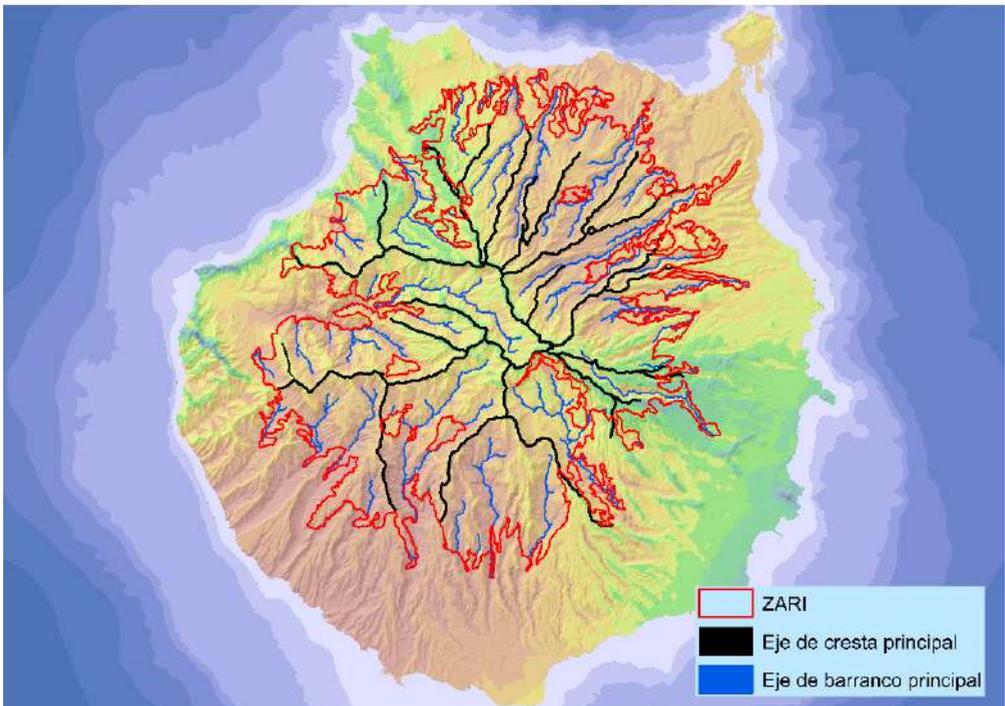
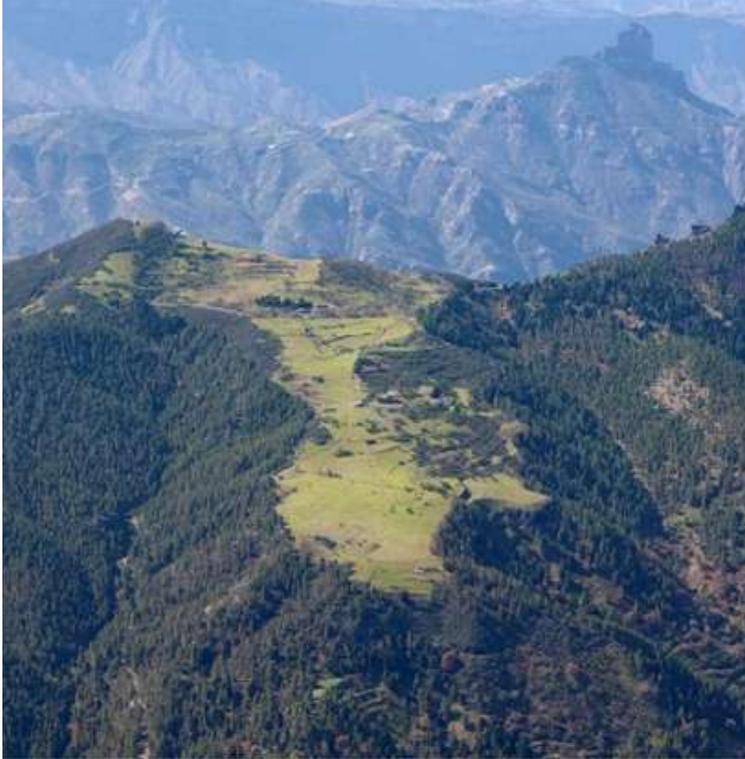


Figura 6.4. Los Llanos de Constantino (Valleseco) representan un ejemplo de Área de Baja Carga en eje de cresta principal gestionado con pastoreo, donde se pudo contener la propagación del GIF de 2017



Fuente: Javier Gil León

- Compartimentar los GIF. Aunque estas infraestructuras no están diseñadas para parar el fuego, sino para disminuir su comportamiento, pueden complementarse con Puntos Estratégicos de Gestión (PEG), de los cuales se hablará más adelante. El objetivo es reducir la superficie potencial de los GIF, pasando de incendios de miles de hectáreas a incendios de algunos cientos de hectáreas.
- Disminuir la afección al ecosistema. La erosión provocada por la alta intensidad de los GIF en verano es el principal impacto en los ecosistemas. Al disminuir la intensidad del fuego se disminuye la severidad del incendio y los daños a la vegetación y al suelo orgánico.

Para el diseño de la red de ejes de cresta se tuvo en cuenta los diferentes límites de las cuencas hidrográficas principales de la isla que definían las líneas divisorias de cuencas. En el diseño de la red, una vez definidas las divisorias, se hizo patente la importancia de cruzar la información geográfica obtenida con un mapa temático sobre la intensidad eólica. Parte de este trabajo se esboza en la figura 6.3

en la que se observa en tonalidades de color los diferentes rangos de velocidades de viento (tonos fríos mayor intensidad que tonos cálidos) junto con los ejes de cresta principales (negro).

Dentro de estos ejes de cresta primarios existen dos zonas prioritarias: Los nudos de cresta y las degolladas o collados principales. Los nudos de cresta bifurcan las cabezas de incendio, creando dos o más frentes principales. Las degolladas son el final de carrera de los incendios topográficos, que tienen su eje de propagación principal por el cauce de barranco.

La superficie de los ejes de cresta es de 4.550 hectáreas, lo que supone un 7% de la superficie ZARI. La vegetación más habitual en estas zonas es el pinar canario, por lo que el objetivo es conseguir Áreas de Baja Carga (que definiremos más adelante) mediante diferentes herramientas como tratamientos mecánicos, quemas prescritas y/o el pastoreo controlado.

6.2.1.2. *Ejes de barranco principal*

Los cauces de barranco principal se comportan como eje de propagación de los incendios con un componente topográfico. Los comportamientos más extremos y las velocidades de propagación más rápidas se dan en los barrancos especialmente si llega a darse efecto chimenea o blow-up.

Con el tratamiento de estas zonas, creando áreas de baja carga y barreras verdes en las medianías norte, se pretende conseguir reducir la intensidad de llama y la velocidad de propagación y dar ventanas de actuación y oportunidades a los servicios de extinción para poder controlar el fuego.

Los nudos de barranco, o puntos donde un barranco se divide en dos, son zonas prioritarias de actuación ya que bifurcan la cabeza de incendio afectando a nuevas cuencas hidrográficas y complicando considerablemente la extinción del incendio.

En los GIF, los barrancos del sur de la isla orientados con el viento dominante se convierten en los principales ejes de propagación descendente, pudiendo adquirir importantes velocidades de propagación y afectar a grandes superficies de terreno.

En la actualidad, muchos barrancos se encuentran poblados por densos e impenetrables cañaverales debido al abandono de la caña común (*Arundo donax*), especie exótica invasora y altamente inflamable. En ocasiones, en estos cañaverales, se da la presencia de palmeras (*Phoenix* sp.), como puede observarse en la Figura 6.5. Son combustibles que, en condiciones extremas, generan incendios fuera de capacidad de extinción, generando gran cantidad de focos secundarios por pavesas.

Con una superficie de 646 ha siendo un 1% de la superficie respecto de la ZARI, estos ejes han sido diseñados en base a los barrancos más relevantes de la isla (Guinguada, Telde, Guayadeque, Arinaga, Tirajana, Maspalomas, Arguineguín, La Aldea, Agaete, Gáldar, Moya, Azuaje y Tenoya) calculando su red de drenaje hasta un 4º orden hidrográfico. Estos ejes suponen una ruptura estratégica de la cuenca hidrográfica en 2 o incluso hasta 3 micro cuencas en las que se bus-

Figura 6.5. Denso cañaveral en el barranco de Tirajana (Santa Lucía de Tirajana)

Fuente: Javier Gil León

ca un tratamiento de limpieza del Dominio Público Hidráulico con una anchura media de 8 metros a cada lado del cauce, mediante el desbroce mecánico o animal y el consiguiente repoblado donde proceda con especies higrófilas que eviten el establecimiento de especies oportunistas e invasoras.

Este tipo de acciones de carácter preventivo han sido bautizadas en Gran Canaria como «Barreras Verdes». Son zonas con estructura y vegetación tipo laurisilva o riparia, permanentemente húmeda e higrófila, que disminuye el comportamiento del incendio forestal, llegando incluso a detener su avance. Para llegar a crear una Barrera Verde, es necesaria una transformación de la vegetación actualmente existente, muchas veces con abundancia de especies introducidas, invasoras o altamente inflamables.

El objetivo final de la creación de Barreras Verdes es a largo plazo, pero en el camino de su consecución, se pasa por dos fases interesantes desde el punto de vista de la gestión del paisaje:

- Cambio de modelo de combustible: Mediante la eliminación y/o disminución de la carga de combustible vegetal vivo y muerto y el cambio de estructura a través de diferentes tratamientos selvícolas en aquellos tramos de barrancos que así lo aconsejen.
- Transformación: Sustitución de las especies más inflamables por especies más higrófilas y menos inflamables. Todo esto a través de programas de

re población forestal y favorecimiento de aquellas especies autóctonas ya establecidas pero cuya expansión y crecimiento potencial se encuentran en retroceso debido a la competencia con otras especies invasoras.

Una vez alcanzado el estadio final de la transformación, el paisaje grancanario obtiene mediante las Barreras Verdes zonas que reducen el comportamiento del incendio; de igual manera, también se obtiene una mejora en biodiversidad al cambiar la vegetación existente en el fondo de barranco, recuperando los ecosistemas y mejorando el hábitat de la fauna asociada.

Es importante destacar la facilidad de actuación en el Dominio Público Hidráulico por parte de la administración. Para ello fue de inestimable ayuda el decreto del Consejo Insular de Aguas de 2013 por el cual dispuso autorizar a la Consejería de Medio Ambiente, el desarrollo de tareas de selvicultura preventiva en distintos barrancos de la isla de Gran Canaria. Entre las obras autorizadas destacan: 1. corta de caña; desbroce de caña, con triturado *in situ* con motodesbrozadora; desbroce de matorral, con triturado *in situ* con motodesbrozadora; 2. control de matorral y caña con uso de ganado controlado; desbroce de matorral y caña con posterior aplicación de herbicidas; 3. limpieza de palmerales y plantación de especies hidrófilas en márgenes de cauces.

6.2.1.3. Fajas auxiliares al borde de carreteras

Las vías rodadas (carreteras y pistas) dentro de la ZARI, se consideran también zonas estratégicas. A diferencia de los ejes de cresta principal o los ejes de barrancos principales, su inclusión en esta categoría no tiene que ver con el comportamiento del incendio sino con la función que ejercen una vez se ha declarado el incendio.

- Pueden ejercer de pequeños cortafuegos, parando la propagación del incendio por sí solas, cuando las intensidades no son muy elevadas.
- Representan una oportunidad de extinción para los bomberos forestales, ya que pueden apoyarse en estas infraestructuras para anclar determinadas maniobras indirectas de fuego técnico como contrafuegos o quemas de ensanche y también maniobras como el ataque directo con agua mediante autobombas.
- Son las principales vías de acceso de los servicios de extinción terrestres a cualquier zona de incendio, por lo que es necesario que sean vías seguras.
- Representan las principales vías de evacuación de la población, con evidente riesgo para las vidas humanas.

Para que las fajas auxiliares puedan conseguir los cuatro objetivos citados, es necesario gestionar la vegetación en la superficie colindante, creando áreas de baja carga en fajas próximas al límite de la vía.

En este apartado juega un papel fundamental la Consejería de Obras Públicas del Cabildo de Gran Canaria como responsables del mantenimiento de las carre-

teras, elementos estructurales y Dominio Público de Carreteras (DPC), entendiendo que las fajas auxiliares preventivas ante incendios forestales entran dentro de ésta última zona DPC como una parte más de la carretera.

No obstante, hay otros elementos lineales como las pistas forestales que pueden satisfacer los cuatro objetivos citados. En este caso estas infraestructuras caen de mano de la responsabilidad de la Consejería de Medio Ambiente y ésta, año tras año, destina una partida presupuestaria al mantenimiento del firme viendo que no ha de quedar ahí el trabajo realizado sino ampliarse a la apertura de fajas auxiliares creando áreas de baja carga de combustible.

Como se ha podido observar en la tabla resumen, la superficie que abarcan las fajas auxiliares tanto de carreteras como de pistas forestales dentro de la ZARI supone 2.020 hectáreas, un 3% de la superficie de la zona de alto riesgo de incendios forestales.

6.2.1.4. Zonas Agrícolas Estratégicas (ZAE) y Cinturones de Defensa de la interfaz urbano-forestal

Durante los GIF de la Cumbre 2017, Artenara y Valleseco 2019 quedó patente que las fincas agrícolas abandonadas, lejos de ser una discontinuidad en el terreno que pudiera ser empleada como infraestructura donde implementar algún tipo de maniobra de extinción (como las zonas cultivadas), se trataba de superficies que ayudaban a la complejidad de las labores de extinción fomentando un comportamiento del incendio mucho más virulento del esperado si hubieran estado en producción, al albergar en su espacio modelos de combustible de matorral conformados mayoritariamente por especies altamente inflamables como cañas y zarzas, entre otras.

A partir de este análisis se han definido las Zonas Agrícolas Estratégicas, ZAE (color naranja en figura 6.6), como el conjunto de parcelas de titularidad privada, de carácter agrario, existentes en la cartografía de la Consejería de Agricultura del Gobierno de Canarias (información actualizada en primavera de 2019) que en la actualidad están catalogadas como «en desuso».

Parece evidente que no todas las parcelas agrícolas en desuso han de ser estratégicas, por tanto, del total existente, se filtraron aquellas que discurren por ejes de crestas principales (definidas en el punto 1.2.1.1) así como aquellas que están situadas en proximidades de zonas de interfaz urbano forestal (IUF) y que son claves como oportunidades de defensa de estas zonas IUF.

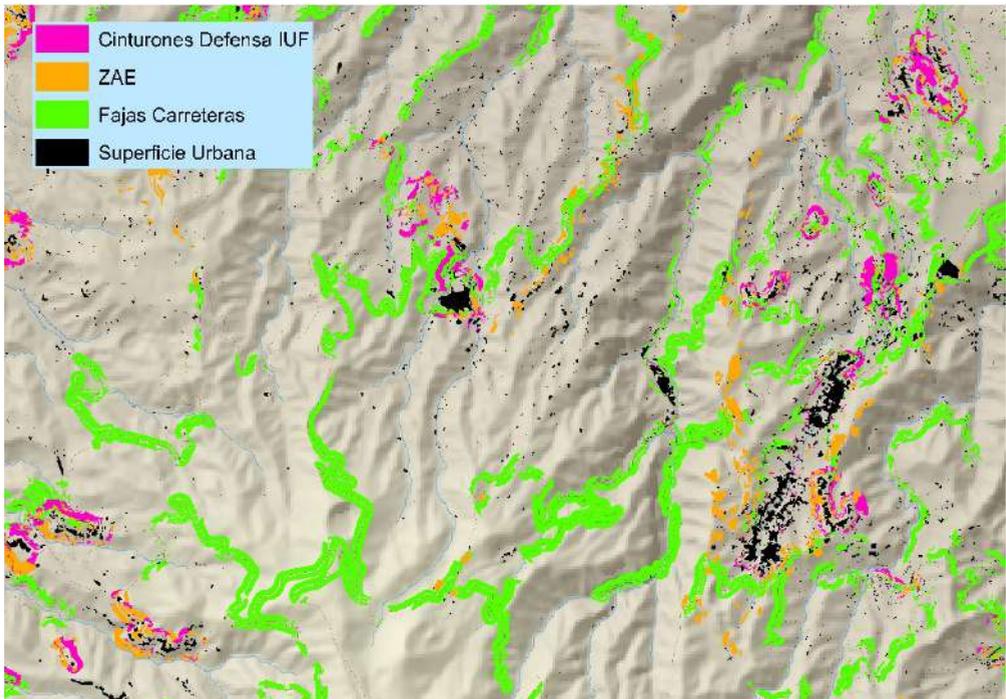
Para toda la isla de Gran Canaria, dentro de la ZARI, se han definido 530 hectáreas como ZAE, un 0,8% de la superficie ZARI, que corresponde a unas 4.600 parcelas agrícolas en estado de abandono con la intención de contactar con el propietario y fomentar la roturación de la superficie para convertirla en una zona de oportunidad estratégica para las operaciones de extinción. Para incentivar a los propietarios agrícolas a desbrozar dichas parcelas, en 2020 se ha empezado con una línea de ayudas gestionadas por la Consejería de Sector Primario y Soberanía Alimentaria.

La interfaz Urbano-forestal está compuesta tanto por parcelas de naturaleza agrícola, denominadas ZAE, como parcelas de naturaleza forestal. Esos terrenos, tanto públicos como privados, se han definido como «Cinturones de Defensa» de la Interfaz Urbana Forestal. Estas zonas (color magenta en figura 6.6) han sido definidas en base a las zonas forestales privadas y públicas próximas a asentamientos urbanos en entornos rurales, sumando una superficie de 603 hectáreas, un 0,9% de la ZARI. Estas infraestructuras deben funcionar para separar dichos asentamientos de los entornos forestales, creando anillos estratégicos de defensa de infraestructuras urbanas.

La delimitación de las ZAE, así como los Cinturones de Defensa, ha de ser clave para el diseño y elaboración de los Planes de Actuación Municipal frente a Incendios Forestales (PAM) y los Planes de Emergencia Municipal (PEMU).

Para facilitar la implantación de medidas preventivas contra incendios forestales el Cabildo de Gran Canaria creó en 2017 el Fondo Verde Forestal, como medida financiera para ejecutar obras encaminadas a fijar carbono atmosférico para mitigar los efectos del Cambio Climático.

Figura 6.6. Zonas Agrícolas Estratégicas (naranja) y fajas auxiliares de carreteras y pistas (verde) y Cinturones de Defensa de las IUF (rosa) protegen los núcleos urbanos (negro) en la zona norte de Gran Canaria



Fuente: Elaboración propia

Parte del Fondo Verde Forestal se pretende utilizar creando una línea de subvenciones de forma que propietarios particulares de terrenos forestales puedan

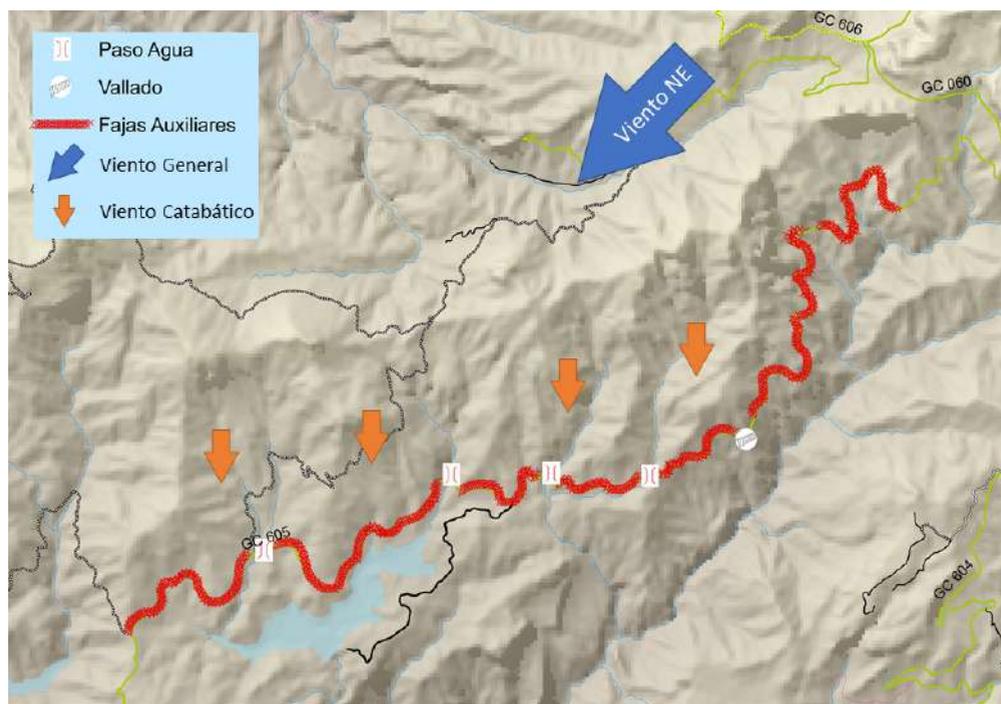
ejecutar actuaciones preventivas (replantaciones forestales, silvicultura preventiva, medidas de lucha contra la erosión, etc.), para disminuir los riesgos de incendio.

6.2.1.5. Los puntos estratégicos de gestión (PEG)

Los Puntos Estratégicos de Gestión son zonas estratégicas delimitadas previamente mediante el análisis de los incendios históricos y su patrón de propagación que determina el incendio tipo de la zona. Apoyadas mayoritariamente en fajas auxiliares al borde de carreteras y pistas cuya vegetación ha sido tratada previamente, permiten a los servicios de extinción anticiparse a los GIF e identificar oportunidades para realizar ciertas maniobras de extinción predefinidas con ventanas de actuación óptimas en el día de incendio.

Estas maniobras deben practicarse previamente a la llegada del frente, identificando las vías de escape y las zonas seguras, que pueden ser creadas conjuntamente con la zona tratada.

Figura 6.7. Punto Estratégico de Gestión apoyado en la carretera GC-605 en la zona de Presa de las Cuevas de las Niñas (Tejeda)



Fuente: Elaboración propia

En la actualidad, en Gran Canaria se están diseñando este tipo de infraestructuras. Uno de los ejemplos de PEG es el que se apoya en la carretera GC-605,

conocida como de la Presa de las Cuevas de las Niñas, entre los núcleos urbanos de Ayacata y Mogán (Figura 6.7). Esta carretera es la única oportunidad clara para detener los GIF generados o que afecten al macizo de la Reserva Natural de Inagua. Este PEG está diseñado para condiciones sinópticas de advección sahariana (E) o con viento Alisio (N-NE), con viento de subsidencia y catabático (descendente nocturno). El incendio histórico de referencia para la zona es el GIF del sur de Gran Canaria de 2007. El PEG permite reducir la superficie potencial a quemar de unas 20.000 hectáreas a unas 5.000. Las maniobras en caso de incendio serían el ataque directo o la quema de ensanche, ambas apoyadas y ancladas en la carretera. Para ello se hace necesaria la realización de fajas auxiliares con desbroce del matorral en el talud superior de la carretera, limpiar de combustible forestal los pasos de agua y la instalación de vallados en determinados puntos para evitar la generación de focos secundarios por debajo de la carretera debidos principalmente a la caída de material rodante ardiendo (piñas). Este hecho provocó que, en el incendio del 2007, el fuego saltara la línea de control establecida en la GC-605, y se perdieran miles de hectáreas hasta la siguiente oportunidad de extinción.

6.2.2. *Los métodos de gestión del combustible forestal*

La prevención de incendios forestales no debe basarse únicamente en la reducción de la biomasa o combustible forestal, sino también en un cambio en la estructura de estos, creando discontinuidades horizontales y verticales que dificulten el avance del fuego. Se crean las denominadas «Áreas de Baja Carga», localizadas en zonas prioritarias como los ejes de cresta principal, fajas auxiliares, ejes de barranco o PEG, tal y como hemos visto anteriormente.

Las Áreas de Baja Carga (ABC) son zonas mayoritariamente arboladas, en las que se han tratado los diferentes estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) con el fin de reducir las cargas de combustible forestal, a la vez que se modifica su estructura, creando discontinuidades horizontales y verticales (Molina, Fababú, Grillo, García-Marco, & Arévalo, 2007). La densidad del arbolado es de especial importancia para controlar el crecimiento del sotobosque, aunque en zonas pastoreadas puede abrirse más el dosel para el mayor desarrollo del estrato herbáceo.

Los tratamientos selvícolas clásicos (desbroces, claras, clareos o podas), por su elevado coste, y ante la falta de valor de mercado del producto resultante, no pueden desarrollarse de forma generalizada en todo el territorio. Hay que recordar que la superficie estratégica en Gran Canaria alcanza las 8.231 ha. Es necesario, por lo tanto, recurrir a herramientas más económicas para abarcar mayores superficies como las quemas prescritas y el pastoreo controlado. La implicación de la ciudadanía también es clave en la prevención ya que en la actualidad es imposible alcanzar la prevención insular únicamente con recursos públicos. En este apartado, herramientas como la agricultura, las quemas agrícolas, el pastoreo controlado o un sistema sostenible de aprovechamientos forestales, se convierten

en imprescindibles si se pretende conseguir un sistema de prevención de incendios eficaz.

6.2.2.1. La agricultura

Los campos agrícolas cultivados, los viñedos, campos de frutales, los campos arados, bosques de especies agroforestales como castaños, almendros o nogales, son los principales cortafuegos dentro del paisaje mosaico. Si estos cultivos se dan alrededor de los núcleos poblados o rodeando la interfaz urbano-forestal se convierten en verdaderos «cinturones agroforestales». En la zona ZARI de Gran Canaria, las zonas cultivadas ocupan un total 3.800 hectáreas, lo que supone un 5,9% de dicha superficie. Es un porcentaje extremadamente bajo si se quiere conseguir un paisaje seguro.

Por tanto, la principal medida —y la más económica y eficaz, ya que detiene la propagación del fuego— es que los agricultores mantengan los campos agrícolas cultivados. Para ello, esta actividad debe ser rentable, pero la tendencia de las últimas décadas ha sido justamente la contraria con el abandono del medio rural por la poca viabilidad económica del sector. Antes de 1960, el sector primario ocupaba más del 50% de la población y generaba 32% del Producto Interior Bruto (PIB). En la actualidad solo supone 20.000 empleos directos y aporta poco más del 1% del PIB (Datos del Gobierno de Canarias).

Sin embargo, los obstáculos con los que se encuentra el desarrollo de esta medida no son sencillos de sortear: la titularidad del terreno es mayoritariamente privada y el régimen competencial depende de una consejería que no ostenta las competencias en materia de prevención de incendios. Por otro lado, la dependencia de un mercado global genera una situación de gran vulnerabilidad en el sector.

Por tanto, todos los recursos y medios de la Consejería de Sector Primario y Soberanía Alimentaria destinados a favorecer el desarrollo de la agricultura y ganadería en las medianías y cumbres de la isla, repercuten directamente en la prevención de incendios forestales.

6.2.2.2. El pastoreo controlado

El pastoreo controlado es uno de los principales métodos de gestión del combustible forestal. En Gran Canaria se estima que están gestionando unas 5.000 hectáreas anuales, un 7,6% de la ZARI. Rebaños de Ovejas y cabras en su mayor medida, pero también burros y vacas, reducen el combustible forestal de una manera efectiva, económica y ecológica, creando Áreas de baja carga.

El Servicio de Medio Ambiente del Cabildo de Gran Canaria, lleva años trabajando con más de 60 pastores de la isla, autorizando el pastoreo en monte público y en cauces de barranco. Poco a poco estos rebaños se están desplazando a otras zonas estratégicas, como ejes de cresta principal o zonas estratégicas agrícolas para la defensa de núcleos poblados (Figura 6.8).

Para que el pastoreo cumpla con los objetivos de prevención de incendios, debe darse una evolución del pastoreo extensivo tradicional a un pastoreo prescrito, bajo una supervisión técnica de los gestores. De esta forma, se podrá reducir la vegetación bajo unas condiciones específicas que permitan fijar la intensidad de pastoreo y la cantidad de combustible forestal a eliminar según un objetivo propuesto y detallado en el plan de prescripción (Launchbaugh, 2006).

Figura 6.8. Rebaño manteniendo un área de baja carga, creada mediante quemas prescritas en una zona estratégica de eje de cresta principal cerca de Artenara



Fuente: Elaboración propia

Para una correcta planificación de la actividad, es necesario evitar el sobrepastoreo, teniendo en cuenta las poblaciones de especies protegidas, las repoblaciones forestales, las capacidades sustentadoras del territorio y las cargas ganaderas. Con unas cargas ganaderas bajas, los estudios demuestran que cumple con los objetivos de la prevención de incendios, con una disminución de la biomasa y con cambios en la estructura de la vegetación. Todo ello sin una disminución significativa de la biodiversidad y sin la desaparición de especies nativas, ni endémicas, ni la aparición de especies exóticas. (Arévalo J. R., de Nascimento, Fernández-Lugo, Mata, & Bermejo, 2011) (Fernández-Lugo, de Nascimento, Mellado, & Arévalo, 2011) (Bermejo, y otros, 2012).

En relación con las repoblaciones forestales, una adecuada gestión del pastoreo y la instalación de vallados (individuales o perimetrales), permite que ambas actividades puedan ser compatibles.

El pastoreo en barrancos, al ser estos una zona estratégica, se convierte en una medida imprescindible en la prevención de incendios forestales. Muchos de los barrancos de la isla tienen poblaciones de caña común que, una vez cortada con medios mecánicos, vuelve a rebrotar. La inversión en la corta se pierde si no

hay un adecuado mantenimiento. Los brotes tiernos de caña son muy palatables para el ganado, por lo que el paso continuado de estos rebaños convierte el cañaveral en un prado, reduciendo el riesgo de incendios forestales. En la actualidad se vienen gestionando por este método más de treinta barrancos en toda la isla.

En esta época del cambio global, los pastores han dejado de ser meros productores de alimentos, y se han convertido en gestores del territorio, el paisaje y la biodiversidad. Además, son agentes activos en la prevención de incendios forestales. Son sin duda nuestros aliados.

Es importante que los pastores vean recompensado este trabajo que están prestando a la sociedad. El Cabildo de Gran Canaria y los pastores llegaron a un acuerdo por el cual estos últimos percibirán una remuneración económica por su labor en la prevención de incendios forestales. La moderna herramienta financiera conocida como «Pago por Servicios Ambientales» (PSA), pone a Gran Canaria en la vanguardia, junto con otros territorios como Andalucía (Ruiz-Mirazo, Robles, & González-Rebollar, 2011) (Olivar García, y otros, 2012), en este tipo de compensaciones.

La trashumancia en Gran Canaria, como sistema de pastoreo, se asemeja al pastoreo rotacional o regenerativo, siendo este un método óptimo que proporciona periodos para la recuperación de la vegetación, a la vez que minimiza la compactación del suelo. La monitorización del ganado con sistemas de geolocalización (GPS) proporcionará una ayuda inestimable a los gestores, delimitando las zonas a pastorear y estimando las cargas ganaderas y las tasas de consumo de una forma más detallada.

La efectividad de las zonas pastoreadas como áreas de baja carga, se ha podido comprobar en varios GIF. En 2017, los servicios de extinción pudieron detener el fuego en el monte Constantino (Figura 6.4) y en 2019 los pastos en la parte alta de Fontanales permitieron contener el fuego antes de que llegara al pueblo.

6.2.2.3. Las quemas prescritas

Desde el año 2002, el Servicio de Medio Ambiente del Cabildo de Gran Canaria viene realizando quemas prescritas en combinación con tratamientos mecanizados, no solo con el objetivo de prevención de incendios, sino también como mejora de pastos y restauración forestal.

Ya en los primeros cinco años de ejecución de quemas, la superficie tratada ascendió a 166,5 ha (Fababú D. D., Grillo, García-Marco, & Molina-Terrén, 2007). Este hecho situó a Gran Canaria al frente de los territorios europeos en el empleo del fuego técnico prescrito como herramienta de gestión del territorio.

El empleo del fuego prescrito en Gran Canaria ha evolucionado, centrándose al principio en el uso de la quema para la regeneración de pastos y como método de formación de las unidades del dispositivo de extinción del Cabildo. Poco a poco, con la mejora de las capacidades y aptitudes de los equipos operativos, se fue ampliando el abanico del empleo del fuego pasando de ejecutar quemas en modelos de pastos para su regeneración, a la realización de fuego en modelos 8 y 9 de hojarasca bajo arbolado (Rothermel, 1972) y modelos de matorral (modelo 4

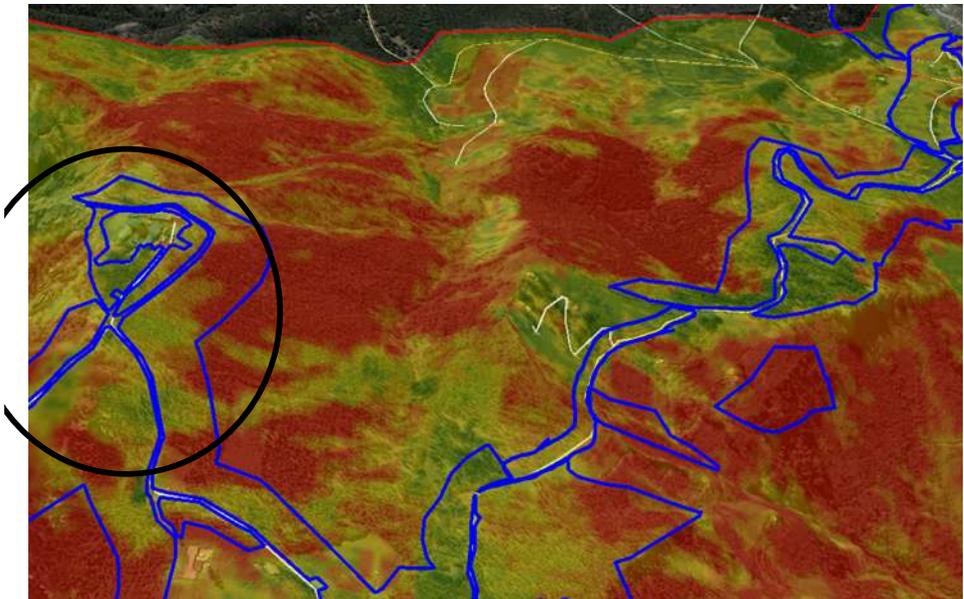
y 6) bajo estructura de arbolado, siendo éstas últimas las quemadas de mayor complejidad que exigían una primera transformación de la estructura mediante la poda de los fustes y desbroce del matorral existente sin eliminación de la masa, quedando en la parcela los restos (modelos 11 y 12) para una posterior gestión mediante fuego.

Así pues, en Gran Canaria se ha empleado la quema prescrita como una herramienta más a valorar dentro de los diferentes tratamientos de gestión de la masa que complementa de forma muy eficiente los tratamientos mecánicos que se verán en el siguiente apartado, creando finalmente estructuras forestales que disminuyen el comportamiento del incendio forestal, pasando de modelos de combustible 3, 4, 6, 10 y 11 a modelos 1, 8 y 9 según sea la zona arbolada o no.

Las quemadas prescritas se ejecutan mayoritariamente bajo pinar canario en aquellas zonas estratégicas que se han visto en el apartado anterior. Esta herramienta es sin duda la más eficaz y económica en estas formaciones, ya que no hay método mejor para reducir el combustible fino muerto (pinocha).

En cuanto a la afección a la biodiversidad, los estudios realizados en Gran Canaria destacan que, desde un punto de vista ecológico, el fuego prescrito es una buena práctica para reducir la acumulación de biomasa en rodales reforestados de pino canario, no encontrando cambios significativos en la composición y riqueza florística a medio plazo después de la quema prescrita (Arévalo J. , Fernández-Lugo, Afonso, Grillo, & Naranjo, 2014) .

Figura 6.9. Mapa de severidades del GIF de 2017 sobre parcelas tratadas mediante quemadas prescritas (en azul). El círculo negro señala las instalaciones del EVA-21



La efectividad de las parcelas tratadas mediante quemas se pudo analizar en el Gran Incendio Forestal de 2017 (Dalmau-Rovira, Soriano, Noguera, & Botella, 2017). Los mapas de severidad del incendio mostraron como muchas de las zonas tratadas se quemaron con una intensidad media/baja, cuando por su situación en eje de cresta y final de carrera de los diferentes frentes del incendio, deberían haber quemado en alta intensidad. Ese comportamiento ralentizó la propagación del incendio, evitó el lanzamiento de pavesas y disminuyó ostensiblemente la afectación al ecosistema.

Además, las quemas se emplean en la gestión preventiva defensiva de infraestructuras críticas, como puede ser el radar y las antenas de comunicación del Escuadrón de Vigilancia Aérea EVA-21, en la cumbre de la isla. Como se aprecia en la figura 6.9, la quema de la zona próxima a la carretera ayudó a que el impacto del fuego contra la infraestructura, se atenuara.

A día de hoy hay en Gran Canaria 633 hectáreas gestionadas mediante quema prescrita, 256 ha de las cuales, el 40%, discurren por zonas estratégicas de la ZARI, mayoritariamente en zonas de ejes de cresta principal.

6.2.2.4. Los tratamientos mecánicos

Los desbroces, claras, clareos o podas son considerados los tratamientos clásicos de la selvicultura preventiva. Se estima que anualmente se gestionan en Gran Canaria unas 200 hectáreas, lo que supone solamente un 0,3% de la zona ZARI. Su elevado coste impide una implantación generalizada. Pese a ello, estos tratamientos son imprescindibles ya que se ejecutan en zonas estratégicas y reducen algunos tipos de combustibles como el arbustivo que, por su poca palatabilidad y por su dificultad en el control del fuego, no pueden tratarse con pastoreo controlado o con quemas prescritas sin un desbroce previo.

En términos generales, la situación selvícola de los pinares de pino canario de la isla es aceptable. Esto se debe principalmente a densidades iniciales de plantación más bajas de lo normal y a que los pinares principales están en la vertiente sur de la isla, por lo que no presentan densidades altas. Por otro lado, se ha realizado una gestión extensiva, evitando la costosa saca y gestionando los residuos en origen. No obstante, no se ha conseguido el objetivo principal de evitar que gran parte de los fuegos en pinar no pasen a copas, meta de por sí no exenta de dificultades.

Los retos principales que tiene la selvicultura en una isla en recuperación como Gran Canaria, donde predominan las formaciones secundarias sobre los bosques, es sin duda la de acelerar los procesos de generación de estructuras resilientes a incendios como, por ejemplo:

- Sustitución de las masas de pino insigne (*Pinus radiata*) por formaciones menos inflamables, para evitar comenzar de nuevo después del incendio.
- Fomento del monteverde y el termófilo en expansión, mediante desbroces y clareos, para conseguir cuanto antes la tangencia de copas y la ruptura de la continuidad vertical.

- Tratamientos en formaciones de frondosas alóctonas como eucalipto, castaño, olmo, álamo blanco y tamarín, así como en matorrales de sustitución dominados por granadillo, bencomia, escobón, codeso, zarza, caña y helecho, para aprovechar la sombra/media sombra como cubierta nodriza de los futuros bosques.
- Preparación de dehesas a modo de formaciones agroforestales en zonas estratégicas y comarcas ganaderas, como las masas de almendro en las cuencas altas de Tejeda, Arguineguín y Tirajana.
- Reconversión de las formaciones inflamables en fondos de barranco hacia barreras verdes como saucedas y monteverde o franjas de pastoreo prescrito.

Se impone nuevamente la máxima de integrar al propietario del terreno para que permita la implantación de infraestructuras preventivas en el territorio que se mantengan posteriormente con los diferentes actores del medio rural.

6.2.2.5. Los aprovechamientos forestales

Los aprovechamientos forestales realizados por la ciudadanía son una medida a tener en cuenta para la prevención de incendios forestales. Entre los aprovechamientos forestales destacan la recogida de pinocha, caña, leña, fustes procedentes de tratamientos selvícolas. También el carboneo y la corta de monte, destacando la retama amarilla (*Teline microphylla*), escobón (*Chamaecytisus proliferus*) y helecho (*Pteridium aquilinum*), para forraje y cama del ganado.

Si bien estos aprovechamientos tuvieron una gran importancia en los siglos pasados, la tendencia en el último medio siglo ha sido claramente a la baja. Sin embargo, un número nada despreciable de agricultores y ganaderos siguen utilizando en la actualidad estos recursos, de una manera sostenible, generalmente para un uso doméstico. Es por tanto un elemento clave del «paisaje mosaico».

Hay dos cuestiones que aconsejan promover y facilitar este tipo de aprovechamientos por parte de la administración. La primera es que se realizan en zonas estratégicas, como son los entornos a los núcleos poblados, y al borde de carreteras y pistas. Y la segunda y la más importante, es que lo realiza la ciudadanía, haciéndola participe de la prevención y evitando un coste adicional para las arcas públicas.

La normativa de los espacios naturales protegidos debe flexibilizar aún más este tipo de usos sostenibles, facilitando su utilización en determinadas zonas y cantidades. Por otro lado, el Servicio de Medio Ambiente ha establecido una serie de zonas, en montes públicos, donde la recogida de pinocha para un uso doméstico es un uso permitido, por lo que no requiere de autorización administrativa.

A la espera de la disminución paulatina de la utilización de combustibles fósiles debido al cambio climático, la vuelta del uso de la biomasa y de los aprovechamientos forestales sostenibles se prevé que tenga una mayor importancia en las décadas siguientes.

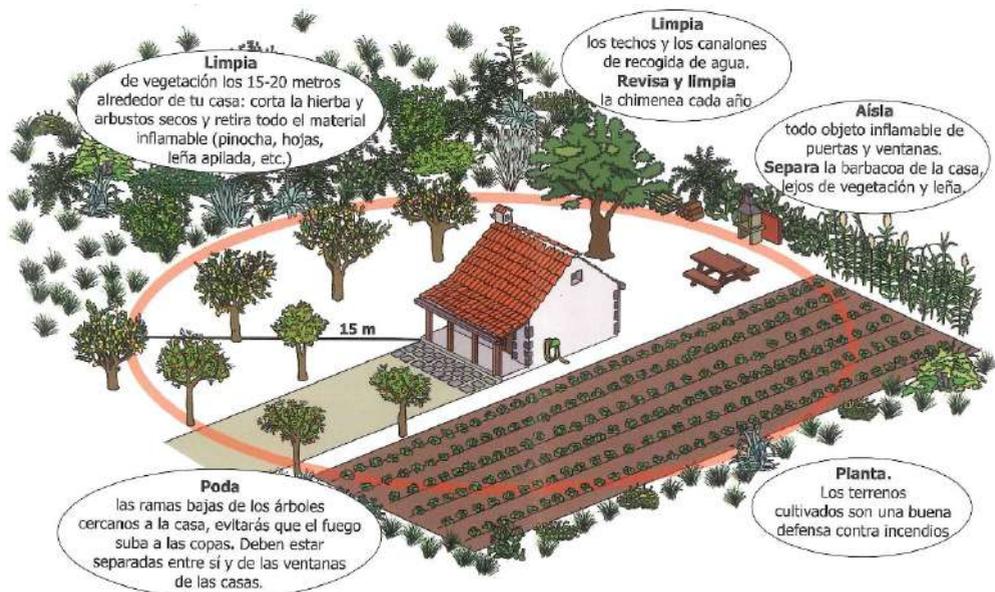
6.2.3. La implicación de la ciudadanía

Las condiciones que propician los Grandes Incendios Forestales son tan complejas y multicausales, que sólo con la implicación y corresponsabilidad de toda la sociedad se podrá poner coto a este drama que ha llegado para quedarse.

Los ayuntamientos, como últimos garantes de la seguridad ciudadana, tienen que hacer un importante esfuerzo para ponerse al día en lo que a planificación se refiere. Muy pocos son los municipios que cuentan con un Plan de Emergencia aprobado y menos todavía los que cuentan con un Plan de Actuación frente a Incendios Forestales. Dada la reducida capacidad técnica y financiera de la mayoría de las Corporaciones locales, será imprescindible la implicación decidida de Cabildos y Gobierno de Canarias. Solo cuando la población sepa cómo actuar ante una emergencia y las medidas preventivas sean planificadas y ejecutadas en los entornos rurales habitados, se podrán concentrar los esfuerzos en la extinción de los incendios forestales. En los últimos GIF, la actuación de gran parte del dispositivo contra incendios— y no sólo de los grupos de seguridad —se ha tenido que concentrar en el desalojo de viviendas, sin poder evitar que el fuego avance sin control sobre el territorio.

Si bien habitualmente se pone el énfasis en la necesaria implicación del habitante del medio rural en sus múltiples facetas (pastor, agricultor, selvicultor o residente), la corresponsabilidad de la ciudadanía urbana es también imprescindible. Son muchas las personas que poseen una segunda residencia o son propietarias de terrenos rústicos y que, por tanto, son también actores principales

Figura 6.10. Medidas de autoprotección para las viviendas en el medio rural o en la interfaz urbano-forestal



en las políticas de prevención. Una de las medidas más importantes es la creación de una franja desprovista de vegetación inflamable de 15 metros alrededor de sus viviendas, tal y como establece la legislación vigente (DECRETO 146/2001 por el que se regula la prevención y extinción de incendios forestales, 2001).

Sin embargo, queda mucho trabajo aún en adecuar las viviendas y edificaciones del medio rural y en la interfaz urbano-forestal al nuevo escenario de GIF. Cada vez más se hace necesario la implementación de medidas de autoprotección, como la utilización de materiales ignífugos, la sustitución de tuberías de polietileno en los sistemas de riego, los conocimientos sobre pirojardinería, la identificación de los puntos de entrada del fuego a la vivienda, la utilización de contraventanas,... En este apartado, se ha hecho un importante esfuerzo en este aspecto elaborando material informativo e impartiendo cientos de charlas por todo el territorio insular.

Se hace también imprescindible la implicación de agentes cercanos a la población, como el voluntariado, las agrupaciones de Protección Civil municipales o las Asociaciones de Defensa Forestal. Ellos son el primer eslabón en la coordinación, concienciación y participación de la ciudadanía en las labores preventivas.

No obstante, queda por remarcar la principal medida de prevención de incendios y que debe asumir toda la población, especialmente la urbana, por ser la más numerosa. Si tal y como hemos comentado, la creación del «paisaje mosaico» es el mejor freno al avance de los GIF, las estructuras que sostienen este paisaje solamente se pueden mantener, si la ciudadanía genera una demanda mediante el consumo de productos de origen local. Se ha acuñado con éxito el slogan «¡Come paisaje!», que resume la máxima de que o consumimos preferentemente productos de cercanía o el territorio está abocado a ser pasto de las llamas. No hay término medio y afortunadamente —debido a los últimos acontecimientos relacionados con la situación convulsa ocasionada por la crisis sanitaria— lo local vuelve a verse como una tabla de salvación en un mundo que ha delegado en «terceros» el abastecimiento de bienes y servicios de primera necesidad.

Por ello, ahora más que nunca, cuando se alinean y coinciden cambios estructurales en muchas áreas (energía, alimentación, movilidad, sanidad, etc.), es imprescindible, desde la esfera de la prevención de incendios forestales, mirar hacia dentro y buscar las soluciones en nuestro territorio y sus habitantes para mitigar la lacra de los Grandes Incendios Forestales.

Referencias bibliográficas

- Arévalo, J. R., de Nascimento, L., Fernández-Lugo, S., Mata, J., & Bermejo, L. (2011). *Grazing effects on species composition in different vegetation types (La Palma, Canary Islands)*. *Acta Oecologica* (2011) 1-9.
- Arévalo, J. R., de Nascimento, L., Fernández-Lugo, S., Saro, I., Camacho, A., Mata, J., & Bermejo, L. A. (2011). *Effects of abandoning long-term goat grazing*

- on species composition and species richness of pastures at La Gomera, Canary Islands*. Spanish Journal of Agricultural Research 2011 9(1), 113-123.
- Arévalo, J., Fernández-Lugo, S., Afonso, V., Grillo, F., & Naranjo, A. (2014). *Effects of Prescribed Fire on Understory Vegetation in a Canarian Pine Forest Stand (Canary Islands, Spain)*. Bulletin USAMV series Agriculture 71(2)/2014.
- Arévalo, J., Fernández-Lugo, S., Naranjo-Cigala, A., Salas, M., Ruíz, R., Ramos, R., & Moreno, M. (2014). *Post-fire recovery of an endemic Canarian pine forest*. International Journal of Wildland Fire.
- Bermejo, L. A., de Nascimento, L., Mata, J., Fernández-Lugo, S., Camacho, A., & Arévalo, J. R. (2012). *Responses of plant functional groups in grazed and abandoned areas of a Natural Protected Area*. Basic and Applied Ecology 13 (2012) 312-318.
- Costa, P., Castellnou, M., Larrañaga, A., Miralles, M., & Kraus, D. (2011). *La prevención de Grandes Incendios Forestales adaptada al incendio tipo*. Departament d'Interior. Generalitat de Catalunya.
- Dalmáu-Rovira, F., Soriano, J. L., Noguera, S., & Botella, M. Á. (2017). *Análisis de la funcionalidad de las áreas de baja carga gestionadas por el Cabildo de Gran Canaria ante el Gran Incendio Forestal de Tejeda*. Informe técnico para el Cabildo de Gran Canaria.
- DECRETO 146/2001 por el que se regula la prevención y extinción de incendios forestales. (9 de julio de 2001). Boletín Oficial de Canarias nº 087. España.
- Fababú, D. D., & Grillo, F. (2009). «*Unidades Tipo 1 de los dispositivos forestales*». *Revista Incendios Forestales* nº 20, pag. 4-7.
- Fababú, D. D., Grillo, F., García-Marco, D., & Molina-Terrén, D. M. (2007). *Caracterización de las quemas prescritas en Gran Canaria. Valoración de 5 años de experiencia*. *Revista Incendios Forestales* nº 16.
- Fernández-Lugo, L., de Nascimento, L., Mellado, M., & Arévalo, J. R. (2011). *Grazing effects on species richness depends on scale: a 5-year study in Tenerife pastures (Canary Islands)*. *Plant Ecol* (2011) 212:423-432.
- Fernández-Lugo, S., Arévalo, J. R., de Nascimento, L., Mata, J., & Bermejo, L. A. (2013). *Long-term vegetation responses to different goat grazing regimes in semi-natural ecosystems: a case study in Tenerife (Canary Islands)*. *Applied Vegetation Science* 16 (2013) 74-83.
- Launchbaugh, K. (2006). *Targeted grazing : a natural approach to vegetation management and landscape enhancement*. Englewood, CO.: American Sheep Industry Association.
- Molina, D., Fababú, D. D., Grillo, F., García-Marco, D., & Arévalo, J. R. (2007). *Prescribed fire use to establish shaded fuel breaks: case studies in Gran Canaria, Spain*. Conference: 4th International Wildland Fire Conference.
- Olivar García, R., de Miguel García, Y., González Rebollar, J. L., Robles Cruz, A. B., Ruiz-Mirazo, J., Varela-Redondo, E., . . . Montes Gómez, J. (2012). *Red de áreas pasto-cortafuegos de Andalucía (RAPCA): El pastoreo controlado como*

herramienta de prevención de incendios forestales. Revista Montes, nº 109, págs. 22-27.

ORDEN por la que se modifica la Orden de 5 de agosto de 2005, que declara las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Canarias. (9 de octubre de 2008). Boletín Oficial de Canarias nº 160, de 17.8.05. España.

REAL DECRETO 407/1992, de 24 de abril, por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil. (1 de mayo de 1992). Boletín Oficial del Estado núm. 105, páginas 14868 a 14870. España.

Rothermel, R. (1972). *A mathematical model for fire spread predictions in wildland*. USDA Forest Service Research Paper INT-115, pp. 1-40. .

Ruiz-Mirazo, J., Robles, A. B., & González-Rebollar, J. L. (2011). *Two-year evaluation of fuelbreak grazed by livestock in the wildfire prevention program in Andalusia (Spain)*. Agriculture, Ecosystems & Environment Volume 141, Issues 1-2, April 2011, Pages 13-22.

Capítulo 7

La Red Natura 2000 una realidad a través de la infraestructura verde

MERCEDES GARCÍA RODRÍGUEZ
Ingeniera de Montes

7.1. Consideraciones

Muchos de los lectores que se enfrentan a este capítulo conocen los términos a los que hace referencia el título, otros no, y por tanto hay que dedicar unos párrafos a su explicación para una mejor comprensión del contenido en su conjunto.

7.2. Natura 2000. Elemento central de la política ambiental y de biodiversidad de la UE

Natura 2000 es una red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad. Consta de Zonas Especiales de Conservación (ZEC) establecidas de acuerdo con la Directiva Hábitat (Directiva 92/43/CE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres) y de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) designadas en virtud de la Directiva Aves (Directiva 2009/147/CE relativa a la conservación de las aves silvestres) (MITECO).

Alguien igual se pregunta, ¿y los Lugares de Importancia Comunitaria, LIC, que son? De forma sencilla se explica diciendo que LIC y ZEC son lo mismo, pero administrativamente una ZEC es un LIC con su plan de gestión aprobado.

¿Y las IBAs, Important Bird and Biodiversity Areas? (SEO Birdlife, 2012) Las IBAs son lugares de importancia internacional para la conservación de las aves, son aquellas zonas en las que se encuentran presentes regularmente una parte significativa de la población de una o varias especies de aves consideradas prioritarias por la BirdLife (En España SEO/BirdLife). Las IBAs han desempeñado en Europa un papel clave en la designación de las ZEPA, siendo en algunos países coincidentes al 100%.

$$\text{RN2000} = \text{ZEC} + \text{LIC}^* + \text{ZEPA}$$

* hasta que tenga plan de gestión aprobado que pasan a ser ZEC.

7.3. ¿Natura 2000 hoy es Red?

Visualmente una red se caracteriza porque los nodos están conectados. Una de las acepciones de la palabra red en el diccionario de la Real Academia de la Lengua es «conjunto de elementos organizados para un determinado fin». El fin de Natura 2000 es claro, conservación de la biodiversidad en Europa, pero ¿realmente sus áreas están en conexión de forma que se aumenta su capacidad de adaptación frente a un agente perturbador o situación adversa y con ello se consigue su protección? ¿se está facilitando la supervivencia a largo plazo de las especies y los tipos de hábitat en Europa?.

La Comisión Europea determinó que mediante estas «islas» de conservación no se estaba alcanzando el objetivo. Así en 2013 la Comisión Europea al Parlamento realiza la Comunicación «Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa» (a partir de ahora Comunicación EU 2013). Aunque la conectividad de áreas naturales ya aparecía de diversas formas en diferente normativa ambiental, es en este momento en el que establece la importancia y la necesidad de definir una estrategia para mejorar la coherencia ecológica de la red Natura 2000.

7.4. ¿Qué es la infraestructura verde?

Red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, planificada de forma estratégica, diseñada y gestionada para la prestación de una extensa gama de servicios ecosistémicos. Incorpora espacios verdes (o azules en el caso de los ecosistemas acuáticos) y otros elementos físicos de espacios terrestres (incluidas las zonas costeras) y marinos. En los espacios terrestres, la infraestructura verde está presente en los entornos rurales y urbanos (Comisión Europea, 2013).

Se podría pensar que la infraestructura verde es la suma de las áreas RN2000 y la infraestructura verde urbana y periurbana, pero es mucho mayor. Existen otros elementos que no siendo las zonas neurálgicas, ya sean Natura 2000 o espacios naturales protegidos (coincidentes o no con las anteriores), hasta llegar a la infraestructura verde urbana y periurbana, complementaria a la infraestructura «gris» propia hasta ahora de las urbes. Entre los otros elementos se destacan (Unión Europea, 2014):

- *Grandes ecosistemas sanos fuera de los espacios naturales protegidos.*
- *Hábitats restaurados que ayudan a reconectar o mejorar las zonas naturales existentes, como un cañaveral restaurado o una pradera de flores silvestres.*
- *Elementos naturales que sirven como puntos de enlace o corredores para la fauna silvestre, como los pequeños cursos fluviales, estanques, setos o franjas de bosque.*
- *Elementos artificiales que mejoran los servicios ecosistémicos o ayudan al movimiento de la fauna silvestre, como los ecoductos o los ecopuentes, las escalas de peces o los tejados verdes.*

- *Zonas de amortiguamiento gestionadas de forma sostenible que ayudan a mejorar la calidad ecológica general y la permeabilidad del paisaje a la biodiversidad.*
- *Zonas multifuncionales donde coexisten diferentes usos del suelo compatibles que, en un esfuerzo conjunto, pueden crear combinaciones de gestión del suelo que favorecen la multiplicidad de usos del suelo en la misma zona espacial, por ejemplo, la producción de alimentos y el ocio.*

Todos los elementos que integran la infraestructura verde deben estar interconectados y tener una mínima calidad, así un terreno de hierba uniforme o la agricultura intensiva no forman parte de él. Ejemplos esenciales para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético de las especies silvestres son aquellos que unen con estructura lineal y continua, como los ríos con sus correspondientes riberas o los sistemas tradicionales de deslinde de los campos, y los puntos de enlace como los estanques o los sotos.

7.5. ¿Qué son los servicios ecosistémicos?

Aunque no es un término que sea imprescindible conocer sí que posee un valor fundamental para ser consciente de la importancia que la infraestructura verde tiene. Su definición es:

Beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, o sus contribuciones directas e indirectas al bienestar humano. Incluyen servicios de abastecimiento de agua y alimentos; servicios de regulación, como control de inundaciones y enfermedades; servicios culturales, como beneficios espirituales, ocio y cultura. Dado que las personas no usan directamente servicios de soporte, como el del ciclo de nutrientes, no obtienen beneficios de ellos y no pueden formar estrictamente parte de los servicios ecosistémicos (Servicios de la Comisión UE).

Ver anexo *Descripción de los principales beneficios de la infraestructura verde.*

7.6. Puzle verde urbano y periurbano

Las zonas verdes urbanas y las alineaciones arbóreas de nuestras ciudades pasan de ser dotaciones a ser infraestructura verde en el que sus funciones de adaptación al cambio climático y mejora de la biodiversidad se ponen de manifiesto.

Se han definido 21 tipologías distintas que pretenden completar las principales infraestructuras verdes (Comisión de Gestión y Calidad de AEPJP):

1. *Espacio fluvial. Espacios verdes en conexión con los cauces fluviales.*
2. *Litoral. Zonas de contacto con el mar como playas, zonas de dunas, etc.*

3. *Parque forestal, bosque. Zonas verdes urbanas con tipología parecida a los bosques por su composición arbórea y arbustiva que lo componen.*
4. *Parque. Zona verde de dimensiones considerables que se caracteriza por disponer de equipamientos lúdicos y de servicios, con diversidad de todos los estratos de vegetación.*
5. *Jardín. Espacios verdes de características similares a los parques, pero habitualmente de superficie más reducida.*
6. *Parque o jardín histórico. Espacios verdes que destacan por su componente histórica.*
7. *Plaza. Espacio pequeño, menor que un jardín, con poca vegetación, habitualmente arbolado y algún equipamiento.*
8. *Calle arbolada. Árboles plantados a lo largo de una calle.*
9. *Parterre urbano. Pequeñas zonas verdes situadas en la vía pública con una función ornamental o de acompañamiento a la circulación.*
10. *Cubierta verde. Espacio verde situado en cubiertas de edificios o sobre aparcamientos subterráneos.*
11. *Muro verde y/o jardín vertical. Vegetación situada en vertical sobre fachadas de edificaciones.*
12. *Huerto urbano. Espacio distribuido en parcelas hortícolas para el uso no comercial de personas y/o colectivos.*
13. *Zona deportiva. Espacios con instalaciones deportivas.*
14. *Jardín botánico y Parques temáticos. Espacio dedicado a colecciones botánicas. También se incluyen jardines con colecciones concretas como rosales, planta crasa, etc.*
15. *Parque zoológico. Espacios reservados a la exhibición de animales para su preservación y conocimiento.*
16. *Cementerios, ermitas e iglesias. Jardines de cementerios, ermitas e iglesias.*
17. *Viveros municipales. Espacios reservados a la producción y almacenamiento de plantas.*
18. *Equipamientos públicos (Bibliotecas, centros cívicos, etc.). Equipamientos municipales que disponen de zona verde dentro de sus instalaciones.*
19. *Solares municipales no urbanizados. Parcelas municipales que no presentan urbanización actualmente. Presentan valor por su capacidad de permeabilidad y especies herbáceas existentes.*
20. *Centros Educativos. Zonas verdes dentro de centros educativos y campus universitarios.*
21. *Zonas verdes de otras instituciones (teatros, museos, etc.). Espacios ajardinados que acompañan equipamientos culturales.*

Entre los beneficios más destacados de las infraestructuras verdes urbanas se encuentran:

- Mejora isla de calor urbana: Arbolado urbano rebaja hasta 4°C temperatura y eleva 10% humedad del aire.
- Efectos sobre la salud: mitigación de ruido, reducción contaminación atmosférica (10-20%), actúa sobre psicología de las personas, fomenta hábitos de vida saludable.
- Mejora del paisaje urbano y de la calidad de vida de los ciudadanos.

El espacio periurbano consta del periurbano clásico y el disperso (suburbanización / rururbanización) con la problemática que estos últimos conllevan y que podría ser objeto de otro capítulo de este libro. Entre los espacios verdes que encontramos en esta zona se encuentran los parques periurbanos, los anillos verdes y los corredores ecológicos y pasillos verdes.

Una de las iniciativas de valoración del llamado bosque urbano, en el que se pone valor a determinados servicios ecosistémicos que producen las zonas verdes y arbolado viario, que se está realizando en las islas es el caso de la ciudad de Santa Cruz de Tenerife que contrató en el 2019 la redacción del trabajo «Valor del bosque urbano de Santa Cruz de Tenerife y que está próxima su publicación. Como ejemplo de esta valoración se cuenta con la publicación «Valor del bosque urbano de Madrid» (Borrajo, Rastrollo, & Nowak, 2018) en el que se establecen los siguientes beneficios económicos anuales que genera:

Figura 7.1. Valor del bosque urbano de Madrid

VALOR DEL BOSQUE URBANO DE MADRID*

	CAPTACIÓN DE CONTAMINACIÓN	673 ^{TN}	5.560.851€
	ALMACENAMIENTO DE CARBONO	470.789 ^{TN}	7.556.163€
	SECUESTRO DE CARBONO	29.176 ^{TN}	468.269€
	PRODUCCIÓN DE OXÍGENO	77.802 ^{TN}	
	ESCORRENTÍA EVITADA	814.791 ^{M3}	1.688.247€
	INCIDENCIAS MÉDICAS		14.872.659€
	AHORRO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS		674.622€
TOTAL BENEFICIOS ANUALES			30.820.811€

* Datos actualizados a junio de 2018.

Fuente: (Borrajo, Rastrollo, & Nowak, 2018)

7.7 El reto: plan, programa y proyecto

Se establece en la Comunicación EU 2013 que la infraestructura verde puede contribuir de manera significativa a la aplicación efectiva de todas las políticas cuando algunos o todos los objetivos deseados pueden conseguirse, parcial o totalmente, mediante soluciones basadas en la naturaleza. Se reconoce el papel de la infraestructura verde como factor que contribuye a la política regional y al crecimiento sostenible en Europa y que facilita un crecimiento inteligente y sostenible gracias a la especialización profunda. También se menciona la infraestructura verde en relación a las políticas derivadas del cambio climático y la gestión del riesgo de catástrofes.

La Comunicación EU 2013 también hace hincapié en que la infraestructura verde juega un papel destacado en la protección, conservación y mejora del capital natural de la UE. En este sentido, se hace especial referencia a la tierra, el suelo, el agua y la conservación de la naturaleza, destacando la acción en las zonas agrícolas y la relativa a medidas agroambientales relacionadas con el agua.

Asimismo, uno de los puntos que destaca la Comunicación EU 2013 es que para lograr que los proyectos de Infraestructura Verde resulten viables necesitan ser integrados en los procesos de planificación y ordenación del territorio.

«Plan, programa y proyecto» es la secuencia que se requiere para realizar de manera efectiva una política, en caso contrario se queda en una declaración de intenciones. En España la Ley 33/2015, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, introduce un nuevo capítulo III, en el título I, relativo a la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas. Con este nuevo capítulo se pretende dar cumplimiento a la Comunicación EU 2013 e incorporar algunos de los objetivos de la Estrategia de la Unión Europea sobre la biodiversidad hasta 2020.

Esta ley prevé la aprobación de una «Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas»:

«...tendrá por objetivo marcar las directrices para la identificación y conservación de los elementos del territorio que componen la infraestructura verde del territorio español, terrestre y marino, y para que la planificación territorial y sectorial que realicen las Administraciones públicas permita y asegure la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la desfragmentación de áreas estratégicas para la conectividad y la restauración de ecosistemas degradados.»

«...tendrá en especial consideración, entre otros, los espacios protegidos, hábitats en peligro de desaparición y de especies en peligro de extinción, áreas de montaña, cursos fluviales, humedales, vías pecuarias, corrientes oceánicas, cañones submarinos, las rutas migratorias que faciliten la conectividad, y los sistemas de alto valor natural originados como consecuencia de las buenas prácti-

cas aplicadas por los diferentes sectores económicos, así como los hábitats prioritarios a restaurar, los terrenos afectados por los bancos de conservación de la naturaleza y los instrumentos utilizados por las administraciones competentes en la aplicación del Convenio Europeo del Paisaje, hecho en Florencia el 20 de octubre del año 2000.»

Esta estrategia se basa en el principio de que la protección y valorización de la naturaleza y los procesos naturales, y los numerosos beneficios que la sociedad humana obtiene de la naturaleza, se integran de manera consciente en la planificación espacial y el desarrollo territorial.

La Estrategia estatal ha sido aprobada por El Consejo de Ministros, a propuesta del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, el 27 de octubre de 2020. La Ley también establece que basándose en las directrices de la Estrategia estatal, las comunidades autónomas desarrollarán la propia incluyendo como mínimo los objetivos marcados por el Estado y marcando las acciones para su consecución.

También la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre de 2003, de Montes, añade un apartado en su artículo 3 para considerar los montes como infraestructuras verdes para mejorar el capital natural y en la mitigación del cambio climático.

En base a las leyes anteriores debe haber una actualización en todos los instrumentos de planificación territorial de las Islas Canarias:

- Plan Insular de Ordenación, PIO, instrumento de planificación territorial que ordena integralmente el urbanismo y es Plan de Ordenación de los Recursos Naturales, PORN, como en su texto recoge de la totalidad de la extensión de la isla y que a esa escala deberá diseñar la red de infraestructura verde.
- Plan General de Ordenación Urbana, PGOU, a escala municipal. Este plan deberá sumar la clásica infraestructura gris, pero ahora diseñada con criterios sostenibles, como son orientaciones, servicios y materiales, y la verde. Al integrarse en un mismo documento y darle la misma importancia que a otras infraestructuras como puede ser la de abastecimiento de agua, se consigue darle la importancia que tiene.

En esta planificación, tanto insular como local, es fundamental que el equipo redactor sea multidisciplinar, por tanto integrado por diversos profesionales que fruto de sus diferentes conocimientos y sus distintas visiones den como resultado un documento que sea lo suficientemente detallado para conseguir los objetivos fijados y lo bastante flexible para que se adapte a las diferentes realidades. Siendo los montes infraestructuras verdes, definidas así por Ley, los profesionales forestales deben estar en ese equipo. Además esa formación ingenieril ambiental nos hace igualmente válidos tanto a escala regional como local.

7.8. Ejemplos de planes de infraestructuras verdes

Son varias las comunidades, provincias y ciudades españolas que se han adelantado a la publicación de la normativa y con los criterios expresados por Europa, o incluso antes, han desarrollado su planificación territorial incluyéndola (a enero 2020).

Estos son algunos ejemplos:

- Planificación Territorial de la Infraestructura Verde en Navarra. En elaboración.
- Plan de Infraestructura Verde Territorial. Vitoria-Gasteiz. En elaboración.
- Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad de la ciudad de Madrid, 2018.
- Plan de Acción Territorial de la Infraestructura Verde del Litoral de la Comunitat Valenciana (PATIVEL), 2015.
- Plan de Infraestructura Verde Urbana. Vitoria-Gasteiz, 2014.
- Plan del Verde y de la Biodiversidad 2020, Ayuntamiento de Barcelona, 2013.
- Plan Director de la Infraestructura Verde de Zaragoza (PDIVZ), 2011.
- Plan para el estudio, conservación y fomento de la biodiversidad en el municipio de Segovia, 2010.

La última licitación (a fecha de la redacción del presente capítulo) publicada en la Plataforma de Contratación del Sector Público el 13-01-2020 de las Islas Canarias es «Redacción de la modificación sustancial plena del Plan General de Ordenación Urbana del municipio de Santiago del Teide». La clasificación que se solicita es únicamente de servicios de arquitectura, ingeniería y planificación siendo un error de base ya que se considera necesario que se incluyan servicios de planificación técnica y servicios de consultoría en ingeniería ambiental para que tenga la visión holística que este plan requiere.

7.9 Anexo. Descripción de los principales beneficios de la infraestructura verde

Tabla 7. 1. Beneficios de la infraestructura verde

Categoría de beneficios	Beneficios específicos de la IV
Mejora de la eficiencia de los recursos naturales	Mantenimiento de la fertilidad del suelo
	Control biológico
	Polinización
	Almacenamiento de recursos hídricos

Categoría de beneficios	Beneficios específicos de la IV
Mitigación del cambio climático y adaptación al mismo	Almacenamiento y captura de carbono
	Control de la temperatura
	Control de los daños de las tormentas
Prevención de catástrofes	Control de la erosión
	Reducción del riesgo de incendios forestales
	Reducción del peligro de inundaciones
Gestión del agua	Regulación de los flujos de agua
	Depuración del agua
	Suministro de agua
Gestión de la tierra y del suelo	Reducción de la erosión del suelo
	Mantenimiento/mejora de la materia orgánica del suelo
	Aumento de la fertilidad y productividad del suelo
	Mitigación de la ocupación y fragmentación del terreno y sellado del suelo
	Mejora de la calidad de la tierra y mejora de su atractivo
Beneficios de conservación	Aumento del valor de la propiedad
	Valor de la existencia de hábitats, especies y diversidad genética
	Legado y valor altruista de hábitats, especies y diversidad genética para las generaciones futuras
Agricultura y silvicultura	Agricultura y silvicultura multifuncionales y resilientes
	Mejora de la polinización
	Mejora del control de plagas
Transportes y energía bajos en carbono	Soluciones de transporte mejor integradas y menos fragmentadas
	Soluciones de energía innovadoras
Inversión y empleo	Mejora de imagen
	Más inversión
	Más empleo
	Productividad laboral

Categoría de beneficios	Beneficios específicos de la IV
Salud y bienestar	Regulación de la calidad del aire y del ruido
	Accesibilidad a instalaciones de ejercicio y recreo
	Mejora de la salud y de las condiciones sociales
Turismo y ocio	Destinos más atractivos
	Mayor oferta y capacidad de oportunidades de ocio
Educación	Educación sobre recursos y «laboratorio natural»
Resiliencia	Resiliencia de los servicios ecosistémicos

Fuente: (Servicios de la Comisión UE)

Referencias bibliográficas

- Borrajó, J. M., Rastrollo, A., & Nowak, D. J. (2018). *Valor del bosque urbano de Madrid*. Madrid: <<https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/ZonasVerdes/TODOsobre/ValorBosqueUrbanoMadrid/Valor%20Bosque%20Urbano%20de%20Madrid.pdf>> [Consulta: 18 de enero de 2020].
- Comisión de Gestión y Calidad de AEPJP. (s.f.). *Informe Infraestructura verde urbana*. Asociación Española de Parques y Jardines Públicos. <<http://www.red-biodiversidad.es/sites/default/files/Definici%C3%B3n%20Infraestructuras%20Verdes%20Urbanas.pdf>> [Consulta: 18 de enero de 2020].
- Comisión Europea. (2013). *Infraestructuraverde: mejora del capital natural de Europa. Comunicación de la Comisión Europea (p.3)*. Bruselas: <https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b-2df.0008.03/DOC_1&format=PDF> [Consulta: 18 de enero de 2020].
- MITECO. (s.f.). <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn_presentacion.aspx> [Consulta: 18 de enero de 2020].
- SEO Birdlife. (2012). *El inventario español de las IBA*. <<https://www.seo.org/2012/05/09/el-inventario-espanol-de-las-iba/>> [Consulta: 18 de enero de 2020].
- Unión Europea. (2014). *Construir una infraestructura verde para Europa. (p.7-8) ISBN 978-92-79-39996-1*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de la Unión Europea <<https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/GI-Brochure-210x210-ES-web.pdf>> [Consulta: 18 de enero de 2020].

Capítulo 8

Presente y futuro de las infraestructuras verdes

JORGE NARANJO BORGES
Doctor Ingeniero de Montes

8.1. Introducción

El uso del suelo para actividades tradicionales como la agricultura y ganadería, el desarrollo urbanístico y la red de transportes han propiciado una fragmentación del territorio y la desaparición de bosques y espacios verdes naturales.

La Comisión Europea declaró que estaba elaborando una estrategia para la creación de una infraestructura verde de ámbito europeo en el marco de su política de biodiversidad a partir de 2010 (Comisión Europea, 2010)

Es en 2014 cuando la Comisión define la infraestructura verde, en términos generales, *«como una red estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales de alta calidad con otros elementos medioambientales, diseñada y gestionada para proporcionar un amplio abanico de servicios ecosistémicos y proteger la biodiversidad tanto de los asentamientos rurales como urbanos»*.

El diccionario de la Real Academia Española (2001) definía el término de infraestructura como el *«conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización cualquiera, infraestructura aérea, sociopolítica, económica»*. En la actualidad la define como el *«conjunto de elementos, dotaciones o servicios necesarios para el buen funcionamiento de un país, de una ciudad o de una organización cualquiera»*. Con esta definición en la mano, entenderemos que cuando hablamos de infraestructura verde estaremos preferentemente pensando en un conjunto de servicios necesarios.

Dentro de los posibles elementos naturales de una infraestructura verde, se reconocen los espacios protegidos de la Red Natura 2000, las zonas no protegidas con ecosistemas sanos, los hábitats restaurados y los elementos naturales que sirven como puntos de enlace o corredores (cursos fluviales o franjas de bosque). Pero también elementos artificiales pueden ser contemplados como infraestructura verde. Entre estos elementos destacan los ecoductos o tejados verdes, las zonas de amortiguación gestionadas de forma sostenible como la agricultura ecológica o las zonas multifuncionales donde coexisten diferentes usos del suelo compatibles (Comisión Europea, 2014).

Las Islas Canarias poseen cerca de la mitad del territorio protegido bien por la Red Canaria de Espacios Protegidos, bien por las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) de la Red Natura 2000. La mayor parte de los hábitats naturales o seminaturales se encuentran protegidos y por definición pasarían a formar parte de la infraestructura verde. No obstante, esos espacios protegidos no sólo contienen montes, también albergan en su interior cultivos, pastos, coladas volcánicas o asentamientos humanos.

Una particularidad de Canarias es que no existen cursos fluviales (ver Fig. 8.1) como ejemplo de infraestructura verde, así que en las islas tendríamos que pensar en los barrancos como corredores ecológicos o ecosistemas de bosque galería que, a diferencia de canalizaciones artificiales, no sólo ayudan a prevenir inundaciones e incendios forestales (barreras verdes), sino que también facilitan la filtración del agua, al tiempo que genera posibilidades de esparcimiento, fijación de carbono, y refugio de flora y fauna interconectados.

Debemos de ser conscientes de los múltiples servicios de las infraestructuras verdes. Los beneficios para la biodiversidad son la mejora de hábitats para la vida silvestre y la generación de corredores ecológicos que conecten con zonas naturales. Se fomenta además la mejor calidad de vida, pues se mejora el bienestar de las personas, se crean ciudades más verdes, con nuevas oportunidades de ocio y turismo, ahorro energético y de transporte, así como aumento del valor de la propiedad. Los beneficios medio-ambientales van desde el suministro de agua limpia, eliminación de contaminantes en agua y aire, retención de aguas pluviales, protección contra la erosión del suelo, hasta la mejora de calidad del suelo.

Figura 8.1. Parque Madrid Río. Ejemplo de hábitat renaturalizado paralelo al río Manzanares



La legislación española se hace eco de esta corriente lógicamente con posterioridad. Así aparece el término en sendas modificaciones de 2015 de la Ley de Patrimonio Natural y Biodiversidad y en la Ley de Montes. En el Preámbulo de esta última, los montes pasan a considerarse como infraestructuras verdes, puesto que constituyen unos sistemas naturales prestadores de servicios ambientales de primer orden. En el artículo 3 se añade un apartado para recoger además su consideración en la mitigación del cambio climático, aunque la ley no va más allá. Sin embargo, la Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad desarrolla un nuevo artículo 15 donde se reconoce un marco estratégico de la infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas. Este artículo traza un camino a seguir en el marco de sus competencias, algo que se echa en falta en la Ley de Montes. Cabe mencionar que el último apartado de este artículo 15 determina que las Comunidades Autónomas desarrollarán en tres años sus propias estrategias tras ser aprobada la Estrategia estatal, basándose en las directrices de dicha Estrategia.

8.2. Presente

8.2.1. Pasillos corredores del Nublo

Pasillos corredores de pinar canario fueron planificados y presupuestados por técnicos forestales en el Servicio de Ordenación de Espacios Naturales Protegidos del Gobierno de Canarias durante la elaboración del Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Rural del Nublo, aprobado definitivamente en 2002. Esta idea latía en Gran Canaria desde el siglo pasado debido a la relativa escasez de bosques en Gran Canaria y la necesidad de conectarlos.

El proyecto de expansión de hábitat y de aumento del tamaño poblacional de la especie prioritaria *Fringilla polatzeki*, conocido como Life+Pinzón 2015-2020, plasma en fincas concretas estos pasillos corredores. Uno de los objetivos del proyecto se ha basado en la restauración ambiental para la puesta en funcionamiento de los corredores ecológicos planteados por el proyecto Life+ Inagua. Ese proyecto de 2007(Life 07 NAT/E/000759) realizó el estudio denominado «Plan estratégico para favorecer la ampliación del área de distribución del pinzón azul», donde se definió una serie de actuaciones para poner en funcionamiento pasillos corredores que conectaran todas las áreas susceptibles de distribuirse la especie, como medida fundamental para evitar pérdidas poblaciones debido a eventos como los incendios forestales. Life+ Pinzón ha querido hacer una mención especial a los propietarios de terrenos importantes para el Pinzón azul de Gran Canaria, por autorizar desinteresadamente a plantar en sus parcelas situadas en el entorno de la Cumbre de Gran Canaria. La superficie privada donde se realizarán o han realizado repoblaciones asciende a más de 35 hectáreas. Las dificultades climáticas y de gestión aún no han permitido que se consoliden estos corredores en la cumbre de Gran Canaria, pero se ha avanzado en las últimas dos décadas,

así que la idea inicial plasmada a principios de este siglo en un plano ha pasado a ser realidad en el territorio.

8.2.2. *Parque periurbano de San José del Álamo*

Los parques, plazas, espacios verdes, instalaciones deportivas, así como los jardines y las plantaciones en calles pertenecen indispensablemente a los espacios habitados. Son elementos que logran espacios libres para ocio, movimiento y encuentro de personas (Roloff, 2013). Para este autor el deseo de los urbanitas por la búsqueda de bosques de esparcimiento y a la vez la exigencia de seguridad despierta pretensiones por bosques domesticados, pseudosalvajes. Así nace hace unas décadas la silvicultura urbana (*urbanforestry*), en donde los parques periurbanos por su ubicación son gestionados por este tipo de silvicultura. A finales del siglo pasado fue diseñado un parque periurbano para las afueras de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, compatible con el programa de recuperación del bosque termófilo del Plan Forestal de Canarias.

En el planeamiento del Paisaje Protegido de Pino Santo fue integrado el Plan Especial del Parque Periurbano de San José del Álamo aprobado por la

Figura 8.2. Parque periurbano San José del Álamo con área recreativa en el centro de la imagen



Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias el 27 de enero de 2000. Posteriormente se redactó el *Proyecto de Repoblación Forestal en el Espacio Natural Protegido Pino Santo* (Quinteiro, 2006). Como no podía ser de otra forma el parque periurbano se estrenó una vez instalada un área recreativa con sus correspondientes fogones para posteriormente y con serias dificultades ir llevando a cabo repoblaciones forestales con especies del bosque termófilo, con el fin de arbolar los pastizales existentes (ver Fig. 8.2). La preexistencia de ganado en la zona obligó a perimetrar una gran área repoblada con valla cinegética, si bien no siempre ha sido suficiente para salvaguardar la repoblación. La creación de un parque adhesionado siempre ha parecido compatible no solo con ganado, sino también para un futuro lugar de ocio y esparcimiento. El hecho de tener un parque periurbano en las afueras de la capital de la isla, supone una menor contaminación, así como un ahorro energético y de tiempo, pues las personas llegan antes a su destino, disfrutan de más tiempo libre y no tienen la necesidad de desplazarse hasta las áreas recreativas de la cumbre. Un parque periurbano ha de ser entendido como una estrategia de creación de un cinturón verde alrededor de una urbe que además sirve de freno al urbanismo desmedido.

8.2.3. Nuevas infraestructuras

Frente a la infraestructura verde se encuentra a veces la infraestructura técnica o infraestructura gris (Bundesamt für Naturschutz, 2017) necesaria para el desarrollo de las comunidades humanas. En Europa no ha cesado la ocupación del territorio con nuevas urbanizaciones e infraestructuras lineales que fragmentan el territorio.

Cuando una nueva urbanización se construye o una nueva carretera se ejecuta podemos encontrarnos con cuatro casos desde el punto de vista de la vegetación:

1. No existe vegetación y los espacios públicos de la carretera o de la urbanización son ajardinados, plantados.
2. Hay una vegetación preexistente que es respetada y pasa a integrarse en la nueva infraestructura o urbanización.
3. No se planta y después de concluidas las obras, aparece vegetación de manera espontánea, especies pioneras que pueden ser nativas o introducidas.
4. La combinación de casos anteriores también es posible, cuando aparece vegetación espontánea tras una plantación, o cuando se integra vegetación preexistente de manera parcial.

Las nuevas urbanizaciones o carreteras en sí mismo no son infraestructuras verdes, más bien se trata en un principio de infraestructuras grises desde donde se emite contaminación y que consolida una superficie impermeable que sepulta un recurso natural no renovable, el suelo. Sin embargo, las nuevas infraestruc-

turas pueden ser planificadas como potenciales infraestructuras verdes si los espacios libres (parques, jardines, paseos, ramblas) y zonas colindantes de dominio público (glorietas, rotondas, medianas, desmontes, terraplenes) son ocupados por vegetación. Hoy en día, los servicios de carreteras contratan para ellos profesionales de la gestión verde, entre ellos ingenieros de montes o forestales.

Si bien los documentos como las Bases científico-técnicas de la Estrategia Estatal de la Infraestructura Verde describen someramente las infraestructuras lineales, desde hace décadas diversas carreteras insulares pueden ser concebidas como infraestructuras verdes lineales. En zonas costeras o áridas, donde la vegetación natural no es arbórea, así como en las islas de Lanzarote y Fuerteventura, se han plantado numerosos árboles tanto en las plazas como a borde de carretera. La mayoría de esos árboles son especies introducidas como eucaliptos, cipreses, ficus, pinos, castaños, etc, pero que cumplen muchas funciones. Esos árboles en plazas o a borde de carretera junto con palmeras, dragos, arbustos y plantas en general, son a veces el único manto verde del entorno. Así pues, en zonas áridas pueden ser reconocidas a lo lejos las vías debido a la existencia de una hilera de árboles o plantas. Independientemente de la integración paisajística o el acierto de las especies plantadas, esos árboles han fijado suelo de taludes y han servido de lugar de atalaya, refugio o alimentación para las aves. En el caso de medianías y cumbres, a veces esos árboles plantados incluso han servido de obstáculo que ha propiciado la precipitación horizontal.

Las plantaciones ligadas a las carreteras han cumplido desde el principio un fin estético o paisajístico. Hoy en día, seguimos pensando que ese aspecto visual, de belleza, buen cuidado es importante por la condición de destino turístico de las Islas Canarias. Pero hoy por hoy, sin llegar a tener multifuncionalidad plena por el exclusivo disfrute desde el vehículo, sí que se abre el abanico a numerosas funciones como filtro de contaminantes, fijación del suelo o lucha contra exóticas invasoras.

8.2.3.1. La GC-4 en el Paisaje Protegido de Tafira

El Ecoducto de la GC-4 o falso túnel (técnica cut and cover frente a la trinchera convencional) diseñado por la Consejería de Obras Públicas consigue restaurar el perfil geomorfológico, evitar la erosión y desprendimientos frente a la trinchera, además de lograr una zona permeable para las precipitaciones (ver Fig. 8.3). Junto a la vegetación plantada (barbusanos, acebuches, retama blanca) se ha conseguido que la vegetación nativa (tajinaste blanco, vinagrera) se instaure espontáneamente sobre un substrato de lapilli donde no hay erosión laminar. Logros que evidencian un auténtico elemento artificial de infraestructura verde, qué si bien se ha conseguido a través de una declaración de impacto ambiental por tratarse de un paisaje protegido, no tendría por qué ser ésta la justificación en el futuro. Así pues, cualquier infraestructura viaria debería contemplar su máxima integración en el entorno, esté o no en espacio protegido, y tratar de contribuir en su medida a la implantación de infraestructuras verdes.

Figura 8.3. Falsos túneles a su paso por el Paisaje Protegido de Tafira

8.2.3.2. Corredor turístico-paisajístico de La Aldea

El proyecto de corredor turístico-paisajístico entre la Playa de La Aldea y el Andén Verde surge en el entorno de Caserones tras el levantamiento de aprox. 3 kilómetros de asfalto de la GC-200 como medida compensatoria a la construcción de la nueva vía rápida GC-2 a su paso por el Parque Natural de Tamadaba. Previamente al diseño de este nuevo proyecto, la consulta a la Fundación de los Ferrocarriles españoles sobre la posibilidad de sustituir este tramo de antigua carretera por un camino en el marco del Programa Vías Verdes, no pudo resultar positiva pues obviamente la GC-200 no se trataba de una antigua vía ferroviaria. Si nos fijamos en el nombre del proyecto, percibimos con el término turístico el destino o finalidad que se le quiere otorgar. Sin embargo, una medida compensatoria llevada a cabo en base al artículo 6 de la Directiva Hábitat por ser Tamadaba un espacio de la Red Natura 2000, debe ir encaminada hacia la renaturalización: Una zona permeable frente a escorrentías y conectada para la biodiversidad en contraposición a una zona impermeable y fragmentada que supone una carretera asfaltada. El hecho de que este corredor se encuentre en el piso basal, en unos de los sectores más áridos de la isla, no impide que se pueda tratar también como una infraestructura verde. La erosión fruto del uso intensivo del territorio durante siglos, debe ser frenada con vegetación. Eso sí, en una infraestructura verde de zona costera el árbol no es el principal protagonista. En algún sector concreto con apoyo de riego podrá plantarse especies con porte arbóreo, pero los principales protagonistas serán las especies adaptadas a esas condiciones como cardones, tabaibas, etc. Es un ejemplo de reconexión de áreas seminaturales fragmentadas y recuperación de hábitats dañados, de forma que nos pueda proporcionar más y mejores bienes y servicios (EU 2014). El uso turístico canalizado por este corredor debe ser contemplado por tanto como una suma de oportunidades.

8.3. Infraestructuras verdes e incendios forestales.

Se desarrolla este apartado por la importancia que tienen en el futuro los bosques y sus corredores ecológicos frente a cambios que se avecinan. Estas masas arboladas tienen que estar preparadas frente a plagas, incendios o sequías prolongadas debido al cambio climático.

La necesidad de prevenir los montes ante incendios forestales ha llevado por ejemplo al desarrollo del Proyecto Mosaico de la Junta de Extremadura en la Sierra de Gata y Hurdes (2016). La prevención de los montes en esas montañas consiste en lograr un paisaje mosaico, es decir, fragmentado con diferentes usos. Se premia entre los bosques, el cultivo agroforestal, el pastoreo extensivo o el sistema silvopastoril. Entonces, ¿Se puede compatibilizar un paisaje mosaico con corredores verdes? Este Proyecto Mosaico, en el contexto de infraestructuras verdes, formaría parte de las denominadas «zonas multifuncionales donde coexisten diferentes usos del suelo compatibles», mencionada ya en la introducción.

En las regiones del sur de Europa y en las Islas Canarias también, por un lado, tenemos que cumplir con la normativa y la idea de fomentar la biodiversidad a través de corredores verdes. Sin embargo, por otro lado, este tipo de corredores puede ser un arma de doble filo durante la época seca al funcionar como vehículo conductor de propagación de un incendio. Cuando los barrancos no son debidamente gestionados, se pierde la oportunidad de contemplarlo como infraestructura verde. Barrancos con mucha carga de combustible y de especies invasoras pueden ser la antesala de un gran incendio fuera de capacidad de extinción. No gestionar los corredores verdes desde la prevención de incendios es tener falta de visión a largo plazo.

Se ha de buscar la compatibilidad de la infraestructura verde en las regiones donde los incendios forestales azotan en verano. Hay que hallar el equilibrio entre el aislamiento, salud y conectividad de los ecosistemas. Esa compatibilidad puede venir dada por el cambio de modelo de combustible de los pasillos corredores (conexión espacial) con tratamientos selvícolas preventivos o bien que la extensión del uso agrícola-ganadero que aísla las masas forestales no sea lo suficientemente grande para impedir la conectividad de la flora y fauna (conexión funcional). Habrá que estudiar cada caso por territorio y especie.

Los barrancos se presentan como una oportunidad para desarrollar una infraestructura verde. La titularidad pública de su cauce juega un papel a favor, así como su finalidad como mejor canal natural para evitar inundaciones. No obstante, la experiencia y la normativa nos indican que un cauce con flora invasora invadido a menudo por cañas, zarzas o tuneras no debe ser la meta de la infraestructura verde del futuro. Si bien este tipo de flora ayuda a la infiltración y evita la erosión, no es la más aconsejable en cuanto a propagación de incendios. Son, por tanto, especies arbóreas las que deban sustituir este tipo de flora y ayuden a crear barreras verdes. En un futuro, aún difícil de imaginar, los bosques galerías con circulación de agua serían las infraestructuras verdes ideales.

En cualquier caso, de poco servirá unir bosques o espacios protegidos a través de un corredor verde, si luego los montes de esos espacios no son gestionados. La

conectividad puede ser contraproducente porque el corredor ecológico puede ser el vehículo conductor de una plaga o de un gran incendio forestal.

8.4. Futuro

La sociedad y los poderes públicos deben de impulsar las infraestructuras verdes en las distintas leyes sectoriales. La ley del cambio climático deberá asumir su existencia como masas resilientes; la de biodiversidad su importancia a nivel de especies y ecosistema; la de montes la necesidad de prevenir incendios, avenidas, así como de reconocer usos y servicios ecosistémicos; la de urbanismo la obligación de instaurar infraestructuras verdes en el planeamiento; la de carreteras la posibilidad de ecoductos y vegetación en desmontes, terraplenes, glorietas, etc. ¿Y por qué no contemplarla también en la ley del sector eléctrico? Gran reto, pues si el tendido eléctrico atraviesa montañas para llegar a zonas rurales, tendrá que respetar la existencia de infraestructuras verdes con torres recrecidas, tramos soterrados o con especies gestionadas en las calles de seguridad.

En el futuro debemos concebir el concepto amplio de infraestructura verde y azul. Como infraestructura azul reconoceremos tanto el mar como las infraestructuras en el interior de las islas que almacenan agua. Canarias posee una gran cultura del agua y patrimonio hidráulico. El agua se asocia a la vida animal y vegetal, pero dada su escasez en nuestra latitud la convierte en un recurso natural valioso de necesaria buena gestión. Las presas, balsas, estanques o maretas son unas infraestructuras que no solo almacenan el agua para épocas de sequía, sino que también laminan el agua frente a avenidas y crean riqueza biológica alrededor de ellas. Mientras, el mar presta servicios además debe ser un área de actividades y aprovechamiento sostenible (Bundesamt für Naturschutz, 2017). La gestión del agua desde el punto de vista de la sostenibilidad aún es, sin embargo, mejorable.

No debemos vivir de espaldas al mar en Canarias. Concebir un anillo verde-azul en las principales ciudades costeras (residenciales y turísticas) de Canarias, es reconocer la importancia del mar en aquel entorno donde el anillo verde no se puede cerrar. El mar limpio, es un recurso de ocio, pero también de pesca sostenible. Ello no impide contemplar también un cinturón verde costero, que sea resiliente frente al cambio climático y a la subida del nivel del mar, donde la vegetación nativa y el respeto a la geomorfología juegue un papel preponderante.

Las especificidades son tan grandes que en el futuro hay que concebir Planes de Gestión del Arbolado Viario para las infraestructuras viarias y Planes de Gestión de Arbolado Urbano para los parques y jardines de las ciudades. Comenzarán con un inventario de los árboles y plantas, al que le seguirá la confección de fichas con los detalles de cada individuo o grupos de individuos donde se recomendará uno u otro tipo de seguimiento. Se alcanzará una unificación de criterios y, por tanto, una justificación de la gestión, pudiendo llegar a elaborar mapas de vulnerabilidad, peligrosidad o riesgo.

Uno de los modos más eficaces para implantar una infraestructura verde será mediante la ordenación territorial, aplicando un enfoque estratégico. No obstante, un simple espacio verde aislado en una urbe no será suficiente, habrá que contar con una masa crítica.

8.5. Conclusiones

El término de infraestructura verde quizás no sea el más apropiado para incluir masas naturales o seminaturales, donde no existen ni se requieren apenas infraestructuras. El término está mejor acuñado a esos espacios verdes que acompañan aquellas infraestructuras viarias o espacios urbanos. Pensemos entonces en quedarnos con la idea de que las infraestructuras verdes generan múltiples servicios y, que poseen por tanto, una multifuncionalidad. En contraposición se encuentra la infraestructura gris que suele tener un único objetivo.

El término tampoco debe legitimar a una formación profesional concreta a diseñar, proponer o abanderar esas infraestructuras verdes. Así pues, no deben ser arquitectos, ingenieros o ambientalistas los que asuman la decisión de manera aislada; se trataría mejor de una toma de decisión de consenso, hecha en equipo. Si bien es necesario la figura de algún gestor verde en la toma de decisiones conjunta, donde los ingenieros de montes y forestales estamos preparados.

En las islas tenemos algunos ejemplos de elementos artificiales, corredores o zonas de amortiguación como son parques periurbanos, pero que aún necesitan de un impulso para consolidarse en la gestión diaria.

Hay que tener presente que el mantenimiento de parques periurbanos, corredores o espacios verdes de infraestructuras lineales está asociados a una cierta problemática. Las ampliaciones de una urbanización o infraestructura son recogidas en el planeamiento dentro categorías de suelo como la de urbanizable o suelo rústico de protección de infraestructuras, con el fin de reconocer su existencia y su posible ampliación en el futuro. Esas ampliaciones es la que los gestores verdes deben contemplar para saber que los ejemplares de vegetación pueden estar sometidos a talas en el peor de los casos o a trasplantes a otras zonas verdes en el mejor de ellos. Independientemente de posibles ampliaciones, la vegetación puede estar sometida a la falta de suelo, nutrientes o agua, hecho que puede conllevar a estrés y a disminuir su esperanza de vida. Un plan de gestión del arbolado urbano deberá garantizar las mejores condiciones para el arbolado y para las personas que lo disfrutan.

Una única declaración de impacto ambiental para una carretera en un espacio protegido concreto, que marca un hito en el momento de su aprobación con sus condicionantes, se diluye en el tiempo con el paso de distintos gestores. Puede ocurrir que con los años se obvie dicha declaración, se desconozcan los condicionantes y se cambie de elección de especies sin atender a criterios unificados. ¿De qué serviría la declaración de impacto ambiental que en su día se aprobó para mejorar o compensar la infraestructura viaria? La respuesta se halla en tener como referencia un plan de gestión de arbolado viario, dentro de una Estrategia

de Infraestructura Verde que marca unas pautas que todos los profesionales conocen.

En contraposición se desarrollan ideas como el Proyecto Mosaico que se pretende «aislar masas forestales» para reducir la propagación de incendios. Así un olivar rodeado de pinares puede tratarse de un mosaico. Hay que buscar la sostenibilidad ambiental y económica, fomentando la biodiversidad y el consumo de productos locales, avalados por estudios que respaldan la gestión. Para ello tenemos que manejar los conceptos de conexión espacial y conexión funcional. La conexión espacial de la palmera canaria ha propiciado por ejemplo la propagación de la plaga de *Diocalandra frumentii*.

Con la aplicación de metodologías podremos calcular el ahorro energético y en contaminación la instalación de parques periurbanos e infraestructuras verdes en las ciudades. Como indicadores ambientales de sostenibilidad podemos proponer fragmentación del territorio en contraposición al aumento de infraestructuras verdes en metros lineales / hectárea.

Pensar que esos corredores ecológicos deben de ser gestionados de tal manera que se obtengamos masas resilientes frente al cambio climático, con las especies y modelos de combustible adecuados, con discontinuidad vertical y horizontal si fuera necesario.

La producción de planta en suficiente cantidad también va a suponer un reto, sobre todo en las islas menores. La titularidad privada de los terrenos, la especulación del suelo o la falta de concienciación de la sociedad serán también serios retos a los que nos tendremos que enfrentar en el futuro.

Referencias Bibliográficas

- Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) 2017. *Bundeskonzzept Grüne Infrastruktur (BKGI): Grundlagen des Naturschutzes zu Planungen des Bundes*. Bonn. 68 pp.
- Cabildo de Gran Canaria. *Proyecto de ampliación del área de distribución y del tamaño poblaciones de la especie prioritaria *Fringilla polatzeki* (2015-2020)*. <<http://www.lifepinzon.org>> [Consulta: 4 de enero de 2020].
- Canarias. Decreto 149/2002, de 16 de octubre, por el que se aprueba el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Rural del Nublo, en la isla de Gran Canaria (C-11). BOC, 2 de diciembre de 2002, núm. 160, p. 19550-19589
- Canarias. Resolución de 11 de septiembre de 2006, por la que se hace público el Acuerdo de la COTMAC de 10 de julio de 2006, sobre el Plan Especial del Paisaje Protegido de Pino Santo (C-23) en los términos municipales de Las Palmas de Gran Canaria, Santa Brígida, Teror y Vega de San Mateo. BOC, 27 de septiembre de 2006, núm. 189, p. 21433-21527.
- Comisión Europea (2010). *Una infraestructura verde*. Oficina de Publicaciones Oficiales de la Unión Europea. Luxemburgo. 4 pp.
- Comisión Europea (2014): *Construir una infraestructura verde para Europa*. Oficina de Publicaciones Oficiales de la Unión Europea. Luxemburgo. 24 pp.

- España. Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. BOE, 22 de noviembre 2003, núm. 280, p. 41422-41442.
- España. Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. BOE, 14 de diciembre de 2007, núm. 299, p. 51275-51327.
- España. Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. BOE, 21 de julio 2015, núm. 173, p. 60234-60272.
- España. Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. BOE, de 22 de septiembre 2015, núm. 227, p. 83588-83632.
- Fernández de Gatta Sánchez, D. (2018). «La Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológica: Un nuevo Instrumento para proteger la Biodiversidad». *16 de julio de 2018, Actualidad Jurídica Ambiental, n.81, Sección «Comentarios»*. 62 pp.
- Gobierno de Canarias. Plan Especial del Paisaje Protegido de Pino Santo.
- Gobierno de Canarias. Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Rural del Nublo.
- Junta de Extremadura. Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio. *Proyecto Mosaico Extremadura*. <<http://www.mosaicoextremadura.es>> [Consulta: 11 de enero de 2020]
- Quinteiro Yáñez, Y. (2006). *Proyecto de Repoblación Forestal en el Espacio Natural Protegido de Pino Santo y Addenda. Proyecto Interreg III B Açores-Madeira-Canarias SOSTENP 03/MAC/1.2/c2*. 201 pp.
- Real Academia Española (2001): *Diccionario de la Lengua Española*. Tomo II Vigésima Segunda Edición. Madrid. España.
- Roloff, A. (Hrsg.) 2013: *Baumpflege*. 2.Auflage. Stuttgart. 219 pp.
- Valladares, F., Gil, P. y Forner, A. (coord.) 2017. *Bases científico-técnicas para la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 357 pp.
- Varios autores (1999). *El Plan Forestal de Canarias*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente. Viceconsejería de Medio Ambiente. Gobierno de Canarias. 171 pp.

Capítulo 9

Extensión Forestal: un nuevo rumbo

DAVID RAMÍREZ MEDINA
Ingeniero Técnico Forestal

9.1. Consideraciones iniciales

El contenido de estas páginas pretende desarrollar distintas posibilidades y soluciones originarias de la extensión, para los retos a corto y medio plazo, con la mirada fija hacia un futuro desarrollo rural protagonista en nuestra sociedad.

Se entienden las dificultades a las que se someten las comunidades rurales para permanecer en el territorio, principalmente aquellas dependientes de actividades forestales. Por consiguiente, es preciso activar políticas y normativas orientadas al impulso del sector, y cada vez más aparecen ejemplos de ello, especialmente a nivel internacional.

El camino hacia el equilibrio entre el modelo urbano actual y el mundo rural, pasa por una toma de decisiones participativa de las comarcas no urbanas donde cada vez sean más fuertes sus voces en el diálogo sobre desarrollo rural/forestal.

Igual que muchos países de nuestro entorno, a nivel nacional y en Canarias, tenemos el importante reto del despoblamiento en medianías y cumbres, un vacío en el territorio con graves consecuencias. Esto, evidencia la necesidad de potenciar el desarrollo en los entornos rurales del archipiélago, donde las actividades forestales deben tomar un mayor protagonismo, y consolidarse a nivel regional. Por tanto se debe generar un vínculo entre administración y comunidades rurales, una unión con estrategias de extensión forestal, bajo el marco de políticas ajustadas a los intereses agrícolas, ganaderos, selvícolas y su cohesión.

Por lo tanto la extensión forestal se entiende como una herramienta para aprovechar la tendencia «verde» actual, consolidando el sector forestal como brazo ejecutor de acciones positivas para la sociedad, fomentando la mejora de vida de las poblaciones rurales, la mejora de los ecosistemas y por ende, aumentar la resiliencia al cambio climático en Canarias.

9.2 Antecedentes y experiencias a nivel global

Actualmente se está poniendo el foco en las zonas rurales, y parece que este suscitado interés va en aumento, no sólo en Canarias, también a nivel estatal, y en países similares al nuestro pero, no debemos obviar que en grandes superficies del planeta las zonas rurales obtienen la importancia que se merece.

En los inicios de la gestión forestal en las islas, los técnicos y personal asociado debieron recorrer el territorio, analizado y definiendo las estructuras de nuestros deteriorados montes, para luego realizar una planificación adecuada. En dicha planificación hubo que precisar las características y necesidades de la población asentada en medianías y cumbres, de la cual, entre otras cualidades, se obtuvo la mano de obra para restaurar el monte además, hubo de contactar con los propietarios particulares de terrenos forestales. Es por ello que la gestión, tuvo que poner el énfasis en alcanzar a toda la ciudadanía de lo que se estaba preparando en su entorno, y de lo que se iba a hacer. Los resultados saltan a la vista, por ejemplo en la cubierta vegetal procedente de repoblación que tenemos hoy en día, las excelentes presas o pistas forestales, entre otros. En este punto se hace bien en distinguir la enorme dificultad en la ejecución de estos proyectos y el contexto en el que se desarrollaron.

Cuando hablamos de Extensión en el entorno rural o zonas rurales, destaca notablemente el término de Extensión Agraria, que realiza un papel fundamental en la gestión del sector agrícola/ganadero, está bien definida, es constante, efectiva y se encuentra en continua evolución. Por todo ello no es necesario insistir en esta temática, pero sí debemos tomarla como referencia.

En el sector forestal de las Islas Canarias la figura del extensionista aparece poco. Normalmente se vincula tras acontecimientos puntuales en intervalos de tiempo, y casi siempre tras la activación de programas de ayudas económicas, dado que es muy necesario ejercer de apoyo técnico a la administración, por los entresijos y trabas burocráticas que tiene nuestro sistema.

En la actualidad hay poco en relación con actuaciones contundentes de extensión en el sector forestal, quizá lo más destacable son las compensaciones económicas tras paso de incendio forestal en propiedades privadas, donde normalmente un técnico competente debe contactar y visitar las fincas e informar a los propietarios de su situación. Así mismo la administración debe devolver el agua de estanques particulares tras la retirada por los helicópteros de extinción de incendios, activando temporalmente procesos de extensión.

También se practican actividades extensionistas, cuando se ejercen políticas de subvenciones o ayudas a los Ayuntamientos, entidades locales o particulares para realizar obra forestal, donde los técnicos implicados son parte fundamental, destacando la forestación de tierras agrícolas abandonadas con especies nativas y agroforestales.

Es común ver técnicos de Cabildos Insulares por medianías y cumbres, dando charlas de prevención en locales de asociaciones de vecinos (ver Figura 9.1), al inicio de las campañas de incendios.

En el sistema de relaciones intersectoriales del mundo rural donde lo forestal participa, de algún modo, se practica la extensión a pequeña escala en entornos

de carácter político, técnico e incluso informal, entre reuniones, salidas a campo, jornadas, ferias o eventos en general.

Figura 9.1. Comunicación de proyectos forestales en asociación de vecinos



Fuente: D. Ramírez (2018)

Cabe añadir que en otras Comunidades Autónomas nos llevan ventaja, se vienen desarrollando programas de participación, y proyectos destinados a traer un cambio en áreas rurales, allí donde gestores y planificadores deben diligenciar eficazmente los recursos del monte. Es por ello que la variedad en modelos de propiedad del suelo forestal, condiciona favorablemente la gestión de los recursos forestales y el vínculo, entre la administración y comunidades rurales.

9.2.1. Experiencias en la forestación de fincas abandonadas 1993-1997

La forestación de tierras agrícolas abandonadas con especies nativas y agroforestales, ocurre gracias a la aparición de la Orden de 9 de noviembre de 1993 que contemplaba, para su aplicación en la Comunidad Autónoma de Canarias, el Real Decreto 378/1993, de 12 de marzo, donde se establecía un régimen de ayudas para fomentar inversiones forestales de explotaciones agrarias, así como una serie de acciones de desarrollo y aprovechamiento de los bosques situados en zonas rurales. El Real Decreto, fue derogado en 1998.

Por otra parte la Orden Canaria de 9 de noviembre se sustituyó por la Orden de 14 de marzo de 1995, por la que se regulan las bases generales para la concesión de subvenciones con destino a la forestación de fincas agrarias abandonadas, con vigencia hasta el año 1997.

Durante este plan de ayudas, cabe destacar la implicación de solicitantes particulares que corresponden a personas que viven en la ciudad, tienen fincas rústi-

cas y poseen una gran sensibilidad con la problemática ambiental. Pero también es frecuente el ejemplo de agricultores locales que no solicitaron estas ayudas entre otras razones por falta de información o porque, no están al tanto de la prensa ni del Boletín Oficial de Canarias, o en otros casos, por la singular mentalidad de ciertos lugareños que creen que plantar especies arbóreas supone incompatibilizar sus fincas rústicas para otros posibles usos del suelo.

Esta iniciativa tuvo bastante éxito en fincas y suelos de titularidad pública y no tanto en suelos privados, evidenciando cierta carencia de comunicación y flujo de información entre propietarios particulares y las posibilidades que ofrecía la administración.

9.2.2. *Algunas experiencias internacionales*

En muchos países el Estado controla el patrimonio forestal, pero la creciente demanda de una población rural en expansión pone en tela de juicio la gestión establecida.

En algunos casos se ha pedido a los agentes o guardas que trabajan sobre el terreno que además de su trabajo común, ejerzan un papel facilitador y en otros casos son los técnicos forestales quienes incluyen la extensión entre sus responsabilidades. Aunque la dinámica es buena, en ningún caso se alcanza la efectividad necesaria. Muchas veces son las ONG, quienes han participado o han tenido un papel más específico de extensión forestal. A nivel global se puede definir lo siguiente:

«Idealmente, la extensión forestal está dirigida a todos los gestores (incluidos los propietarios) y usuarios de los bosques, incluidas las operaciones en gran escala y las actividades en pequeña escala encaminadas a obtener la autosuficiencia, así como todos los posibles usos de los bosques desde la obtención de madera, las acampadas, la búsqueda de hongos, y las cuencas hidrográficas». (J. Anderson & J. Farrington, 1996).

Bajo este ideal, se han construido diferentes acciones dedicadas a desarrollar ayudas a las poblaciones locales, para mejorar su nivel de vida mediante un uso sostenible de los recursos del monte. A continuación conoceremos algunos casos.

Níger

A partir de la necesidad de actualizar el suministro nacional de combustible y hacerlo más sostenible, una de las actividades del proyecto fue realizar inventarios y estudios socioeconómicos a nivel nacional.

Para realizar una ordenación racional y sostenible se dieron cuenta de la necesidad de gestionar el suministro de leña en el entorno de los centros poblados.

Detectada la necesidad, surgió la normativa específica para la comercialización y transporte de leñas. Parece que esta legislación ha permitido el desarrollo de actividades que benefician a los grupos de las aldeas y al Estado, bajo un marco de sostenibilidad.

Esta experiencia nos muestra un uso de la extensión que surge a partir de una necesidad energética nacional. A partir de los estudios e inventarios de técnicos y su trabajo de campo los centros poblados de Níger fueron beneficiados.

Chile

Sabido es que Chile es un ejemplo de éxito en el sector forestal. Practican políticas bien estructuradas bajo una normativa favorable y estable.

La disminución de los recursos estatales financieros llevaron a una reducción del papel del estado a nivel local, por ello el gobierno ha contado con compañías privadas de consultores, para servir a los productores locales de mayor producción y, las ONG para pequeños campesinos orientados a la producción y agricultura de subsistencia. En este caso el gobierno concede una subvención a cada agricultor de subsistencia que participa.

Aquí la extensión sirve de apoyo al gobierno como gestor y supervisor de las actividades en el monte y en la ejecución de subvenciones.

Nepal

En este país se han concedido a las comunidades locales derechos de propiedad, de bosques naturales cuyo titular era el estado.

Está el ejemplo de una aldea que a pesar del aumento de población en diez años, mejoró el estado de los recursos forestales.

En este caso fueron tres factores principales: la introducción de una carretera por parte del gobierno, el papel de las organizaciones de fuera y las ONG en ayudar a la población local, y por último, la introducción de pertenencia de tierras forestales ofreciendo mayor responsabilidad en la ordenación forestal a las poblaciones rurales.

La apertura a conceder derechos de propiedad de tierras o suelo público a los habitantes de centros poblados, aumenta su nivel de vida siendo conscientes de un uso sostenible de los recursos forestales.

La necesidad de adecuación del suministro nacional de combustible, la disminución de los recursos estatales financieros o, la apertura a derechos de propiedad de suelo forestal a la población rural, son algunos ejemplos de necesidad de aplicar la extensión. Surge del desarrollo de actividades esenciales a nivel nacional, lo que demuestra que se conoce la extensión forestal como un recurso eficiente, con una planificación discutible, sin un sistema de métodos establecidos o estandarizados. El uso de ONG para realizar la extensión forestal es ejemplo de ello.

Al trasladar estas experiencias a nuestro territorio, la diferencia fundamental es la aplicación de normativas recientes, que favorecen el impulso y desarrollo de la actividad forestal, siendo su mayor acierto, la mejora en calidad de vida de las poblaciones rurales implicadas.

9.3. Aplicación de la Extensión Forestal

Se está evidenciando cada vez más la necesidad de poner más atención al desarrollo forestal, y esto inconfundiblemente está ligado a las poblaciones de medianías y cumbres.

Se debe entender que para resolver los problemas actuales y futuros del sector en Canarias, se necesita la participación activa de las comunidades locales en la toma de decisiones. Normalmente se les convoca a reuniones en los pueblos, aldeas o barrios fomentando su opinión acerca de tal o cual proyecto. También participan en mesas técnicas o encuentros de especialistas, bajo el marco de jornadas o cualquier evento específico del sector, es por ello, que se tiene en consideración sus puntos de vista y necesidades, demostrando que en el diálogo sobre desarrollo forestal, cada vez son más fuertes sus voces. Desafortunadamente ocurre que unas buenas intenciones de gestión basadas en estas necesidades y experiencias, se diluyen con el paso del tiempo.

Aunque el binomio particular-administración va evolucionado favorablemente, no es suficiente para alcanzar la armonía necesaria ni llegar a un desarrollo forestal aceptable. El entramado legislativo actual, las dificultades burocráticas, la desconfianza en la gestión medioambiental y la insuficiencia de recursos, entre otros, son barreras que dificultan a la población ejercer una participación más activa.

Por todo ello, se hace necesario crear un nexo permanente entre administración y comunidades rurales, y conseguir su implicación real en el desarrollo de sector rural/forestal. Este nexo de refuerzo, unión y alivio, se entiende a través de una planificación estratégica de extensión forestal que aplique políticas favorables al desarrollo de la sociedad en general y en especial de las comunidades rurales.

9.3.1. Definición

La extensión forestal tiene función multidisciplinar siendo un concepto dinámico perfectamente aplicable en nuestro territorio.

Dadas las características de los términos «Extensión» y «Forestal», aplicadas a las realidades a nivel mundial, nos encontramos con diferentes enfoques donde construir definiciones de modalidades de extensión. Se recogen estas dos que se ajustan a nuestras realidades:

- «Es el conjunto de actividades que mediante la participación, organización y desarrollo con la comunidad, a través de un proceso de comunicación y educación, pretende lograr el uso óptimo del recurso forestal, compatible con los usos tradicionales y con las demandas de la sociedad». (Rafael M. Navarro & Rafael Serrada, 1993).
- «Ayuda a la población local a mejorar su nivel de vida mediante una ordenación sostenible de los recursos forestales y arbóreos». (J. Anderson & J. Farrington, 1996).

Se comprueba pues, que la extensión forestal debe estar en el conjunto de soluciones para potenciar el sector primario canario y por la necesidad de conciliación de intereses entre agricultores, ganaderos, selvicultores y gestores del medio natural, para conseguir el equilibrio entre el desarrollo rural y la conservación.

9.3.2. Agentes implicados

Los podemos distribuir en 3 grupos principales: La Administración Pública, sector privado, y extensión forestal.

En cualquier ejecución de políticas forestales, la Administración gestiona, coordina y diligencia las actividades proyectadas, por ello, desde un punto de vista genérico, las figuras intervinientes en relación con la extensión serán los técnicos forestales, administrativos, agentes de medio ambiente y demás cuerpos de seguridad.

Desde el sector privado, los propietarios individuales del terreno forestal, los propietarios de montes consorciados, los mancomunados, asociaciones, cooperativas y demás grupos sociales, son los agentes protagonistas junto con los consumidores de productos forestales, también las empresas ejecutoras que deben ser locales, sin olvidar al voluntariado. Cabe destacar que la participación voluntaria es muy positiva y da grandes satisfacciones, pero es necesario subrayar que los trabajos forestales lo tienen que hacer los profesionales preparados para ello.

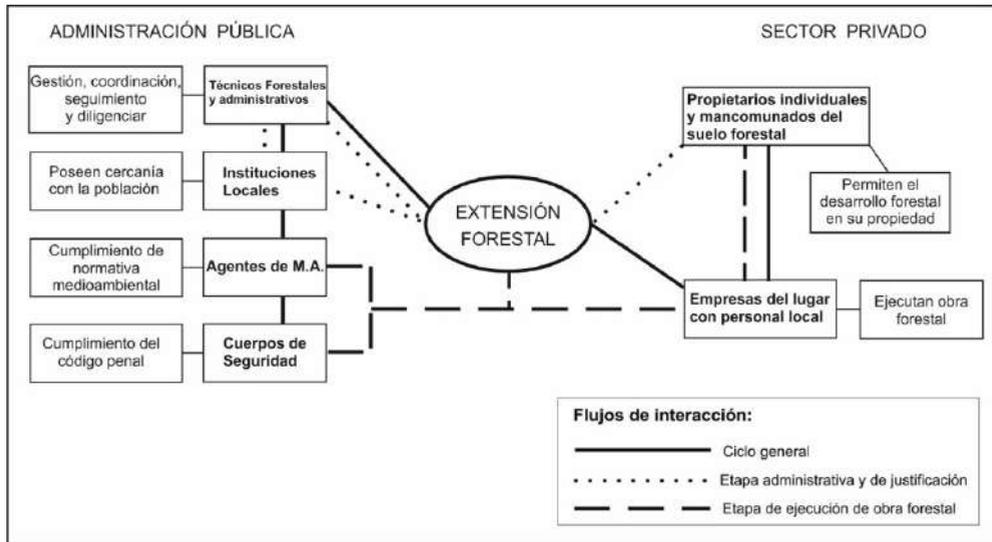
La extensión forestal actúa de nexo entre los dos grupos anteriores. Se puede accionar a través de asociaciones del entorno rural o mediante empresas/consultorías forestales, con un equipo técnico basado en Ingenieros Técnicos Forestales y de Montes, que deben ser naturales del territorio, con experiencia en campo y en obras forestales, conocedores de las interrelaciones de nuestro territorio y con dominio de la idiosincrasia local.

Es responsabilidad confiar en un perfil de estas características en el proceso de consolidación en el sector, donde la figura del extensionista se abrirá a otras especialidades, evolucionando normalmente en función de las nuevas necesidades tras la experiencia adquirida.

Supongamos que se pretende ejecutar un programa de subvenciones para restaurar los ecosistemas de medianías y cumbres realizando obra forestal en suelo privado. La interacción de los distintos agentes podría reflejarse de la siguiente manera:

En este supuesto los propietarios del terreno forestal son las figuras clave. Además de poder mejorar su propiedad con obras forestales y su consiguiente aumento de valor, deben firmar convenios, declaraciones responsables, contratos, etc., documentos que les comprometen, implicándoles activamente en el desarrollo forestal. No cabe duda que es de vital importancia la intervención extensionista, ofreciendo tranquilidad y confianza al conjunto de agentes con especial atención en los propietarios, dedicándose individualmente al seguimiento de su caso, con transparencia y veracidad. No está de más añadir que hay que ser muy estrictos en la aplicación de la normativa, porque cualquier error puede repercu-

Figura 9.2. Agentes intervinientes. Supuesto de interacción



Fuente: D. Ramírez

tir gravemente en los actores intervinientes, forzando a la desconfianza en el sistema.

En cualquier caso, un equipo de extensión debe ocupar una posición estratégica donde pivoten el resto de componentes, ejerciendo un papel facilitador. Debe controlar toda la información del programa o proyecto, principalmente la generada en el transcurso de los acontecimientos, así podrá ofrecerla cuando se le solicite o lo considere oportuno.

9.3.3. *Objetivos y prioridades*

Estamos en una realidad inequívoca de cambios en el clima. Nuestras actividades generan grandes cantidades de dióxido de carbono, lo que desequilibra la proporción de los elementos en la atmósfera, potenciando el efecto invernadero con el aumento de la temperatura y alteración en el ciclo del agua.

El cambio climático ocasiona efectos en cascada sobre los sistemas ecológicos y sectores económicos de nuestro territorio, y sus consecuencias afectan en mayor medida a las zonas más vulnerables como son las zonas rurales. Cada territorio debe responsabilizarse de cómo establecer esa relación distinta con el planeta. Tenemos que desarrollar nuevas actividades y potenciar las que hay creando nuevos empleos.

Además de ser conscientes de esto tomando medidas a nivel individual, tenemos la responsabilidad de actuar contundentemente desde nuestro eje de acción, aceptando el rol de «brazo ejecutor» de acciones finalistas en el archipiélago, para multiplicar la resiliencia de Canarias al cambio climático.

Primeramente se debe asegurar el éxito alcanzado, aunque tengamos un territorio muy deteriorado en las zonas costeras, podemos afirmar a «grosso modo», que la cubierta vegetal evoluciona favorablemente en el resto. Además, es prioritario desarrollar una actividad agrícola, ganadera y forestal compatible con el desarrollo de la biodiversidad.

Hay que destacar que el despoblamiento rural en Canarias es evidente, experimentando el concepto de la «España vaciada», una realidad que afrontar con acciones decisivas hacia el reto demográfico en el que nos encontramos.

Entre otros factores, se distingue que esta realidad origina un territorio desestructurado, con abundantes parcelas agrícolas en desuso, grandes áreas ocupadas por especies exóticas, considerables extensiones de terreno en avanzado proceso de degradación, y masas forestales cargadas de combustible con necesidad de intervención, por todo ello, se debe priorizar en actuaciones de obra forestal.

Hay que tomar conciencia de que el cambio climático ya está teniendo repercusiones en la naturaleza y en sus recursos, lo que impacta de manera especial en el medio rural. Es por ello que el objeto principal de la extensión forestal, está en ser parte de proyectos para la consolidación de lo que tenemos, en potenciar la mejora de vida y el desarrollo en los entornos rurales del archipiélago, donde las actividades forestales son necesarias.

Es prioritario conocer que en el sector forestal canario, la extensión es un instrumento poco utilizado hasta ahora, pero también sabemos calibrar nuestras deficiencias y prever algunas actuaciones o proyectos donde se hacen necesarias labores extensionistas. Por ejemplo, en la ejecución de acciones agrosilvopastorales, en los planes y programas de protección por emergencias, para ejecutar obra forestal en suelo privado, en acciones informativas/formativas, labores de asesoramiento o en futuros programas de compensación por servicios ecosistémicos.

Para optimizar con éxito los procesos de una planificación estratégica, podemos tomar como referencia la estructura de la extensión agraria, conformando una oficina técnica para las comunidades rurales, dedicada a tareas de extensión forestal.

Este concepto se intuye en el Plan Forestal de Canarias (1999), donde se planifica la formación de una Sección de Extensión Forestal. Es una acción considerablemente insignificante, comparado con los beneficios resultantes. Esta oficina o sección de extensión, podría ser fija o itinerante y de obligado cumplimiento será, que su localización ofrezca proximidad a la población beneficiaria de ella.

Esta simple aportación en la gestión, provocaría eficiencia y armonía entre los agentes intervinientes del entorno rural, fortaleciendo lazos y facilitando la consecución del éxito de las políticas forestales, porque la extensión, debe acercar los servicios de la administración a la población rural, ofreciendo información y ayuda sobre las materias que se estén desarrollando.

En principio, no se pueden categorizar las prioridades donde participe la extensión forestal, porque alcanza niveles importantes en la gestión y planificación, donde se destaca:

- a) Desarrollar usos forestales sostenibles y compatibles con la conservación de medio ambiente.
- b) Actuaciones ante el despoblamiento rural incentivando y creando empleo.
- c) Moldear nuestro paisaje para ser económicamente estable, y resiliente ante fenómenos naturales.
- d) Acercar los servicios de la administración a la población rural.

Estas son acciones primordiales que además de poder interrelacionarse entre sí, tienen carácter multifuncional y perfectamente compatible con las medidas globales de amortiguación a los cambios del clima.

9.3.4. *Conclusión*

La evolución natural de las distintas materias del sector forestal/medioambiental progresa firmemente con expectativas de mejora gracias a que poseemos una gestión consolidada, y un desarrollo político-forestal cada vez más especializado. Se espera continuar con esta tendencia en los próximos años, sin embargo, el desarrollo y evolución de la extensión forestal en Canarias, se encuentra paralizada.

Estamos prácticamente en el mismo punto que hace más de 20 años, muestra de ello es la temática en las ponencias de las jornadas forestales de 1997 donde la extensión se proclamaba como una herramienta de gran ayuda en la política forestal medioambiental.

Los objetivos fundamentales para la extensión consistían en:

- Aumento de la superficie forestal y mejora de la cubierta vegetal existente basándose en criterios ecológicos, económicos y socio-políticos.
- Asesoramiento técnico y empresarial al propietario privado.
- Fomento del asociacionismo y potenciación de pequeñas empresas rurales y cooperación entre los propietarios privados.
- Apoyo a la ordenación forestal, agrícola y ganadera del territorio.

En aquellos momentos, además de aclamar subvenciones para fomentar las repoblaciones forestales, tratamientos selvícolas y el fomento de empresas forestales, se contemplaba la creación de oficinas de extensión forestal. Ciertamente es que se ha evolucionado desde entonces tras la experiencia acumulada, pero las directrices de actuación actuales continúan en la misma línea que entonces, tomando estrategias de extensión sólo ocasionalmente.

No cabe duda que es el momento de reaccionar, y activar decididamente una estructura fija de extensión forestal capaz de cumplir con las necesidades del sector a corto y medio plazo.

9.4. Apertura hacia un nuevo rumbo

El modelo urbano actual no es sostenible. Afortunadamente nuestra sociedad empieza a tener conciencia de ello y aparece un nuevo enfoque hacia un sistema más equilibrado, tanto en el consumo como en nuestra forma de vida. Es evidente que minimizar el despoblamiento rural es necesario para equilibrar este sistema, absolutamente descompensado por el dominio de un modelo urbano dependiente del sector servicios.

Una adecuación del paisaje a estructuras estables desde el punto de vista del desarrollo rural, es imprescindible, además la consecución de este formato de paisaje mosaico, conlleva a tener un territorio más seguro ante desastres naturales como los incendios forestales. Por consiguiente, la adecuada gestión de los bosques en Canarias, pasa por perfeccionar un sistema de estrategias de adaptación al cambio climático, potenciando los servicios que nos ofrecen nuestros bosques, como la protección del suelo y el agua, la producción de bienes y servicios, así como la prestación de servicios socioculturales y apoyo a los medios de subsistencia. Hay que resaltar la aportación fundamental de los profesionales forestales en la toma de decisiones, para minimizar los impactos del cambio climático.

Esta necesidad de accionar medidas de adaptación a esta realidad climática, se vislumbra como un conjunto de nuevas oportunidades para activar todo el potencial del sector forestal de nuestro territorio.

Por ello, se debe aprovechar la extensión forestal como herramienta eficaz para enfocar la apertura hacia un nuevo rumbo, mejorando la gestión de las incertidumbres y dificultades asociadas a los cambios ambientales y sociales, que tienen como escenario el entorno rural y los montes canarios.

Referencias bibliográficas

- Díaz Hernández R., Naranjo Borges J. y Velázquez Padrón C., (2002). *Actas de las Jornadas Forestales de Gran Canaria. 1994-2001*. Cabildo de Gran Canaria área de Medio Ambiente.
- J. Anderson & J. Farrington. *La Extensión Forestal* (1996). Unasylva N° 184. Revista internacional de silvicultura e industrias forestales. FAO. <http://www.fao.org/3/w9122s/w9122s00.htm>
- Rafael M. Navarro Cerrillo & Rafael Serrada Hierro (1993). «Modelo conceptual de un sistema de extensión forestal. La Extensión forestal: Un nuevo camino para la gestión de montes». *Congreso Forestal Español - Lourizán*. Ponencias y comunicaciones. Tomo IV.
- Molina Navarro L. (2012). «Conforman primera cadena de aceite de palma sostenible en Colombia». *El Palmicultor*. Fedepalma n° 482. 2012, p. 31-32
- FAO. (1988). *Organización de la Extensión Forestal*. Italia - Roma.
- España. Plan Forestal de Canarias. BOC N° 117. Martes 31 de Agosto de 1999 – 3048,p 143-151.

- López Figueroa J. (1997). «Ayudas para la reforestación de tierras agrícolas abandonadas». *III Jornadas Forestales de Gran Canaria*. Arucas.
- Eldiario.es. Jeremy Rifkin: «Estamos ante la amenaza de una extinción y la gente ni siquiera lo sabe». https://www.eldiario.es/canariasahora/nekuni/natura/Jeremy-Rifkin-amenaza-extincion_0_1021898897.html [Consulta: 29 de abril de 2020]
- LaProvincia.es. Carlos Velázquez. «Gran Canaria puede volver a ser una isla forestal en un futuro no muy lejano». <https://www.laprovincia.es/sociedad/2015/01/23/gran-canaria-volver-isla-forestal/668630.html> [Consulta: 17 de abril de 2020]
- Universidad de Los Andes Facultad de Administración. Palma sostenible en Tibú; un caso de éxito. <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2015/08/13/palma-sostenible-en-tibu-un-caso-de-exito/> [Consulta: 17 de abril de 2020]
- Colombia. Departamento Nacional de Planeación. Programa de desarrollo alternativo 2003-2006. Bogotá DC, marzo de 2003, doc. Compes 3218, p. 1-16.

Capítulo 10

Retos de los sistemas agroforestales en las Islas Canarias

JUAN CARLOS SANTAMARTA CEREZAL
Dr. Ingeniero de Montes

JORGE NARANJO BORGES
Dr. Ingeniero de Montes

ISIDORO SÁNCHEZ GARCÍA
Ingeniero de Montes

10.1. Introducción a los sistemas agroforestales de Canarias

La agricultura en las Islas Canarias se puede sintetizar en varios periodos históricos. Un primer ciclo tras la Conquista y hasta mediados del siglo XVII fue el de la caña de azúcar para la exportación del producto, complementado con los de subsistencia de cereales y el millo originario de Américas, hortalizas y frutales diversos. Siguió luego el de los viñedos para la exportación de vinos complementado con los anteriores de subsistencia en los que destacó la papa procedente de América y otros como la barrilla hasta las primeras décadas del siglo XIX que encontró la sustitución, muy rentable pero efímera, de la cochinilla hasta su fracaso a mediados de esta centuria y el ensayo del tabaco y la caña de azúcar. Entre finales del siglo XIX y principios del XX se introducen y se afianzan los nuevos cultivos de exportación de plátanos, tomates y papas complementado con el de subsistencia tradicional (cereales, frutales, hortalizas...) hasta avanzada la segunda mitad de este siglo donde se introducen cultivos alternativos como el de las flores, papayos, piña tropical, aguacates, mangos, que después de 1920 habían venido introduciendo desde América los indios canarios.

La gran diversidad de espacios de cultivos agrícolas por un acusado gradiente altitudinal y variedad climática que nos presentan unas Islas Canarias montañosas y húmedas a occidente y otras secas y llanas a oriente, más en cada una de ellas un barlovento húmedo y un sotavento árido, han determinado muchas estrategias y sistemas de cultivo en función de las aguas y de los terrenos. Otro aspecto fundamental, sobre todo en las islas occidentales, es el cultivo en medianías muy próximas a la corona forestal, lo que en algunos casos ha hecho que ejemplares de árboles colonicen cultivos agrícolas aportando las ventajas consideradas en los sistemas agroforestales, como la sujeción del suelo o la regulación de los recursos hídricos principalmente la precipitación horizontal o de niebla.

Figura 10.1. Cultivos agrícolas y masas forestales en La Gomera

Fuente: Juan C. Santamarta

Los sistemas agroforestales son muy importantes en las Islas Canarias debido al beneficio ambiental que aportan y en lo que se refiere a la prevención de incendios forestales, la lucha contra la desertificación y la conservación de la biodiversidad, así como desde el punto de vista de la mejora del paisaje rural o la recuperación de cultivos tradicionales.

Uno de los aspectos fundamentales al analizar los sistemas agroforestales canarios es la disponibilidad de agua. Si bien los suelos volcánicos son los más fértiles del mundo, en muchas islas el factor limitante es la cantidad de agua disponible, pues en la mayoría de los casos suele ser escasa como en Canarias, Cabo Verde o las islas volcánicas griegas. La disponibilidad de agua y la humedad relativa son dos factores que juegan un papel fundamental, por ello en las islas oceánicas y en Canarias en particular se han desarrollado unas estrategias en relación a incrementar en la medida de lo posible la cantidad de agua disponible en los cultivos. Además del agua procedente de la lluvia convencional, estas estrategias han sido orientadas al agua de procedencia atmosférica, el agua de escorrentía de las laderas y por último el agua junto con los nutrientes transportados por los barrancos fruto de fuertes lluvias. El rocío también aporta una cantidad extra de agua, sobre todo en los barrancos más o menos cerrados o angostos. En la parte final del presente capítulo se analizarán algunas de las estrategias usadas en este sentido.

El Plan Forestal de Canarias de 1999 reconoce en el Programa de Repoblación forestal varios tipos de repoblación por objetivos, entre ellos se encuentra la repoblación agroforestal. Dentro de los modelos para la consecución de masas arboladas incluye modelos de bosques mixtos formados por almendro-higuera-pinar, castaño-nogal-monteverde e higuera-algarrobo/moral-termófilo. Según el Plan Forestal estas repoblaciones agroforestales tendrán un claro trasfondo social. Los modelos de bosques mixtos al contemplar especies de gran arraigo entre la población rural, permiten abrir el abanico de posibles alternativas a la hora de ejecutar repoblaciones agroforestales en zonas de transición y fincas particulares. Para este tipo de repoblación se aconsejan de 100 a 400 pies por hectárea. Los anexos de las especies forestales susceptibles de repoblación, en el apartado de especies frutales forestales incluyen algarrobo, almendro, castaño, higuera, moral y nogal. Recién aprobado el Plan Forestal, durante los primeros años de este nuevo siglo, se sucedieron ordenes de la consejería competente en medio ambiente del Gobierno de Canarias por la que se regularon las bases generales para la concesión de ayudas y subvenciones con destino a la forestación de fincas agrícolas abandonadas y su mantenimiento, y posteriormente la primera implantación de sistemas agroforestales en tierras agrícolas.

En Canarias hay algunos ejemplos de sistemas agroforestales interesantes. El más singular tal vez sea la Dehesa Comunal de la isla de El Hierro, pero existen otros ejemplos a lo largo de la geografía insular como son aquellos cultivos intercalados con almendros, castaños o palmerales, así como algunos sistemas agrícolas en terrenos más áridos que combinan la actividad agrícola con la plantación (de manera natural o no) de especies forestales o frutales. En La Palma, del monte no sólo se recogían productos forestales, sino que incluso se llegó a cultivar papas (patatas) y cereales en determinadas áreas del mismo o extraer raíces de helechos para hacer harina destinada a la elaboración de pan.

10.2. La Dehesa Comunal de la isla de El Hierro

Como exponente del aprovechamiento agroforestal se encuentra en las Islas Canarias El Sabinar de La Dehesa en la isla de El Hierro. Su población tuvo una economía de subsistencia agropastoril, pues desarrollaron pastizales, siendo éste el principal motivo de la deforestación de la isla, y también extrajeron madera para diversos usos.

Según la Constitución española de 1812 en la isla de El Hierro existían cuatro montes: Monte de dentro o Risco del Golfo, el Pinar, la Dehesa y Ajare. En 1846 fueron deslindados el Monte de dentro y el monte del Pinar, más tarde incluidos en el Catálogo de Montes de Utilidad Pública, ya que al decir de las crónicas carecían de importancia los dos restantes. En 1865 figuran como montes de propios por donación del Conde de Adeje, señor de la isla de El Hierro. A partir de 1912, con la entrada en vigor de la Ley de Cabildos, el monte de la Dehesa Comunal pasó a titularidad del Cabildo Insular de El Hierro. Era el año de la segregación del municipio de Frontera respecto al de Valverde

En la zona de la montaña del Caracol se construyó una ermita en homenaje a la Virgen de los Reyes que se convirtió a partir de la mitad del siglo XVIII en lugar de peregrinación para los pastores herreños, y cada cuatro años la imagen es llevada en volandas hasta Valverde acompañada de bailarines y fieles devotos. Siguen el denominado camino de la Virgen y se distribuyen el transporte por rayas de barrios y municipios. En la Cruz de los Reyes es famosa la parada para almorzar y donde se puede satisfacer hoy día la sed, con el agua de las fuentes que Zósimo, un Agente Forestal de la zona, construyó en la zona a principios de los años 80 del siglo pasado. Todo un ejemplo del aprovechamiento de la lluvia horizontal, sacralizado en el árbol sagrado de los bimbaches, el Garoé.

A inicios de la década de 1940 la Dehesa conoce el reparto de una parcela muy significativa, El Crés, en la zona de cumbre, que hizo el general Serrador, capitán general de Canarias, en favor de los vecinos de Sabinosa, acuciados por la pobreza derivada de la Guerra Civil española. La distribución se hizo en parcelas y se estableció un reglamento que regulaba la transmisión de las mismas. Se recuerda la sequía de 1948 en toda Canarias y la plantación de un nuevo Garoé en el barranco de Tigulate, en el lomo de Ventejís donde Tadeo Casañas llevó a cabo sus experiencias hídricas para captar el agua de nieblas. Don Leoncio Oramas, ingeniero jefe del Distrito Forestal, sabía lo que hacía.

En 1950 el general Franco adopta El Hierro y ordena una serie de obras de infraestructuras entre ellas balsas para recoger aguas. El Crés conoció una de ellas. También conoció las acciones del Instituto Nacional de Colonización orientadas a la plantación de pastos para el ganado de los pastores herreños, sobre todo de cabras y de vacas. El ingeniero agrónomo José Miguel Galván Bello solicitó de la administración forestal la colaboración técnica para que el sobreguarda forestal Zósimo Hernández ejecutase los trabajos de la repoblación de tagasastes (*Chamaecytisus proliferus ssp. palmensis*) y tederas (*Bituminaria bituminosa*) en las zonas apropiadas desde la perspectiva bioclimática, para vacas y cabras, y de las pencas (*Agave sp.*) para alimento de las cabras. En esa misma línea se realizaban repoblaciones con pino canario en otras zonas de la Dehesa por parte del Patrimonio Forestal del Estado (PFE), organismo autónomo del Ministerio de Agricultura, cuyo responsable en la provincia de Santa Cruz de Tenerife era el ingeniero de montes, Francisco Ortuño. Esta actuación de principios de los años de la década de 1960 del siglo pasado derivó de un consorcio formalizado con el Cabildo de El Hierro que también incluyó, además de unas fincas en el Julan, la parcela de El Sabinar que quedó excluida de la acción del ganado mediante la colocación de una valla de cerramiento. Hubo algunos problemas con los pastores de cabras por cuanto le prohibieron el acceso a un pozo y también con los cazadores por cuanto era una zona óptima para la captura de conejos. A partir de entonces fue notoria la reproducción natural de las sabinas. Matías, el encargado del refugio de la Dehesa, fue testigo de excepción de todos estos trabajos.

Ya en la etapa democrática, derivada de la Constitución española de 1978, se producen reivindicaciones de algunos pastores de cabras en contra del uso de ciertos terrenos por parte de los ganaderos de vacuno. La variedad de los pastos en terrenos claramente diferenciados en razón de suelo y altitudes produjo una serie de incidentes con amenaza de manifestaciones que obligó a las autoridades

Figura 10.2. Dehesa en la isla de El Hierro

Fuente: Juan C. Santamarta

locales, del Gobierno y del Cabildo, a adoptar medidas encaminadas a normalizar la situación. Intervienen los servicios estatales de Extensión Agraria y el ICONA. Se encarga y redacta un Plan de Ordenación Ganadera de la Dehesa Comunal y una vez sometido a información pública se consigue la paz entre los ganaderos. Unos años más tarde, el Plan de Conservación de Suelos aprobado para El Hierro permitió continuar con la siembra de tagasastes y tederas y corregir las canalizaciones de las escorrentías de las aguas y de los antiguos depósitos. Por parte del Cabildo herreño se intensificó por las zonas idóneas la instalación de captanieblass naturales y artificiales. Tajurasara se convirtió en un punto de referencia.

Desde 2007, la mencionada Dehesa comunal está situada en el nuevo municipio de El Pinar.

10.3. Cultivos del Almendro (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb)

10.3.1. Introducción

El almendro, árbol caducifolio de la familia de las rosáceas, es la especie con mayor vocación agroforestal en las Islas Canarias. Puede alcanzar los ocho me-

tros de altura. De tallo liso y verde cuando es joven, pasa a ser agrietado, escamoso y grisáceo cuando es adulto. Las hojas son simples, lanceoladas, largas, estrechas y puntiagudas, de 7,5 a 12,5 cm de longitud, color verde intenso y bordes dentados. La flor solitaria o en grupos de hasta cinco, es pentámera con cinco sépalos, cinco pétalos con colores variables entre blanco y rosado. La floración alcanza su esplendor a principios de febrero, aunque desde diciembre ya se ven ejemplares florecidos. El fruto, de entre 3 y 6 cm de longitud en drupa, tarda de 5 a 6 meses en madurar desde que cuaja. La semilla en el interior del fruto del almendro es la almendra y se conoce como almendruco cuando el fruto es tierno e inmaduro. El almendro, conocido en el mundo rural canario como almendrero, tiene porte y frutos menores al tratarse de una especie agroforestal principalmente de secano.

El almendro es originario de las regiones montañosas del oeste de Asia, donde aún se encuentra en estado silvestre (Sánchez Pinto, 2005). Es a través de las rutas comerciales cuando se introduce desde épocas remotas en España, donde se ha convertido en la actualidad en el tercer país productor de almendra tras Estados Unidos de América y Australia. En Canarias, Viera y Clavijo (1868) ya expone en su Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias que se trata de una especie «que medra con toda prosperidad en todas nuestras islas». No se sabe con certeza cuándo se introdujo en Canarias, aunque bien pudo ser después de la conquista, cuando los primeros colonos comenzaron a plantar árboles frutales. En los yacimientos arqueológicos de aborígenes canarios únicamente han aparecido restos de higos.

La importancia mundial del almendro se basa en su fruto. Las almendras dulces son muy nutritivas, más de la mitad de su peso corresponde a grasas vegetales digeribles (Sánchez Pinto, 2005), además son ricas en potasio, fósforo, calcio, magnesio, hierro y vitaminas E y del grupo B. Se trata del fruto seco con mayor contenido en fibra. La leche de almendra, que se obtiene triturando almendras secas y peladas y luego mezclándolas con agua, se recomienda como sustituto de la leche animal y en tratamientos de problemas cardiovasculares y diabetes. De la almendra amarga se elabora el aceite de almendra, apreciado por sus cualidades curativas (Navarro Rodríguez, 2005). El aceite de almendra también se ha usado, como aplicación externa, para el cuidado de la piel.

Las mayores poblaciones de almendros se encuentran en las áreas potenciales de pinar canario de tres islas: La Palma, Tenerife y Gran Canaria. En La Palma (aprox. 2000 ha) el almendro se extiende principalmente por los municipios del oeste de la isla (Figura 3). En Tenerife (< 1000 ha) se encuentra en el sudoeste de la isla. En Gran Canaria las dehesas de almendros se concentran en las zonas altas de varios municipios cumbreños, predominantemente en las vertientes de sotavento. Si bien se ha delimitado una superficie de 3100 hectáreas en el mapa agroforestal del Plan Territorial Especial Agropecuario de Gran Canaria (2016), dentro de este perímetro el almendro es la especie dominante o codominante, junto al escobón, en unas 1500 hectáreas.

Cuando los árboles se desarrollan en suelos forestales desarbolados, en zonas de transición entre las parcelas agrícolas más productivas y el bosque cerrado hablamos de sistemas agroforestales y árboles frutales-forestales. Mientras el al-

مندرو con vocación agrícola en los márgenes de parcelas agrícolas muy productivas se planta para la producción de fruto, el almendro con vocación forestal será aquel no injertado para la retención de suelo y producción preferente de leña y carbón. Por lo tanto, se podrán definir distintos grados de intervención dentro de un sistema agroforestal. Estos frutales-forestales, además de fuente de productos forestales, han servido como freno a la erosión, aumento de la infiltración y refugio de aves. Si bien existe regeneración natural en los meses de invierno, el regenerado se pierde mayoritariamente durante los meses de sequía estival.

Figura 10.3. Almendros en el oeste de la isla de La Palma



Fuente: Jorge Naranjo Borges

Según el ICRAF (International Centre for Research in Agroforestry) por cada hectárea que se incluya en un sistema agroforestal, se pueden salvar de cinco a diez hectáreas de la deforestación. Frente a sistemas agroforestales tropicales tipo Taungya (Lamprecht, 1986), donde el segundo año se abandona el uso agrícola, en Canarias el sistema agroforestal es permanente y sostenible en el tiempo.

La obtención de frutos y productos derivados de la madera ha llevado a que las especies agroforestales en las comarcas donde crece, gocen de gran arraigo entre la población rural. La almendra y su repostería han pasado a formar parte de la gastronomía en La Palma (queso de almendra, almendrado, etc.) y Gran Canaria (bienmesabe, mazapán, etc.). Asociadas al almendro se celebran fiestas

populares en Gran Canaria (Fiesta del Almendro en Flor en Valsequillo y en Tejedá) y Tenerife (Ruta del Almendro en Flor en Santiago del Teide).

10.3.2. *La Especie*

La capacidad germinativa del almendro muestra valores altos sin tratamiento previo. La planta forestal de calidad, apta para la repoblación se consigue producir en contenedor forestal (300 cm³) en un año. Sin embargo, el diámetro puede ser insuficiente para el injerto. Para la repoblación de almendro injertado es recomendable el uso de mayores volúmenes. La multiplicación por injerto sobre patrón de almendro amargo fue utilizada durante muchos años por ser más resistente a los hongos de raíz, no obstante, en el futuro parece conveniente trabajar sobre patrones comerciales y productivos.

Ante la aparente ausencia de grandes daños ocasionados por plagas, los mayores daños que cabe esperar son los causados por hongos en las raíces y hojas. Las principales enfermedades que nos podemos encontrar son traqueomicosis producida por *Armillaria mellea*, verticilosis, o lepra. No obstante, la agricultura moderna no está exenta de la introducción de nuevas plagas, y una de ellas en el almendro es la producida por el pulgón negro (*Pterochloides persicae*). Los ataques al fruto por roedores son puntuales, mayor en el caso de almendra mollar.

Las variedades tradicionales del almendro tienen un alto grado de autoincompatibilidad, es decir, difícilmente se fecundan con su propio polen y necesitan por tanto de polinización cruzada. Para ello, el primer requisito es que la plantación se realice con variedades intercompatibles de floración simultánea. Actualmente, las nuevas variedades importadas son autofértiles y disminuyen este problema.

En Canarias, con un clima subtropical, no siempre se llegan a acumular las horas de frío establecidas como norma para el buen arraigo de la especie en el continente. No obstante, el clima no parece haber sido un impedimento para la fructificación del almendro en las islas. Este hecho ha demostrado una vez más la capacidad de adaptación de la especie. Sin embargo, en las mayores cotas de la cumbre central de Gran Canaria hay que contar con abundante nubosidad y algunas heladas que obligan a elegir variedades de floración tardía.

10.3.3 *Presente y futuro*

La producción anual de almendra con cáscara ha descendido hasta las 50 toneladas en La Palma, cuando en la década de 1950 las producciones de hasta 3500 toneladas permitían grandes exportaciones al Reino Unido (Líbano, 2005). En Gran Canaria igualmente, para la elaboración de la repostería local se llega a importar más del 90% del consumo de almendra. A pesar de que en este siglo nuevas fincas agrícolas en explotación han logrado producir 1 t/ha de fruto a los 4 años, la producción total insular sigue siendo de unas pocas toneladas anuales.

En Canarias han surgido en la primera década del siglo XXI nuevas asociaciones, la Asociación Almendra de Gran Canaria y de Los Poleos en Tenerife, cuyos objetivos es fomentar la plantación de almendros y aumentar la producción de almendra. La Asociación Almendra también asesora a los propietarios en cuidados culturales, podas, tratamientos o comercialización.

El almendro no solo es estimado por la almendra, sino también por su carbón. El carbón del almendro, junto con el carbón procedente del escobón (*Chamaecytisus proliferus meridionalis*) o tagasaste (*Chamaecytisus proliferus ssp. palmensis*) son los más preciados. En Gran Canaria existe la Asociación Charamusco Carboneros de la Cumbre. La obtención de carbón procedente del almendro agroforestal ayuda a la economía local y al mantenimiento del agrosistema. Se obtiene un producto de primera calidad capaz de competir con el carbón vegetal importado ya que, al no sufrir los avatares del transporte, llega al consumidor en perfecto estado.

El almendro si se compara con el castaño, otra especie agroforestal de interés pero de menor distribución actual y potencial, alcanza menor producción por pie. Sin embargo, el fruto perecedero del castaño obliga a una cosecha inmediata y a vender todo el producto o transformarlo rápidamente, mientras que el envasado natural al vacío de la almendra permite mayor flexibilidad en la cosecha, la transformación y la venta. Asimismo, el fruto que permanece como banco de semillas alrededor del árbol permite la regeneración natural tras un incendio forestal.

El futuro de las especies agroforestales en general y, del almendro en particular, pasa por su reconocimiento en la planificación territorial, en la gestión forestal y en una decidida apuesta por la inversión e innovación, así como por el arreglo de caminos y veredas de acceso a los árboles y por la regulación del carboneo con un código de buenas prácticas.

El cultivo del almendro se encuentra como buena parte del sector agrario canario en estado de abandono, por lo que resulta necesaria una política de rejuvenecimiento de las masas actuales a través de nuevas plantaciones, podas y selección de material. Se deberá velar por la salvaguarda de las variedades tradicionales, pero también se podrán implantar variedades autofértiles, de floración tardía, alto rendimiento en pepita y adaptadas a la zona. Sin embargo, uno de los retos será la no aparición de nuevas plagas. Desde las instituciones públicas cabe además pensar en ayudas a través de formación para la optimización de rendimientos, planes de comercialización de sus derivados y revalorización mediante la certificación ecológica (Líbano, 2005).

Es bien conocida su adaptación a la sequía estival una vez logrado el porte arbóreo y, por tanto, una especie apta para el cultivo de secano en ladera. También es una especie que por su extrema rusticidad es apta para el cultivo ecológico reconocido por el Consejo Regulador de Agricultura Ecológica (CRAE).

Es importante fomentar la plantación de especies agroforestales en las zonas de transición entre las parcelas agrícolas y el monte arbolado para la obtención de diversos productos que supongan la captación de rentas complementarias, pongan en valor el suelo forestal, ofrezcan diversificación económica y ayuden a mantener el sector primario. Además se ha de fomentar el asociacionismo que

ayude a adquirir la maquinaria necesaria (vibradores, peladoras, descascaradoras y partidoras) como medio para reducir costes.

Figura 10.4. Plantación de almendros variedad marcona en la cumbre de Gran Canaria



Fuente: Jorge Naranjo Borges

La crisis económica, la necesidad de volver a cultivar y producir terrenos agrícolas en desuso, la importancia de la buena alimentación en general y la de los frutos secos en particular, la posibilidad de gestionar el cultivo bajo el paraguas de la agricultura ecológica, sin olvidar el arraigo entre la población, han sido argumentos que han llevado a la creación de Asociaciones en las islas en este nuevo siglo que han impulsado el cultivo del almendro. Este impulso se ha traducido en el cultivo de nuevas variedades, más productivas, autofértiles y, en definitiva, mejor adaptadas a diferentes condiciones climáticas. Así, por ejemplo, en la cara norte de las islas con mayor grado de humedad, se ha optado por variedades de floración tardía.

No obstante, nos seguiremos enfrentando a numerosos retos futuros en el contexto del cambio climático. El aumento inequívoco de las temperaturas y los probables períodos prolongados de sequía requerirán de un suministro de cierta cantidad de agua de riego para garantizar el arraigo y la producción de fruto y madera. El estrés y debilidad de los individuos que pueda conllevar la aparición de plagas y enfermedades tendrá que compensarse con estudios propios de varie-

dades resistentes, con la severa limitación de importación de plantas de fuera y con el impulso de plantas de semilla que garanticen una mayor variabilidad genética. El sistema agroforestal deberá ser gestionado ante la posibilidad de grandes incendios forestales de manera similar a especies como el castaño, logrando una discontinuidad horizontal y vertical. La altura y edad del árbol, así como la intensidad del fuego influyen en la resistencia al incendio, por lo que hay que procurar mantener árboles maduros en un amplio marco de plantación que dificulten un fuego de copas. Tras un fuego de suelo se pierde el regenerado o repoblado con facilidad. Si el fuego es de copa, hay árboles que pueden volver a brotar, aunque la regeneración de brotes de raíz será la más abundante.

10.3.4. Resumen

Ventajas del almendro como especie agroforestal:

1. Gran adaptación a la sequía y por tanto apto ante el cambio climático.
2. Almendra, fruto no perecedero, envasado natural al vacío, de fácil almacenamiento que mantiene sus cualidades organolépticas.
3. La madera se aprovecha como leña y carbón, mientras la cáscara del fruto sirve como biocombustibles o mulching.
4. Árbol de hoja caduca que en invierno deja pasar luz y en verano protege con sombra y facilita así la formación de masas mixtas.
5. Mercado local de almendras y productos derivados ya existente.
6. Dos en uno, el interés agrícola se suma al forestal en la misma especie.

Inconvenientes del sistema agroforestal en Canarias:

1. La orografía insular caracterizada por elevadas pendientes dificulta la mecanización para la obtención de productos. Los costos más elevados dificultan la competitividad con los mercados exteriores.
2. El aislamiento insular lleva aparejado mayores costes en el transporte. Solo se puede exportar productos de primera calidad o consumirlos en el mercado local.
3. De no trabajar con variedades a nivel local e importar plantas se corre el riesgo de introducir nuevas plagas y enfermedades.

10.3. Cultivos del Castaño (*Castanea sativa*)

El castaño es un árbol de tronco derecho, grueso y corto capaz de alcanzar los 35 m de talla. Posee un sistema radical muy desarrollado, casi tanto como los robles. Las raíces laterales dan brotes o renuevos y además el castaño brota bien de cepa. La corteza se presenta agrietada longitudinalmente. La alta capacidad de

dar rebrotes tanto de tocón como de raíz, aptitud que se mantiene según estimaciones, por unos 200 años, hace que la especie se caracterice por ser longeva y tender a formar masas puras.

Hay evidencias de la posibilidad de que el castaño se introdujera primero en las islas de El Hierro y La Gomera, luego en Gran Canaria y La Palma y finalmente en Tenerife, siguiendo el orden de colonización y conquista (Sánchez Pinto, 2003). En 1503, buena parte de las selvas que se extendían por el norte de la isla de Tenerife ya había desaparecido. Las tierras más productivas se dedicaron a cultivos ordinarios, mientras que las más agrestes fueron plantadas con castaños y otros frutales. El Adelantado, consciente de que la falta de masas arbóreas provocaría el desecamiento de los nacientes, ordenó a los vecinos que recibieron repartimientos de tierras (datas) en las medianías del norte, que plantaran castaños. Gracias a esta política forestal, la desaparición del monte verde fue paliada —en parte— por una franja de castaños de unos dos kilómetros de ancho, que se extendía desde Tacoronte hasta Los Realejos (Sánchez Pinto, 2003). Hoy en día en la comarca de Acentejo el castaño forma castañares sobre una superficie de 200 hectáreas.

Se han encontrado 19 cultivares diferentes a lo largo de la geografía tinerfeña (Cubas, 2003). Las variedades no sólo las distinguen los agricultores por la forma del fruto, sino también por el momento de la maduración, por su dulzor, por su conservación o por el erizo que las protege.

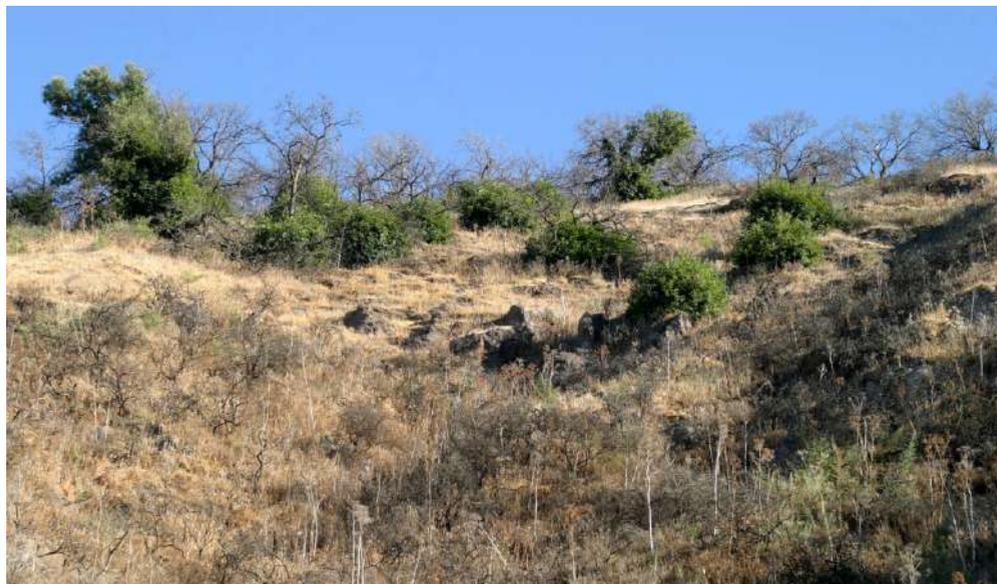
En Gran Canaria la especie está representada también en las medianías del norte, en la zona del antiguo monte verde. Diversos estudios aseguran la capacidad de regeneración del monte verde bajo la cubierta del castaño (Braun et al., 1993 y Naranjo, 1995). Según el Plan Territorial Especial Agropecuario de Gran Canaria (2016) el castañar ocupa una superficie cercana a las 400 hectáreas. También se cultiva en las otras islas de la Macaronesia como Azores y Madeira.

Figura 10.5. Rodales de castaño entre retamares en San Mateo, Gran Canaria



Fuente: Jorge Naranjo Borges

Figura 10.6. Castañar adheresado en régimen de pastoreo, 3 años después de incendio forestal en San Mateo , Gran Canaria



Fuente: Jorge Naranjo Borges

El cultivo del castaño particularizando para las islas de Tenerife y Gran Canaria se desarrolla preferentemente en la vertiente de barlovento, desde la cota 400 hasta llegar a los 1000 msnm. Los ejemplares que se encuentran a menor altitud y de interés agroforestal se encuentran asociados a cultivos agrícolas y otros árboles frutales, los castaños en franjas más elevadas se encuentran en terrenos forestales con la laurisilva y el pinar.

Sin embargo, el abandono del campo también ha incluido al cultivo del castaño, por lo que hoy en día vemos árboles envejecidos que han disminuido en su producción. Paralelamente, no ha habido nuevas plantaciones a destacar ni selecciones de material. La castaña, al igual, que la almendra se importa año tras año en Canarias para el consumo humano. La castaña local se recolecta preferentemente en zonas accesibles y sufre importantes ataques de una polilla (*Cydia sp*).

Si bien los viveros agrícolas importan variedades injertadas, no existe una asociación que impulse el cultivo y aglutine a los propietarios de castaños. En contrapartida, existen estudios profundos de las variedades de castaño en las islas (Cubas, 2003; Pereira et. al., 2007).

Las propuestas de mejora de la especie para el futuro pasan por evitar la introducción de enfermedades como la tinta (*Phytophthora cinnamomi*) y el chancro (*Endothia parasitica*), trabajar en la mejora genética de variedades de la especie y fomentar la plantación en determinadas áreas que garanticen el suministro de agua. Las propuestas más realistas para fomentar la especie parecen ser la plantación como árbol frutal forestal en sistemas agroforestales o silvopastoriles en

áreas rurales de desarrollo socioeconómico, así como la creación de masas mixtas con especies de monteverde (Naranjo 2001).

Al igual que en el caso del almendro, la gestión frente a incendios forestales en el contexto del cambio climático se debe basar en lograr plantaciones y masas resilientes distribuidas en un paisaje mosaico. La gestión estriba en tener libre de maleza alrededor del pie especialmente en la época seca, distancia suficiente entre individuos para evitar fuego de copas y la posibilidad de plantar junto a lugares que frenen la propagación (camino, muros, rocas). Dependiendo de la edad, altura del castaño y la intensidad del fuego, el daño del fuego varía. La altura del árbol no es un problema para la recolección del fruto, ya que se hace desde el suelo. Si el castaño es lo suficientemente alto, la copa del árbol puede sobrevivir al incendio. Cuando el daño en el tronco y en la copa es considerable, a menudo brota de cepa. En el caso de copa dañada, la formación de la nueva copa verde, a través de podas, ha de tener en cuenta la estática del árbol. Así, para evitar riesgos de caída de ramas secas o de copa verde superviviente, esas podas escalonadas en el tiempo tendrán en cuenta los vientos dominantes y los vientos fuertes, con el fin de crear una copa compensada.

10.4. Sistemas singulares de recolección de aguas y conservación de suelos en sistemas agroforestales

10.5.1. *Bancales, terrazas o cadenas*

Los bancales, terrazas o cadenas las encontramos en todas las islas, cuya densidad se acentúa en zonas de valles y barrancos con pocos suelos fértiles para regadío. Pero no es un agrosistema exclusivo de Canarias puesto que las viejas sociedades agrícolas, incluso protohistóricas de América, Asia y Europa, asentadas en orografías difíciles se han valido de este sistema. En los bancales también cabe la posibilidad de plantar especies forestales o frutales.

Las **cadenas** son pequeños muros de piedras basálticas, usados generalmente en Fuerteventura. La función de estos muros es retener el agua que cae por las laderas aprovechando la escorrentía superficial y, con otra función fundamental, que es la de retener el suelo y evitar la erosión.

Para construir estas cadenas se nivela al máximo el terreno con una distribución adecuada de materiales sueltos y tierra con una base susceptible de materiales para un mejor drenaje; luego se levanta un muro con cabezas de piedra seca (en algunos lugares con sillería de mantos volcánicos ignimbríticos) y mampuestos para contención de toda la parcela (cadena de tierra) y, por último, se ejecuta la nivelación del terreno. La función de los bancales es doble, por un lado conserva el suelo y, por otro, recolecta agua que escurre por la ladera. La conservación del suelo también se puede mejorar con los sistemas radicales de las especies forestales que se planten en la superficie del bancal.

Figura 10.7. Bancales agrícolas en corona forestal en la isla de Tenerife

Fuente: Juan Carlos Santamarta

10.5.2. Gavias y nateros

Las **gavias** son espacios de cultivos de mayores dimensiones bordeados por camellones o paredes, preparados para una inundación controlada por las aguas pluviales; ubicados en terrenos más llanos o en suaves pendientes, por lo tanto relativamente cercanos a la costa.

Su mantenimiento periódico contribuye enormemente a fijar el suelo, evitando que la escorrentía arrastre los sedimentos fértiles al mar, y facilitando al mismo tiempo que se filtre el agua enriqueciendo los acuíferos de la isla.

Las ventajas de este sistema son evidentes: permite humedecer los suelos, lavar sus sales y fertilizarlos de forma natural con los nutrientes transportados con las aguas de escorrentía. Además, por sus propias características, los procesos de erosión hídrica y eólica se ven considerablemente reducidos en las gavias en comparación con el resto de los suelos insulares.

Los **nateros** (lameros en La Gomera) constituyen un sistema combinado de captación de aguas pluviales para riego y de formación de terreno fértil con los sedimentos de éstas, en los cauces de los barrancos con desniveles algo acusados,

Figura 10.8. Higuera plantada en gavia en la isla de Fuerteventura

Fuente: Juan Carlos Santamarta

cuyo cerramiento se hace mediante muros de piedra de aproximadamente medio metro de altura de planta recta o bien curva adecuada al nivel de las vaguadas de los barrancos. Se suelen disponer en zonas altas de las islas. Debido a las pequeñas dimensiones de cultivo (entre 50 y 500 m²) en muchas ocasiones sólo permiten plantar uno o dos especies arbóreas.

10.5.3. Enarenados naturales y artificiales

Esta tipología de cultivos y estrategia singular con respecto a la disponibilidad de agua es típica de las islas de Lanzarote, Gran Canaria y Tenerife, aunque se ven representados en la península Ibérica en la provincia de Almería. A lo largo de la geografía mundial existe otra zona donde se utilizan, en Israel, más concretamente en el desierto del Negev. En esta misma localización, ha habido experiencias para utilizar cenizas para la conservación del suelo con ciertos buenos resultados. Este nuevo uso no ha sido para aumentar la disponibilidad de agua de la planta sino más bien para evitar la erosión eólica, que como es evidente puede tener lugar en un ambiente semidesértico.

El enarenado se puede definir como una capa de material volcánico de tipo granular (lapilli o picón en Canarias, rofe en Lanzarote) con suficiente número de

poros como para suministrar y conservar, una cantidad suficiente de agua atmosférica que favorezca el desarrollo de un cultivo. Esta definición puede tener muchas matizaciones en el sentido de la procedencia y tipo de material utilizado así como del uso o no de estiércol para aumentar la producción, modalidad que se utiliza en Almería.

Figura 10.9. Enarenado de lapilli volcánico con protección de viento en Lanzarote



Fuente: Juan Carlos Santamarta

Cuando la superficie de lapilli ha sido cubierta por la propia naturaleza, por las erupciones volcánicas arrojando cenizas, se habla entonces de enarenados naturales. En otros casos, los agricultores traían picón desde algún yacimiento o alguna cantera cercana al terreno junto a su casa, para cultivar sus plantaciones y vigilar las cosechas.

Este sistema puede mantener la humedad hasta un año después de una lluvia con unos rendimientos agrarios similares a los del regadío, en precipitaciones que apenas superan los 100 mm anuales. También tienen otra función que es la conservación de suelos, evitando su pérdida tras lluvias. Los enarenados artificiales tienen escasa vida (15-20 años), se deben mantener y realizar labores agrícolas continuas.

10.5.3. Efectos de las masas forestales en las zonas de medianía, precipitación de niebla

Las masas de aire que llegan a las costas del archipiélago canario están condicionadas por la distribución de la temperatura de la superficie del mar, estrechamente relacionada con la corriente fría de Canarias. Notablemente, las masas de aire son expulsadas por el anticiclón caliente de las Azores, que en esta región forman los vientos alisios, vientos moderados de componente noreste (Santana Pérez, 2008).

Los vientos alisios transportan a las islas aire húmedo y fresco. A esta capa de aire húmedo se le superpone otra capa seca, separadas ambas por una «inversión vertical de temperaturas». En esta zona tiene lugar los fenómenos de condensación de vapor de agua y coalescencia de gotitas de agua, desarrollándose una amplia capa de estratocúmulos, llamada popularmente mar de nubes.

El mar de nubes puede provocar solamente precipitaciones ligeras en aquellos lugares donde adquiere espesores notables y su base está próxima al suelo. También, juega un papel importante en el fenómeno de precipitación horizontal o

Figura 10.10. Cultivos de papas y leguminosas en corona forestal , al fondo efecto de la precipitación de niebla en la masa forestal



de niebla cuando ésta incide sobre el relieve y fluye a través del arbolado con velocidad notable.

La precipitación horizontal o de niebla en las cumbres en las islas, entre las altitudes de 900 m a 1600 m, tiene una gran importancia hidrológica y su valor medido en el sotobosque nos hace pensar que la cantidad de agua recogida en el suelo, en las zonas de montaña donde el aire húmedo circula con velocidades importantes, procede principalmente de la capa nubosa.

Los árboles son los principales obstáculos que causan la precipitación horizontal, ya que son los suficientemente altos para destacar por encima de la capa de aire cercana al suelo, pobre en viento y en niebla. La precipitación horizontal sobre rocas, piedras y suelo se produce cuando las nieblas son muy densas y se desplazan con velocidades notables.

Es curioso observar como el pino canario es una especie con características únicas en el mundo, ya que dispone de tres acículas muy largas al contrario de los pinos europeos y, además brota de cepa. Esto se puede entender como una adaptación al medio interesante en el sentido de que con mayor número de acículas y más largas mayores posibilidades hay de «capturar «agua. La otra adaptación al medio de que dispone el pino canario es su relativa «supervivencia «a los incendios, característica bastante más conocida.

Combinar especies forestales con cultivos agrícolas a ciertas altitudes donde puede ocurrir la precipitación horizontal es una ventaja para el cultivo gracias a que los árboles hacen de obstáculo de esta niebla regulando esta tipología de recursos hídricos que en algunos casos, según autores, pueden llegar a duplicar la precipitación convencional.

10.5. Perspectivas de futuro y conclusiones

Las posibilidades que tiene Canarias con respecto a los sistemas agroforestales son limitadas, debido a la poca extensión del territorio y lo abrupto del mismo. Otro problema actual es el abandono progresivo del campo, Canarias importa más del 90% de los productos de consumo, considerándose en muchas islas la actividad agrícola como residual.

Los aprovechamientos de almendros y castaños están muy abandonados. No obstante, siguen cumpliendo con su función ambiental y paisajística en la mayoría de los casos. Según varios autores son vectores de recuperación del pinar y monteverde en fincas particulares.

Es necesario mantener los sistemas agroforestales actuales debido a los beneficios que aportan a la prevención de incendios forestales y a la lucha contra la desertificación. El mantenimiento en cultivo y aprovechamiento de estas tierras, casi siempre situadas en zonas de montaña o medianías limítrofes con los terrenos forestales, supone que no se encuentren en estado de abandono y por tanto, libre de malezas, constituyen verdaderas áreas cortafuegos.

Por último, relacionado con las islas más áridas, hay líneas de trabajo en relación a los sistemas agroforestales, en la medida de combinar diferentes especies forestales con cultivos tradicionales en las zonas de medianías, con el fin de controlar la erosión, el uso de frutales de zonas áridas, leguminosas y cactus del género *opuntia*.

Referencias bibliográficas

- Agrodesierto (2012). Programas agroforestales. Documento en línea consultado 10-10-12. www.agrodesierto.com.
- Braun, M.; Unseld, R. y Velázquez Padrón, C. (1993). Estudio de la regeneración natural de laurisilva bajo castaño en la finca de Osorio. Inédito
- Canarias 7 (2010). 150.000 almendros abandonados. Domingo 12 de diciembre 2010. pág. 37.
- Cubas Hernández, F. (2003). Las Variedades de Castañeros. *Rincones del Atlántico* 1, 69.
- De Saavedra Díaz, J. M. (2005). La recuperación del almendrero en la comarca de Isora. *Rincones del Atlántico* 2, 108-112.
- De Viera Y Clavijo, J. (1868). *Historia Natural de las Islas Canarias*. Tomo I. Las Palmas de Gran Canaria. 344 pp.
- González Rodríguez, P. y Hernández Suárez, M. (2003). La memoria colectiva sobre el castañero de Acentejo: su importancia en la Comunidad. *Rincones del Atlántico* 1, 64-68.
- Lamprecht, H. (1986). *Waldbau in den Tropen*. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin. 318 pp.
- Líbano, J. (2005). El almendro en La Palma: Un cultivo amenazado. *Rincones del Atlántico* 2, 113-115.
- Naranjo Borges, J. (1995). Crecimiento juvenil de las lauráceas en distintas calidades de estación en la isla de Gran Canaria. *Vector plus* 4.
- Naranjo Borges, J. (2001). Los Aprovechamientos forestales en Naturaleza de las Islas Canarias: Ecología y Conservación. Capítulo 32: 269-274.
- Navarro Rodríguez, M. (2005). La almendra en Gran Canaria. *Rincones del Atlántico* 2, 116-120.
- Pereira, S., Ríos, D., González, A. J. y Ramos, A. M. (2007) Los Castañeros de Canarias. Caracterización morfológica y molecular de las variedades de Tenerife y La Palma. Cabildo de Tenerife y Cabildo de La Palma. 136 pp.
- Plan Territorial Especial Agropecuario de Gran Canaria PTE-09 (2016). Documento de Aprobación Definitiva. Tomo I: Memoria Informativa. Consejería de Política Territorial, Arquitectura y Paisaje. Cabildo de Gran Canaria. 470 pp.
- Queralt Gimeno, E. (1987). *El cultivo moderno del almendro*. Editorial De Vecchi. Barcelona. 124 pp.

- Sánchez Pinto, L. (2003). El Castaño de las 7 pernadas. *Rincones del Atlántico* 1, 56-63.
- Sánchez Pinto, L. (2005). El Almendro de Santa María de Gracia. *Rincones del Atlántico* 2, 98-106.
- Santamarta Cerezal, J.C. Naranjo Borges, J et al. (2013) *Ingeniería Forestal y Ambiental en sistemas insulares. Métodos y Experiencias en las Islas Canarias*. Colegio de Ingenieros de Montes. Madrid. 649 pp.
- Santamarta Cerezal, JC et al. (2013) *Hidrología y recursos hídricos en islas y terrenos volcánicos. Métodos, técnicas y experiencias en las Islas Canarias*. Colegio de Ingenieros de Montes. Madrid. 552 pp.
- Santana Pérez, L.M. (2008) *Alisios. Análisis año 2008*. Agro Cabildo. Cabildo de Tenerife. 25 pp.
- Seijas, J. (1998). *Precipitación Horizontal en los Montes Canarios*. V Jornadas Forestales de Gran Canaria.
- Valdés Quiles, G.; Ayuso Ayuso, A.; Rico Albert, E. J. y Más Hernández, M. (2002). Características de las variedades de vanguardia del almendro. *Vida Rural* 146, 46-50.
- Varios Autores (1999). *El Plan Forestal de Canarias*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente. Viceconsejería de Medio Ambiente. Gobierno de Canarias. 171 pp.

Capítulo 11

Retos de la teledetección y el uso de drones en la gestión forestal de las Islas Canarias

DR. ALFONSO S. ALONSO BENITO
Ingeniero de Montes

11.1. Introducción

En 2015, concretamente el 25 de septiembre, la ONU adoptó una agenda de desarrollo sostenible a ejecutar durante 15 años (ONU, 2015a, 2015b); es lo que conocemos como Agenda 2030 (Gobierno de España, 2018), en la cual se plasman los 17 ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), cada uno de los cuales con su propia hoja de ruta.

Tomando como referencia los ODS, en este capítulo se pretende dar respuesta a los mismos, teniendo en cuenta el uso de la teledetección enfocado a los recursos forestales, y, por ende, a los recursos naturales de las Islas Canarias.

Considerando que las Islas Canarias ocupan una superficie de 7.446,95 km² de acuerdo a los datos del ISTAC (ISTAC, 2020), un 13,7% se corresponden a superficie forestal (SIGPAC, 2019). Si tenemos en cuenta que un 40,5% de la superficie total se encuentra enmarcada dentro una figura de protección (ISTAC, 2020), hace necesario analizar el potencial uso de la teledetección sobre los recursos forestales, incluyendo cualquier otro recurso natural asociado a los mismos, así como los beneficios que derivan de dicho uso.

Los 17 ODS se agrupan en cinco áreas de trabajo (Brown & Rasmussen, 2019), de acuerdo a la metodología 5P (*People, Planet, Prosperity, Peace and Partnerships*). En este capítulo vamos a comentar los retos a los que nos enfrentamos en el sector forestal acorde al Área PLANETA, una de las 5P; dentro de la cual, tenemos los siguientes ODS (Tabla 11.1):

Tabla 11.1. Agrupación de los ODS de acuerdo a las 5P, área PLANETA

Área 5P	Nº ODS	ODS
PLANETA	6	Agua limpia y saneamiento
	12	Producción y consumo responsables
	13	Acción por el clima
	14	Vida submarina
	15	Vida de ecosistemas terrestres

Aunque todos los ODS de PLANETA se interrelacionan entre sí, nos vamos a quedar con los números 6, 13 y 15, los cuales no se entienden sin una adecuada gestión forestal de los recursos asociados a ellos.

11.2. Agua limpia y saneamiento

El ODS número 6 se refiere a cualquier actividad relacionada con *agua limpia y saneamiento*. Este objetivo tiene ocho metas (ONU, 2015a) que deben estar cumplidas en 2030:

1. Acceso universal al agua potable y a un precio asequible.
2. Servicios de saneamiento e higiene adecuados para todos.
3. Mejora de la calidad del agua, reduciendo la contaminación.
4. Uso eficiente de los recursos hídricos y asegurar la sostenibilidad de la extracción y abastecimiento de agua dulce.
5. Gestión integrada de los recursos hídricos.
6. Protección de los ecosistemas relacionados con el agua, incluyendo bosques, montañas, humedales, ríos, acuíferos y lagos.
7. Cooperación internacional en programas relacionados con el agua y saneamiento.
8. Fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y saneamiento.

A la vista de las metas descritas, el uso de la teledetección en temas relacionados con la hidrología es un punto a tener en cuenta, máxime si nos fijamos en las posibles aplicaciones (Tabla 11.2). De estas aplicaciones, los técnicos forestales tenemos un enorme trabajo en todo lo relacionado con la hidrología y el control de la erosión de nuestros montes.

Tabla 11.2. Aplicaciones de la teledetección en hidrología (adaptado de Pérez González & García Rodríguez, 2006)

Continenciales	Oceánicas
Cartografía hidrogeográfica	Cartografía batimétrica
Cartografía humedales	Arrecifes
Inundaciones y sequías	Erosión de costas
Morfología fluvial	Dinámica del litoral
Calidad de las aguas	Cartas de navegación
Contaminación hídrica	Transporte de sedimentos
Acuíferos	Temperatura
Evolución de glaciares y similares	Contaminación
Aguas subterráneas	Análisis del fitoplancton
	Dinámica de hielos a la deriva
	Corrientes y oleaje
	Bancos de pesca

Son escasos los trabajos publicados en los que se utilice la teledetección, ya sea de satélite o de drones, con la hidrología forestal. Sin ánimo de hacer una lista exhaustiva de artículos, libros y demás, publicados por todo el mundo, sí quiero mostrar una aplicación, la cual tiene dos vertientes, y ambas pueden ser generadoras de empleo, cumpliendo así otro de los ODS de la Agenda 2030, el número 8 relativo al *Trabajo decente y crecimiento económico*.

Estimación de la erosión

La ecuación empírica universal de la pérdida de suelo, RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*) ideada en principio para terrenos agrícolas por Renard *et al.* (1997), ha sido, y sigue siendo, muy utilizada en el ámbito forestal para la estimación de la erosión que se puede producir debido a las escorrentías de lluvia, factor que se incrementa cuando el monte ha sufrido un incendio. O la nueva versión RUSLE2 (Foster, 2004, 2005).

La ecuación RUSLE nos da la erosión (A) en t / ha año, mediante la relación de cinco parámetros (Ecuación 9.1):

Ecuación 11.1

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Donde R es la erosividad debida a la lluvia [MJ mm / ha h año]; K es la erodibilidad del suelo [t ha h / ha MJ mm]; LS es el factor topográfico, adimensional; C es el factor por vegetación, adimensional; y P , es el factor debido a las prácticas de conservación, también adimensional.

Vamos a analizar el uso de la teledetección para la obtención de los distintos factores antes citados.

La *erosividad*, R , se puede obtener de varias formas. La tradicional es el uso de estaciones terrestres que tengan datos de precipitación, y pasar la información a formato raster mediante técnicas de interpolación, que encontraremos en cualquier programa de SIG (*Sistemas de Información Geográfica*) (Almagro *et al.*, 2019; Ganasri & Ramesh, 2015). En este sentido, actualmente, podemos hacer uso de la API de la AEMET (Centro de Descargas de la AEMET), mediante la cual podemos descargar gratuitamente los datos históricos.

Otra opción es el uso de una herramienta llamada *Rainfall Intensity Summarization Tool (RIST)* del departamento Agrícola de EEUU (Gianinetto *et al.*, 2019), o el uso mixto de las anteriores junto a datos de satélite, como TRMM-VIRS, TRMM_PR o GridSat-B1 entre otros.

Para más información sobre los datos de precipitación, pueden visitar la revista online *Remote Sensing*, donde se detalla lo que se está haciendo actualmente en este campo, que ocupa más a los expertos en modelización climática. Para saber más acerca de la obtención del factor R , pueden consultar el número especial de la revista antes citada.

El factor de *erodibilidad*, K , por regla general, se está obteniendo a partir de la cartografía existente sobre suelos que exista sobre la zona de estudio (Almagro *et al.*, 2019; Ganasri & Ramesh, 2015; Gianinetto *et al.*, 2019). Es un campo complejo, y que requiere realizar un muestreo de campo para la toma de datos del suelo. En este sentido, los geólogos tienen mucho que aportar, por su mayor conocimiento en este tipo de análisis. De lo publicado recientemente, resalta el estudio de Alexakis *et al.* (2014), donde aplican un algoritmo basado en redes neuronales para la elaboración de un mapa de erodibilidad realizado con datos de campo, tanto de toma de suelo como de espectroradiometría de campo e imágenes de Landsat-8 OLI/TIRS y Sentinel-2 MSI.

El factor *topográfico*, LS , se puede conseguir a partir de los MDT (Modelos Digitales del Terreno). Esto se relaciona directamente con las posibilidades de los drones o UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*). Mediante el uso de estos aparatos en la cuenca hidrográfica analizada, podemos tener, no solo el MDT (*Modelo Digital del Terreno*) o el MDS (*Modelo Digital de Superficie*), sino una imagen de la misma de muy alta resolución espacial, en torno a 2-12 cm/píxel, con información en el espectro visible (RGB); y en función del tipo de cámara usada, en el NIR (infrarrojo), lo cual serviría para la generación de información derivada de alto valor (imágenes de índices de vegetación relacionados con el estado de la masa forestal en la zona, e incluso, relacionados con la disponibilidad hídrica en el área de estudio)

El factor por vegetación, C , es el más difícil de producir con técnicas de teledetección. Una de los procesos más usado es tomar como información inicial el mapa de usos del suelo de la zona y, mediante técnicas de SIG, asociarle un *factor C* (Gianinetto *et al.*, 2019). Otra opción es obtener este factor mediante el uso del NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), un índice de vegetación resultante de operar con las bandas del rojo y el infrarrojo, de una imagen de satélite o de

dron, que se tenga del área de interés (Almagro *et al.*, 2019; Gianinetto *et al.*, 2019).

Por último, el factor de prácticas de conservación, *P*, requiere un elevado conocimiento de la cuenca, y posiblemente, es el único que no se puede alcanzar con técnicas de teledetección. Si no sabemos cómo se aprovecha el territorio, algunos autores recomiendan darle el valor 1 (Gianinetto *et al.*, 2019). Otros se apoyan en información de trabajo de campo, y dan el valor en función de una tabla publicada por Wischmeier & Smith (1978). En este caso, sería recomendable, en el caso de Canarias, utilizar la información del Mapa de Cultivos y un mapa MDT, para intentar establecer, en función de cómo se realiza el aprovechamiento de la tierra, el valor *P*, correspondiente. Esto es más trabajo de SIG, que de teledetección.

No quiero acabar este apartado sin mencionar el acertado comentario de J.J. Ibáñez (2013), en el que explica muy bien el especial cuidado que debemos tener en el uso de esta herramienta, cuyo origen fue para la determinación de la pérdida de suelo en los cultivos agrícolas de EEUU. Aunque su uso está totalmente generalizado, y yo mismo la he usado en numerosos proyectos de restauración hidrológica en distintos barrancos de las Islas Canarias, no está de más recordar que debemos ser cautelosos con este tipo de «recetas mágicas».

Aunque no entraremos en detalle, cabe citar el potencial que también tiene el uso de la teledetección en temas relacionados con el *agua subterránea*, tan importante en las Islas Canarias. Los interesados en este tema pueden ver el caso de éxito obtenido en Costa Rica (<http://www.da.go.cr/proyecto-usgs/>), donde con el apoyo del Servicio Geológico de EEUU (USGS), han aplicado el sistema *WATEX TM*, para el cartografiado de los acuíferos de todo el país (<https://www.rtiexploration.com/watex.html>). Este algoritmo utiliza imágenes SAR (radares de apertura sintética), y realiza numerosos proyectos con la ONU en zonas de conflictos de África y Asia.

11.3. Vida de ecosistemas terrestres

El ODS número 15 se refiere a cualquier actividad relacionada con los bosques, la desertificación y el mantenimiento de la biodiversidad. Este objetivo tiene nueve metas (ONU, 2015a; 2015b) que deben estar cumplidas en 2030, salvo algunas metas que se pusieron como plazo el 2020:

1. Para 2020, uso sostenible de los ecosistemas terrestres y de agua dulce, así como los servicios que proporcionan.
2. Para 2020, gestión sostenible de todos los bosques.
3. Lucha contra la desertificación y la degradación del suelo.
4. Conservación de los ecosistemas montañosos.
5. Reducir la degradación de los hábitats naturales. Para 2020 protección de las especies amenazadas.

6. Participación justa y equitativa de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.
7. Poner fin a la caza furtiva y el tráfico de especies protegidas de flora y fauna.
8. Para 2020, prevenir la introducción de especies exóticas invasoras, así como el control y erradicación de las existentes.
9. Para 2020, integrar los valores de los ecosistemas. Dar valor a los ecosistemas.
 - a) Aumentar los recursos financieros para el mantenimiento de los ecosistemas.
 - b) Movilizar un «*volumen apreciable*» de recursos para financiar la gestión forestal sostenible. Conservación y reforestación.
 - c) Aumentar el apoyo mundial para la lucha contra la caza furtiva, y el tráfico de especies de flora y fauna.

Dada la amplitud de campos relacionado con este ODS, en los que podríamos utilizar la teledetección, vamos a ver tres usos que podemos considerar de vital importancia para el sector forestal en Canarias, y de un gran potencial a medio y largo plazo: mapa forestal y mapa de combustibles forestales, valor de los ecosistemas e incendios forestales.

Mapa forestal / Mapa combustibles forestales

No vamos a descubrir la importancia de tener, tanto el mapa forestal como el mapa de combustibles forestales, lo más actualizado posible. En estos momentos, en Canarias, el mapa forestal más actual es el derivado de los trabajos de IFN4 realizado en 2017, a escala 1:25000 (MAPA, 2018).

En este sentido, y como gran potencial del uso de teledetección, quiero citar el trabajo que está realizando GRAFCAN, con el apoyo de la Consejería de Agricultura, para el uso de inteligencia artificial aplicada a la agricultura (GRAFCAN, 2018) para obtener una actualización anual del Mapa de Cultivo, mediante el uso de las ortofotos e imágenes de Sentinel-2, todo ello clasificando los cultivos mediante técnicas orientadas a objeto (OBIA, *Object-Based Image Analysis*), computadas en la nube.

En este tipo de trabajo sería interesante que la Consejería de Medio Ambiente, y los respectivos Cabildos implicados, aunasen sus recursos para obtener un producto similar, pero centrado en el Mapa Forestal de cada isla.

Relacionado con el anterior, también es importante el Mapa de Combustibles Forestales, el cual es un dato de entrada fundamental para los programas de modelación de incendios. Si bien es cierto que la isla de Tenerife cuenta con una clasificación propia, que se ha extendido a La Gomera, el Hierro y La Palma, por tener una vegetación similar, estos mapas tampoco se actualizan anualmente; el trabajo más reciente tiene cinco años, y fue ejecutado por Agresta. Los mapas

resultantes de Tenerife, Gran Canaria, La Palma, El Hierro y La Gomera, se pueden descargar de la página de la Consejería (https://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/temas/biodiversidad/sistemas_de_informacion_en_biodiversidad/cartografia-verctorial-de-montes/).

La realización de mapas de combustibles usando datos de teledetección es una de las aplicaciones más repetidas en estudios sobre Canarias. Marino *et al.* (2016), realizaron los mapas de combustibles, mediante el uso de imágenes Landsat-8 OLI y datos LiDAR de GRAFCAN, con densidad de 1 punto/m², para obtener dos mapas de combustibles, uno mediante la clasificación NFFL (*Northern Forest Fire Laboratory*), y otra con la clasificación propia del Cabildo de Tenerife, aplicando en ambos algoritmos basados en árboles de decisión.

Alonso-Benito *et al.* (2016) realizaron el mapa de combustibles del valle de La Orotava, usando fusión de datos entre imágenes multiespectrales del sensor WorldView-2 y datos LiDAR de GRAFCAN, aplicando análisis orientados a objetos (OBIA) y usando la clasificación Prometheus, que distingue siete combustibles en función de la estructura vertical de la vegetación.

Un trabajo algo más antiguo, pero interesante para ver la diferencia entre la clasificación orientada al pixel frente a objetos, es el artículo de Alonso-Benito *et al.* (2012). En este, los autores usan una imagen del sensor ASTER para obtener el mapa de combustibles del Término Municipal de La Orotava, mediante la clasificación FBFT (*Fire Behaviour Fuel Types*) tomando las parcelas del Tercer Inventario Nacional Forestal como datos de partida.

Respecto a los mapas de combustibles, la tendencia futura es la fusión de datos de diferentes sensores, bien sean imágenes multiespectrales (MS) o hiperespectrales, con datos procedentes de LiDAR o SAR. En el caso del uso de drones para zonas más pequeñas, el potencial se encuentra en el uso combinado del LiDAR y las imágenes MS. En cuanto a trabajos a escala insular, podemos usar imágenes de Landsat-8 OLI/TIRS, Sentinel-2 (2A y 2B) MSI, junto a datos LiDAR y SAR como Sentinel-1 (1A y 1B), todos ellos de acceso gratuito. A esto, se le añadirá el próximo año 2021, Landsat-9 OLI2/TIRS2, Sentinel-1C y 2C (2022) y Sentinel-1D y 2D (2023).

Valor de los ecosistemas

Destacar la importancia de los ecosistemas es una meta del ODS, y aunque en principio pueda parecer fuera de lugar, existe una estrecha relación entre poner en valor a los ecosistemas y el uso de imágenes de satélite.

Ramirez-Reyes *et al.* (2019) explican en su trabajo, cómo los datos de observación de la Tierra son una gran herramienta, al proporcionarnos una amplia variedad de datos temporales y espaciales, los cuales se usan para el ajuste de modelos de desarrollo (Tabla 11.3). El principal problema que nos encontramos en este entorno es la muy dispar resolución espacial y temporal (podemos tener datos anuales, diarios, semanales, etcétera), los cuales deben normalizarse para su posterior uso.

Tabla 11.3. Valorar los ecosistemas con teledetección
(adaptado de Ramirez-Reyes et al., 2019)

Tipo de uso	Ejemplo
Crear funciones de producción de servicios del ecosistema	¿Qué fiabilidad tienen las valoraciones de los servicios de los ecosistemas?
Impulsar las funciones de producción de los servicios del ecosistema	¿Dónde están ocurriendo los cambios de uso del suelo que pudieran afectar a los ecosistemas?
Crear funciones de demanda de servicios de los ecosistemas e informar de los estudios de valoración	¿Qué alternativas tiene la gente a los servicios de los ecosistemas de interés?
	¿Cuánta gente usa un servicio de los ecosistemas de interés?
	¿Hasta qué punto los medios de vida de las personas se ven afectados por los cambios o modificaciones de los servicios de los ecosistemas?
	¿Qué tan lejos viajan las personas para acceder a ciertos servicios de los ecosistemas?
Impulsar funciones de demanda de servicios de los ecosistemas e informar de los estudios de valoración	¿Dónde se produce la demanda de servicios del ecosistema?
	¿Cómo cambia la demanda de servicios del ecosistema a lo largo del tiempo y el espacio?

Otro gran problema que existe en la actualidad es el de la capacidad de procesamiento de toda la información; para ello, ya tenemos disponibles herramientas como *Google Earth Engine* (GEE), las cuales realizan todo el computo necesario en la nube, y nos da un resultado que podemos descargar, y trabajar con él en forma local. Otra herramienta de información es GFW (*Global Forest Watch*), en la cual tenemos información de la deforestación con resolución espacial de 30 m, realizada con imágenes de la misión Landsat, y procesada en GEE (Figura 11.1).

Estos estudios que intentar cartografiar, evaluar y consensuar actuaciones entre todos los implicados, tanto organismos públicos como privados, incluyendo los residentes en las distintas zonas, se llevan haciendo estos últimos años; destacando el proyecto MOVE (<https://moveproject.eu/>), *Cartografiado y evaluación del estado de los ecosistemas y de sus servicios en las regiones exteriores y en los países y territorios exteriores: creación de vínculos y recursos públicos*, financiado por la UE, y del cual forman parte un gran número de centros internacionales, entre los que se encuentra la Universidad de La Laguna, los cuales están desarrollando y aplicando técnicas de teledetección para el cartografiado mediante SIG de la cobertura marítimo-terrestre, y que son la base de los sistemas de evaluación y monitoreo de los ecosistemas.

Figura 11.1. Deforestación de las Islas Canarias obtenida de GFW



Fuente: <https://www.globalforestwatch.org/map/> (2020)

En 2018, Sieber *et al.* publicaron un artículo en el que explicaban con detalle los puntos conflictivos, a la hora de realizar este tipo de estudios, en territorios de ultramar de la UE, en el cual se incluyen las Islas Canarias.

Aunque el proyecto MOVE se centra más en el ámbito costero, sería bueno que organismos como los Cabildos, o las Consejerías correspondientes, apoyasen este tipo de proyectos e iniciativas, pero centrados en el sector forestal. Actualmente, por desgracia, algunas administraciones no promocionan estas ideas cuando se pide la colaboración para buscar la financiación de los mismos en la UE.

Incendios forestales

Los incendios son el principal problema al cual nos enfrentamos los profesionales del sector. Solo el pasado año, en la isla de Gran Canaria se produjeron dos grandes incendios forestales (GIF), que han supuesto el 33 % del total nacional en este tipo de incendios durante 2019 (MAPA, 2020).

Ante un incendio forestal, el uso de la teledetección podemos dividirlo en tres fases: antes, durante y después.

En una fase anterior el uso principal se centra en el cartografiado de combustibles forestales. En este sentido, existen varios trabajos publicados realizados en las islas Canarias (véanse en el apartado 11.3.2 del presente capítulo).

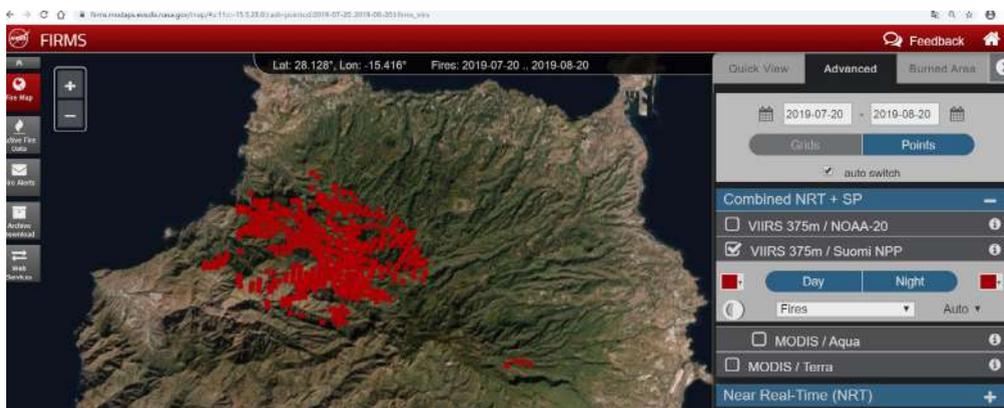
Durante el incendio, el uso de la teledetección está centrado en el seguimiento en tiempo real del avance del mismo. Para esto, actualmente se utilizan drones con cámaras térmicas que, por la noche, sobrevuelan el perímetro del incendio para ver cómo se desarrolla el mismo, y planificar la actuación del día siguiente, tal como pudimos ver el pasado verano en el incendio de Gran Canaria.

Lo anterior también puede hacerse mediante imágenes de satélite; la detección de los focos de incendio son un producto derivado de distintos sensores, siendo los más conocidos MOD14 (derivado del sensor MODIS en el satélite TERRA), MYD14 (derivado del sensor MODIS en el satélite AQUA), MCD14 (combinación de los anteriores), todos ellos con una resolución de 1 km el pixel. También tenemos los derivados del sensor VIIRS S-NPP y VIIRS NOAA-20, ambos con una resolución de 375 m el pixel. Estos datos, se pueden ver y descargar de forma gratuita de la página FIRMS (<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#z:3;c:0.7,21.3;d:2020-04-21..2020-04-22>) (Figura 11.2).

Una vez ocurrido el incendio, el uso de la teledetección se aplica en el cartografiado de área afectada, severidad del daño y evolución de la regeneración.

Respecto al área afectada la bibliografía es numerosa, en general, todo se basa en la comparación de dos imágenes de la zona, una anterior al evento, y la otra posterior, para usar índices de vegetación adecuados, cuya diferencia nos da el área afectada. Actualmente, este tipo de trabajo lo podemos hacer con imágenes de Landsat-8 OLI/TIRS y Sentinel-2 A y B, en lo referente a multiespectrales, o con imágenes SAR en zonas con abundante cobertura nubosa, como Sentinel-1 A y B, e incluso el satélite español PAZ (muy similar a Sentinel-1), entre otros.

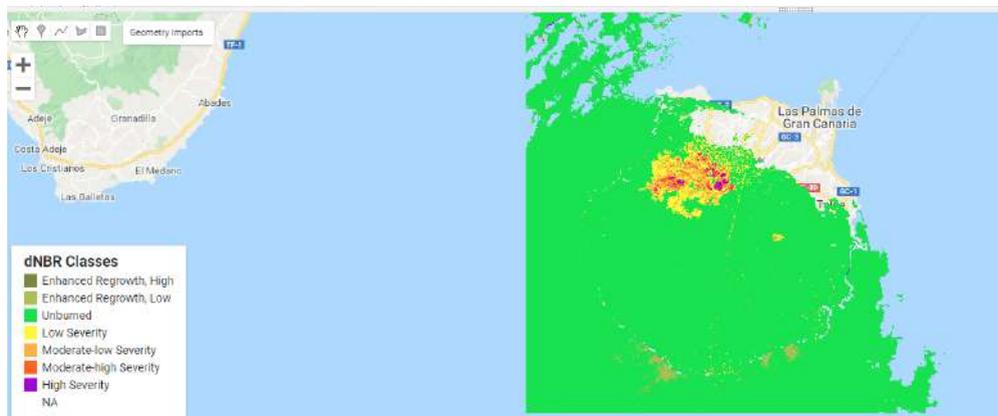
Figura 11.2. Puntos calientes detectados por VIIRS S-NPP entre el 20 de julio y 20 de agosto de 2019



Fuente: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map> (2020)

En este sentido, todos estos procesos los podemos ejecutar en la nube, en aplicaciones como *Google Earth Engine* (GEE). Mediante GEE (que funciona con JavaScript), no necesitamos descargar las imágenes, y solo tendremos que bajar el archivo final con el área afectada y clasificada en grados de severidad (utilizando el índice NBR) (Figura 11.3).

Figura 11.3. Área afectada por los GIF en el verano de 2019 en Gran Canaria obtenido mediante GEE. Elaboración propia



Fuente: <https://code.earthengine.google.com/> (2020)

Una vez que tenemos el área afectada (Figura 11.3), mediante un programa de SIG (*Sistema de Información Geográfica*), podemos obtener el área por clase de severidad, así como de qué forma se vieron afectados los distintos espacios naturales protegidos (Figura 11.4).

Figura 11.4. Incendios de Gran Canaria superpuestos sobre capa de *Google Hybrid* en QGIS

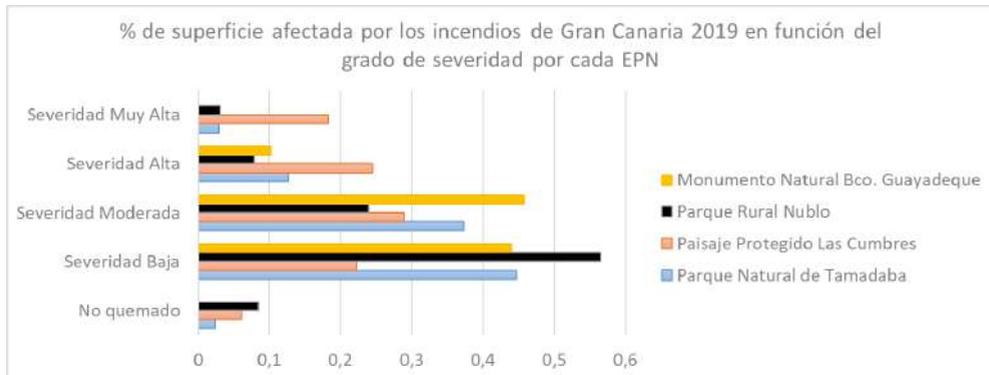


Fuente: Elaboración propia mediante QGIS

Mediante esta forma de obtener el área afectada, el proceso no tarda poco más de un minuto en GEE. Una vez tenemos esto en QGIS, la cantidad de información que se puede extraer es enorme, desde afección por ENP (Espacio Natural Prote-

gido), por Término Municipal, o por cualquier aspecto que podamos cruzar dentro de un SIG (Figura 11.5).

Figura 11.5. % de superficie por grado de severidad en los distintos EENNPP afectados



Fuente: Elaboración propia.

Este tipo de computación en la nube nos permite el poder trabajar con series históricas de datos, realizando análisis de tendencias y cambios en el uso del suelo.

Por último, para el seguimiento de la regeneración tras incendio, el tipo de datos más usados son Landsat, Sentinel-2 o LiDAR.

11.4. Otros posibles usos de los drones

Hemos hablado de los usos más habituales en el sector forestal, pero conviene recordar el auge en los últimos años de los drones, que proporcionan un potencial enorme en los siguientes campos.

Aplicaciones en ecología

En este sentido, la Agencia de Medio Ambiente y Agua (AMAYA) de la Junta de Andalucía, tiene en marcha, desde 2018, un proyecto de uso de drones para el de especies amenazadas (enlace).

En Holanda se ha diseñado un algoritmo específico para la localización automática y recuento de animales (van Gemert *et al.*, 2016). También en Australia trabajan en el monitoreo de la fauna (Gonzalez *et al.*, 2016).

Aplicaciones en los inventarios forestales

Guerra-Hernández *et al.*, (2019) publicaron una expansión continua del IFN4 (4º Inventario Nacional Forestal) para Extremadura y Canarias, mediante el uso de los datos LiDAR del PNOA de baja densidad (0,5 puntos/m²) y los estratos procedentes del Mapa Forestal Español (MFE), como prueba piloto, para expandir por toda España. El resultado son unos mapas con resolución de 25x25 m, con la estimación del volumen con corteza, área basimétrica, y densidad de pies.

Este trabajo anterior podría ser planteado por los diferentes Cabildos, para ser realizado con drones y obteniendo una densidad de puntos mucho mayor, consiguiendo un producto final de mayor precisión, y con resolución espacial mucho más alta, del orden de centímetros.

Incluso, proponer la posibilidad de hacer los inventarios sin trabajo de campo, utilizando drones, como recientemente ha publicado Puliti *et al.* (2020), demostrando que es posible en un monte de masa boreal en Noruega, y con una densidad de puntos de 1130 puntos/m² y con la presencia de cuatro especies.

Este tipo de estudios también valdrían para obtener un mapa de la cantidad de biomasa que tenemos en nuestros bosques.

Estado fitosanitario de los bosques

Las imágenes de satélite han sido ampliamente usadas para evaluar el estado fitosanitario de las masas forestales. Solo citaremos el trabajo de Näsi *et al.* (2015), el cual usaba una minicámara hiperespectral con 24 bandas a bordo de un dron, para el estudio de la infestación por el escarabajo *Ips typographus* L. de pies de *Picea abies* L. (*Picea* común) en bosques de Finlandia.

11.5. Retos a medio y largo plazo

La posibilidad de acceso a datos gratuitos y en algún caso muy abundantes, como la serie histórica Landsat, así como las nuevas técnicas mediante dron, nos permite tener un gran abanico de oportunidades para desarrollar productos centrados en los recursos forestales.

En los últimos años se han venido usando imágenes de alta y media resolución, debido a su fácil acceso y su período de revisita. No obstante, se aprecia un aumento de los trabajos hechos con datos LiDAR (son accesibles desde el PNOA) para temas de inventarios forestales o estimaciones de biomasa (relacionado con el secuestro o pérdida de CO₂), así como de imágenes SAR (aunque Sentinel-1 no está optimizado para uso exclusivo forestal); sin olvidar los drones, los cuales se están usando en temas de salud de los bosques e incluso, como hemos dicho en este capítulo, en incendios forestales, o el potencial que tienen para la realización de los inventarios, como lo atestigua el proyecto sueco KATAM (<https://www.katam.se/>).

De acuerdo al primer barómetro del sector de drones en España (ToDrone, 2016), el 93% son pequeñas empresas o autónomos, de las cuales el 75% tienen una vida inferior a los 3 años, y el 86% tienen entre 1 y 5 empleados, que vienen realizando una media de un trabajo cada dos semanas. A la vista de estos datos generales, se trata de un sector en auge que, de cara al futuro de las islas, supone un nicho de posibilidad para la generación de empleo asociado a trabajos técnicos y de alto valor añadido, algo importante a tener en cuenta viendo el futuro que se avecina, con la pandemia actual de Covid-19.

Referencias bibliográficas

- ONU. (2015a). Memoria del Secretario General sobre la labor de la Organización. Informe A/70/1. <<https://undocs.org/es/A/70/1>> [Consulta: 1 de abril de 2020]
- ONU (2015b). The road to dignity by 2030: ending poverty, transforming all lives and protecting the planet Synthesis report of the Secretary-General on the post-2015 sustainable development agenda. Informe A/69/700. <<https://undocs.org/A/69/700>> [Consulta: 1 de abril de 2020]
- Gobierno de España (2018). Plan de acción para la implementación de la Agenda 2030. Hacia una Estrategia española de desarrollo sostenible. <<http://www.exteriores.gob.es/Portal/es/SalaDePrensa/Multimedia/Publicaciones/Documents/PLAN%20DE%20ACCION%20PARA%20LA%20IMPLEMENTACION%20DE%20LA%20AGENDA%202030.pdf>> > [Consulta: 1 de abril de 2020]
- ISTAC (Instituto Canario de Estadística) (2020). <http://www.gobiernodecanarias.org/istac/estadisticas/territorioymedioambiente/>. [Consulta el 29 de marzo de 2020]
- SIGPAC (2019). https://www.fega.es/sites/default/files/RESUMEN_DE_LOS_DATOS_CONTENIDOS_EN_EL_SIGPAC_PARA_LA_CAMPANA_2019_1.pdf?token=PTsYOdWK[Consulta el 29 de marzo de 2020]
- Brown, K. & Rasmussen, K. (2019). «The sustainable development goals in 2019: People, Planet, Prosperity, Peace and Partnerships». < <https://unfoundation.org/blog/post/the-sustainable-development-goals-in-2019-people-planet-prosperity-in-focus/>> [Consulta: 1 de abril de 2020]
- Pérez González, M.E. & García Rodríguez P. (2006). Aplicaciones de la teledetección e hidrología. Observatorio Medioambiental 2006, núm 9 pp 171-186 <https://www.researchgate.net/publication/27590857_Aplicaciones_de_la_tele-deteccion_en_hidrologia> [Consulta el 2 de abril de 2020]
- Renard, K.G.; Foster, G.R.; Weesies, G.A.; McCool, D.K.; Yoder, D.C. (1997). Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agriculture Handbook No. 703, USDA-ARS < https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/64080530/RUSLE/AH_703.pdf> [Consulta el 2 de abril de 2020]
- Foster, G.R. (2004). Revised Universal Soil Loss Equation, version 2 (RUSLE2). User's reference Guide. USDA-Agricultural Research Service < <https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/64080530/RUSLE2/USLE2-UserReferenceGuide.pdf>> [Consulta el 2 de abril de 2020]

- ars.usda.gov/southeast-area/oxford-ms/national-sedimentation-laboratory/watershed-physical-processes-research/research/rusle2/revised-universal-soil-loss-equation-2-overview-of-rusle2/> [Consulta el 10 de abril de 2020]
- Foster, G.R. (2005). Revised Universal Soil Loss Equation, version 2 (RUSLE2). Science Documentation. USDA-Agricultural Research Service < <https://www.ars.usda.gov/southeast-area/oxford-ms/national-sedimentation-laboratory/watershed-physical-processes-research/research/rusle2/revised-universal-soil-loss-equation-2-overview-of-rusle2/>> [Consulta el 10 de abril de 2020]
- Almagro, A.; Thomé, T.C.; Colman, C.B.; Pereira, R.B.; Marcato Junior, J.; Rodrigues, D.B.B.; Oliveira, P.T.S (2019). Improving cover and management factor (C-factor) estimation using remote sensing approaches for tropical regions. *International Soil and Water Conservation Research*. Volume 7, Issue 4, December 2019, Pages 325-334. < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095633919301832#!>> [Consulta el 20 de octubre de 2020]
- Ganasri, B.P.; Ramesh, H. (2016). Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - A case study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers*, Volume 7, Issue 6, 1 November 2016. < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674987115001255#!>> [Consulta el 20 de octubre de 2020]
- Gianinetto, M.; Aiello, M.; Polenelli, F.; Frassy, F.; Rulli, M.C.; Ravazzani, G.; Bocchiola, D.; Chiarelli, D.D.; Soncini, A.; Vezzoli, R. (2019). D-RUSLE: a dynamic model to estimate potential soil erosion with satellite time series in the Italian Alps. *European Journal of Remote Sensing*. Volume 52, Issue 4, pages 34-53. < <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/22797254.2019.1669491>> [Consulta el 20 de octubre de 2020]
- Alexakis, D. D.; Grillakis, M. G.; Koutroulis, A. G.; Agapiou, A.; Themistocleous, K.; Tsanis, I. K.; Michaelides, S.; Pashiardis, S.; Demetriou, C.; Aristeidou, K.; Retalis, A.; Tymvios, F.; Hadjimitsis, D. G. (2014). GIS and remote sensing techniques for the assessment of land use change impact on flood hydrology: the case study of Yialias basin in Cyprus. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14, 413-426. < <https://doi.org/10.5194/nhess-14-413-2014>> [Consulta el 20 de octubre de 2020]
- Wischmeier, W. H. & Smith, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning. US Department of Agriculture. *Agriculture Handbook*, N° 537, 67 < <https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT79706928/PDF>> [Consulta el 10 de abril de 2020]
- Ibáñez, J.J. (2012) «Nueva Ecuación Universal de Pérdida del Suelo: de la USLE a la RUSLE2» en Madrid Blogs, 26 de noviembre. < <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2012/11/26/142019>> [Consulta: 10 de abril]
- MAPA (2018). Mapa Forestal de Canarias < https://www.mapa.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/desarrollo-rural/mfe_canarias.aspx> [Consulta el 10 de abril de 2020]
- GRAFCAN (2018). «Inteligencia Artificial aplicada a la agricultura en Canarias». Youtube <<https://www.youtube.com/watch?v=MJPhGfGkklI&feature=youtu.be>> [Consulta el 20 de octubre 2020]

- Marino, E.; Ranz, P.; Tomé, J.L.; Noriega, M.A.; Esteban, J.; Madrigal, J. (2016). Generation of high-resolution fuel model maps from discrete airborne laser scanner and Landsat-8 OLI: A low-cost and highly updated methodology for large areas. *Remote Sensing of Environment*, Volume 187, December 2016, pages 267-280 <<https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.10.020>> [Consulta el 10 de abril de 2020]
- Alonso-Benito, A.; Arroyo, L.A.; Arbelo, M.; Hernández-Leal, P. (2016). Fusion of WorldView-2 and LiDAR data to map fuel types in the Canary Islands. *Remote Sensing*, 8(8), 669 <<https://doi.org/10.3390/rs8080669>> [Consulta el 10 de abril de 2020]
- Alonso-Benito, A.; Arroyo, L.A.; Arbelo, M.; Hernández-Leal, P.; González-Calvo, A. (2012). Pixel and object-based classification approaches for mapping forest fuel types in Tenerife Island from ASTER data. *International Journal of Wildland Fire* 22(3) 306-317 <<https://doi.org/10.1071/WF11068>> [Consulta el 10 de abril de 2020]
- Ramirez-Reyes, C.; Brauman, K.A.; Chaplin-Kramer, R.; Galford, G.L.; Adamo, S.B.; Anderson, C.B.; Anderson, C.; Allington, G.R.H.; Bagstad, K.J.; Coe, M.T.; Cord, A.F.; Dee, L.E.; Gould, R.K.; Jain, M.; Kowal, V.A.; Muller-Karger, F.E.; Norriss, J.; Potapov, P.; Qiu, J.; Rieb, J.T.; Robinson, B.E.; Samberg, L.H.; Singh, N.; Sceto, S.H.; Voigt, B.; Watson, K.; Wright, T.M. (2019). Reimagining the potential of Earth observations for ecosystem service assessments. *Science of the Total Environment* 665 (2019) 1053-1063 <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.150>> [Consulta el 10 de abril de 2020]
- Sieber, I.; Borges, P.; Burkhard, B. (2018). Hotspots of biodiversity and ecosystem services: the Outermost Regions and Overseas Countries and Territories of the European Union. *One Ecosystem* 3: e24719. <https://doi.org/10.3897/oneco.3.e24719> < <https://onecosystem.pensoft.net/article/24719/list/9/> > [Consulta el 10 de abril de 2020]
- MAPA (2020). Los Incendios Forestales en España: Avance Informativo 1 enero – 31 diciembre 2019. < https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/avance_1_enero_31_diciembre_2019_tcm30-537398.pdf> [Consulta el 8 de mayo de 2020]
- van Gemert J.C.; Verschoor C.R.; Mettes P.; Epema K.; Koh L.P.; Wich S. (2015). Nature Conservation Drones for Automatic Localization and Counting of Animals. In: Agapito L., Bronstein M., Rother C. (eds) *Computer Vision - ECCV 2014 Workshops*. ECCV 2014. Lecture Notes in Computer Science, vol 8925. Springer, Cham < https://www.researchgate.net/publication/292320604_Nature_Conservation_Drones_for_Automatic_Localization_and_Counting_of_Animals > [Consulta el 8 de mayo de 2020]
- Gonzalez, L.F.; Montes, G.A.; Puig, E.; Johnson, S.; Mengersen, K.; Gaston, K.J. (2016). Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and artificial intelligence revolutionizing wildlife monitoring and conservation. *Sensors* 2016, 16(1), 97; <https://doi.org/10.3390/s16010097> [Consulta el 8 de mayo de 2020]
- Guerra-Hernández, J.; Avilés, C.; Botequim, B.; Jurado-Varela, A.; Sandoval-Altalerra, V.; Robla-Gonzalez, E. (2019). Expansión continua del IFN4 de Extre-

- madura y Canarias mediante técnicas LiDAR. En: Teledetección, hacia una visión global del cambio climático. XVIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Valladolid. Editores: Luis Ángel Ruiz Fernández, Javier Estornell Cremades, Abel Calle Montes, Juan Carlos Antuña Sánchez. Pp. 467-470. Disponible en < http://www.aet.org.es/congresos/xviii/Libro_ACTAS_XVIII_AET.pdf > [Consulta: 8 de mayo de 2020]
- Puliti, S.; Breidenbach, J.; Astrup, R. (2020). Estimation of forest growing stock volume with UAV scanning data: Can it be done without field data? *Remote Sensing*, 12(8), 1245 < <https://doi.org/10.3390/rs12081245> > [Consulta el 9 de mayo de 2020]
- Näsi, R.; Honkavaara, E.; Lyytikäinen-Saarenmaa, P.; Blomqvist, M.; Litkey, P.; Hakala, T.; Viljanen, N.; Kantola, T.; Tanhuanpää, T.; Holopainen, M. (2015). Using UAV-based photogrammetry and hyperspectral imaging for mapping bark beetle damage at tree-level. *Remote Sensing*, 7(11), 15467 - 15493 < <https://doi.org/10.3390/rs71115467> > [Consulta el 8 de mayo de 2020]
- ToDrone (2016). Primer Barómetro de los drones en España, V1, diciembre 2016. < <https://www.todrone.com/wp-content/uploads/pdf/Informe-Barometro-to-drone-baja.pdf> > [Consulta: 9 de mayo de 2020].

Capítulo 12

Retos en la gestión del arbolado y áreas verdes a borde de carretera

NEREA ROMANO GARCÍA
Ingeniera de Montes

12.1. Las carreteras en el paisaje

Las carreteras constituyen en sí mismo uno de los principales miradores de nuestras islas. Dan acceso a disfrutar del paisaje y a su vez lo crean. El Convenio Europeo del Paisaje define éste como:

«Cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos». (Convenio de Florencia, 2000)

Es por ello que las carreteras conforman un elemento tan importante a nivel paisajístico, pues son las principales vías de tránsito de las personas dentro del territorio y por tanto, la fachada y la puerta de acceso del paisaje de las islas.

El Convenio Europeo del Paisaje de Florencia se realizó con el objeto de promover la protección, gestión y ordenación de los paisajes, así como organizar la cooperación europea en ese campo. Abarcará las áreas naturales, rurales, urbanas y periurbanas. Este convenio establece medidas nacionales, generales y específicas para cumplir este objetivo. (Convenio de Florencia, 2000).

La construcción de las carreteras, como parte del paisaje, debe integrar estas medidas dentro de la creación de la propia infraestructura.

Cada vez más las obras de este tipo traen asociadas medidas correctoras del impacto paisajístico, entre las que se encuentra la revegetación de los sus márgenes y taludes (Naranjo Borges, 2017) y la creación de áreas verdes.

12.2. La creación de áreas verdes a borde de carretera

Actualmente la *Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*, establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente (Art

1). En Canarias, la *Ley 4/2017, de 13 de julio, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias* desarrolla aspectos específicos de la ley en el archipiélago. Así mismo la *Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad* establece la obligación de que cualquier plan o proyecto que, sin tener relación directa con un espacio de la Red Natura 2000, o sin ser necesario para la misma, pueda afectar de forma apreciable a los citados lugares, se someta a una adecuada evaluación de sus repercusiones en el lugar. (Art 46 de la Ley 42/2007). El alto valor ecológico que contiene el archipiélago ha dado lugar a la declaración de un amplio número de ZEC y ZEPAS que configuran la citada red, por cuyos espacios discurren las carreteras.

La realización de obras de construcción y mejora de carreteras produce una serie de impactos sobre el paisaje como son, la alteración del suelo, la eliminación de la cubierta vegetal, la generación de barreras que impiden el paso de fauna etc. siendo el impacto diferente según el tipo de actuación a realizar y el emplazamiento. A su vez, una vez construidas, el uso de las mismas sigue generando impactos: contaminación atmosférica y lumínica, ruido, acumulación de basura en sus márgenes, etc. Es por ello que cada vez más, las administraciones públicas gestoras de las carreteras emplean sus esfuerzos para atenuar los impactos que genera la construcción de las mismas en el espacio mediante diferentes soluciones.

Figura 12.1. Zonas verdes en enlace de la GC-1



Fuente: Francisco Rodríguez López (2019)

La base del éxito en la integración paisajística de los proyectos de infraestructuras viarias se basa en la correcta planificación y diseño de las actuaciones. Como señala la propia Ley 21/2013, a través de la evaluación de proyectos se garantiza una adecuada prevención de los impactos ambientales concretos que se puedan generar, al tiempo que establece mecanismos eficaces de corrección o compensación. El estudio de impacto ambiental conlleva el establecimiento de medidas preventivas, correctoras y compensatorias.

Dentro de medidas correctoras y compensatorias aparecen a menudo en los estudios de impacto ambiental medidas de restauración basadas en la revegetación o ajardinamiento de los márgenes y enlaces pertenecientes a la zona de dominio público de la carretera.

La creación de estas zonas verdes ha tenido un importante crecimiento en el archipiélago en la última década, bien ligado a la construcción de nuevas carreteras o bien en los márgenes de carreteras ya existentes. Solo Gran Canaria cuenta actualmente dentro de la red de carreteras que gestiona el Cabildo Insular con más de 170 has de zonas verdes en las principales vías de la isla (GC-1, GC-2 y carreteras de la circunvalación de Las Palmas de Gran Canaria), además de más de 40.000 árboles y palmeras en el resto de la red. Se unirán recientemente las zonas verdes del último tramo de circunvalación de Las Palmas de Gran Canaria que llega a Arucas, y será necesario en el futuro inminente revegetar los taludes de los enlaces de Arinaga, así como completar la revegetación de los taludes de las obras nuevas de la carretera de La Aldea.

El gran crecimiento de estas áreas dentro de nuestras islas va a suponer nuevos retos para los gestores de las mismas. La simple creación de estas zonas tras realizar la obra es solo el punto de inicio de estas medidas, pero es necesario un trabajo constante de mantenimiento y conservación para que cumplan los objetivos para los que fueron creados. Para asegurar el éxito y la eficacia de la creación de estas áreas verdes, será necesario un proyecto previo coherente que facilite la supervivencia de la masa y el mantenimiento.

Si bien el éxito se encuentra en un equipo de trabajo multidisciplinar, los técnicos de la rama forestal disponen de las herramientas necesarias para dar soluciones a gran número de estos nuevos retos. A lo largo de este capítulo se desarrollarán aspectos importantes a los que se enfrentarán en el futuro los gestores de estos espacios.

12.3. La planificación como la base del éxito

Las plantaciones en los márgenes de las carreteras cumplen funciones paisajísticas y estéticas, aportando además beneficios ambientales. Pero también, bien gestionadas, son un elemento importante dentro de la seguridad vial, ayudando a la visualización de la carretera por parte del conductor, así como evitando deslumbramientos.

Estas plantaciones deben proyectarse para asegurar conseguir las funciones para las que fueron proyectadas, así como conseguir la supervivencia de las mismas en buen estado de conservación, bajo criterios de eficiencia.

Pero los gestores de los márgenes arbolados deben solucionar problemas que van más allá de la supervivencia de las plantaciones. La correcta gestión del arbolado de carretera conlleva tener en cuenta numerosos factores que en muchas ocasiones están enfrentados. En primer lugar, será necesario disponer de un inventario de los terrenos cuyo titular sea el titular de la vía, para con ello realizar a posteriori inventario de los elementos vegetales, especialmente el arbolado existente. Este aspecto, que puede parecer obvio, es en muchas ocasiones difícil de resolver.

Una vez que se conozca estos parámetros, y antes de seguir realizando la toma de datos, se deben definir los objetivos a alcanzar. En el caso del arbolado de carreteras garantizar la seguridad de la vía debe ser el aspecto principal. Una vez garantizado este objetivo se establecen objetivos de mejora funcional y estéticos.

Para conseguir todos estos aspectos necesitaremos una masa sana desde el punto de vista fitosanitario, así como estable desde el punto de vista estático. Por ello, una vez se conozcan los objetivos, se deben determinar los valores a analizar para conseguirlos. Para garantizar en un primer lugar la seguridad del arbolado se debe realizar un análisis de los valores que afectan al riesgo. Tratando estos datos adecuadamente y mediante una escala de valor, podremos cuantificar el riesgo. Según Josep Selga, para arbolado urbano, (y lo aplicamos al arbolado de carretera):

«No es cuestión de eliminar el riesgo asociado al arbolado urbano, ni tampoco de disminuirlo sistemáticamente. El riesgo debe gestionarse, es decir, evaluarse, establecer los límites de tolerancia, valorar los recursos y actuar cuando sea razonable» (Selga Casarramona, josepselga.com)

El objetivo será poder tener una hoja de ruta, donde, a través de los datos y las conclusiones que se hayan obtenido se puedan realizar la planificación de las actuaciones.

Puesto que los presupuestos y los recursos que se disponen para la gestión del arbolado de carretera son limitados, esta herramienta nos va a permitir planificar las actuaciones estableciendo prioridades, así como realizar un plan de seguimiento. Cada árbol, como ser vivo natural que es, es un elemento diferente y distinto. Predecir su comportamiento futuro es complicado para los técnicos a menos que presente signos obvios. En otras ramas de la ingeniería se trabaja con elementos que han sido creados por el hombre, y por tanto han sido proyectados y dimensionados para cumplir una función y cumplir unos criterios de seguridad y de calidad. El árbol sin embargo es un elemento natural y vivo, perfecto en sí mismo, pero que el hombre ha utilizado para su propio fin, plantándolo o dejándolo crecer en lugares que en muchas ocasiones no son adecuados para su desarrollo y sometándolo a agresiones externas a las que no está habituado. Esto genera que sea necesario un continuo seguimiento de su estado para evitar peligros.

Por tanto, se trata de parametrizar en criterios cualitativos y cuantificables las características de los árboles y las masas arboladas, para poder planificar las actuaciones y gestionar los recursos disponibles en base a los datos obtenidos. Según Josep Selga: «No podemos evitar todos los accidentes asociados a los árboles, pero sí debemos evitar los accidentes previsibles y nuestra responsabilidad consiste en llevar el «control debido» del patrimonio arbóreo que gestionamos. Debemos contar con un protocolo de trabajo que garantice la gestión adecuada de los ejemplares arbóreos y que lleve un registro sistemático de todas las observaciones». (Selga Casarramona, josepselga.com).

La realización, junto con el inventario de arbolado, de un catálogo de árboles singulares, ayudará a tomar decisiones de gestión para centrar los recursos en los árboles que más merezcan la pena. Algunas administraciones del archipiélago ya están trabajando en este sentido. Deben tomarse datos así mismo sobre la presencia de especies de interés, tales como especies vulnerables o en peligro de extinción, así como un control de la presencia de especies exóticas invasoras y su evolución en el tiempo. Con todo ello podremos realizar una adecuada planificación de las actuaciones.

Figura 12.2. Palmera a borde de carretera cuya corona acaba de desplomarse



Fuente: Elaboración propia (2019)

La población actual es muy sensible con el arbolado urbano y el arbolado de carretera, ya que son los que tienen más accesibles. Disponer de planes de gestión de arbolado y planes directores va a ayudar a la población a entender la razón por la que se realizan las actuaciones. El miedo de los gestores a actuar debido a la opinión pública no puede someter a la sociedad a situaciones de riesgo. Sin embargo, acercar los planes de gestión a la sociedad y permitir que participen en la elaboración de los mismos va a ayudar a allanar el terreno y a facilitar la gestión de los técnicos. La Consejería de Obras Públicas del Cabildo de Gran Canaria ha comenzado a realizar un Plan de Gestión del arbolado de los márgenes de las carreteras.

12.4. Dar valor al arbolado de carretera

Conocer el arbolado de nuestras carreteras, su estructura, funciones, fortalezas, debilidades, y su valor, va a permitir a los gestores de las mismas tomar decisiones a la hora de invertir sus recursos en sus trabajos de conservación y mantenimiento, así como en las actuaciones a realizar. Es decir, debemos dar valor para poder evaluar. En 1990 se publica la primera versión de la Norma Granada, utilizada como método clásico para conocer el valor ornamental de los árboles y arbustos, más allá del valor de la madera. Esta norma ha tenido varias revisiones y ahora se puede acceder a ella a través de la página web de la Asociación Española de Parques y Jardines Públicos. «Pretende ser un procedimiento objetivo de valoración, una herramienta que ofrece una pauta suficientemente clara para realizar valoraciones»(aepjp.es)

Pero además de este valor ornamental, el arbolado de carreteras ofrece más beneficios. Debe conocerse cuál es su valor en aspectos tales como la reducción de las emisiones de contaminación generada en la carretera, mejora de la calidad del aire, atenuación del ruido generado, o su papel como sumidero de carbono en la lucha para el cambio climático. Otras ciudades como Madrid ya han presentado sus estudios realizados. En el documento: Valor del bosque Urbano en Madrid, se estudian los efectos de la calidad del aire, reducción de la contaminación y salud ciudadana. En este estudio se aplicó para el análisis el modelo i-Tree, desarrollado por el Servicio Forestal de Estados Unidos (USDA Forest Service), que está siendo ampliamente utilizado en las principales ciudades de todo el mundo (Borrajo Millán, Rastrollo Gonzalo, & Nowak, 2019). Estos trabajos ya realizados deben servir como ejemplo en otras administraciones.

Además, el arbolado de carretera genera beneficios para la seguridad vial: sujeción de taludes, reducción de la erosión y pérdida de suelo, mejora la percepción visual de la vía, y genera pantallas antideslumbrantes, entre otros. Puede incluso remplazar otro tipo de estructuras y obras. Estos beneficios deben ser valorados económicamente.

Será un reto para los futuros gestores valorar el arbolado y zonas verdes de los márgenes de la carretera, tanto desde el punto de vista ornamental y de paisaje, como en aspectos relativos a la mejora ambiental, calidad del aire y contamina-

Figura 12.3. Plantaciones en la mediana de la GC-2

Fuente: Elaboración propia (2019)

ción acústica, así como su valor funcional estructural y de mejora de la seguridad vial. Todos estos datos serán herramientas básicas para tomar de decisiones, marcar prioridades y solicitar inversiones.

12.5. Definir los futuros paisajes

Las plantaciones realizadas hacen más de 100 años en el archipiélago han creado un paisaje arbolado que ya es característico de las islas. El crecimiento demográfico en las islas ha triado consigo la necesidad de mejorar la red de carreteras, ampliando la calzada, lo que ha hecho necesario realizar actuaciones en los árboles de alineación junto a las vías, tales como talas, o cortes en las raíces y ramas. En muchas ocasiones el tratamiento realizado sobre este tipo de arbolado no ha sido el adecuado y generan actualmente inestabilidad en el arbolado. Por ello los nuevos planes de gestión deben tener en cuenta todos estos aspectos.

En Gran Canaria, según datos elaborados por la empresa conservadora de arbolado de la red de carreteras, existen actualmente más de 40.000 árboles, de los cuales unos 4000 son palmeras, estimándose que un 24% pertenecen al

género *Pinus* y casi un 18% al género *Eucaliptus*. (U.T.E. Siroco, 2020). Dentro de este género tenemos tanto *E. globulus* como *E. camaldulensis*, siendo especialmente este último el más extendido. Se cita textualmente de la bibliografía de L. Ceballos & J. Ruiz de la Torre en el libro: Árboles y Arbustos de la Península Ibérica.

«*E. camaldulensis* alcanza corrientemente más de 25-30 metros de altura, pudiendo llegar a 40 y aún sobrepasar los 50 m alguna vez. Sistema radical potente, con eje principal fuerte y profundo y secundarias someras extendidas, que se ramifica densamente y pueden alcanzar en sentido radial hasta 2,5 veces la altura del árbol en terrenos sueltos.(...)»

Es muy sensible a los cuidados culturales, multiplicando su vigor y ritmo de crecimiento tras laboreos, abonados, podas, claras, riegos, etc.(...). (Ceballos y Fernandez de Córdoba, Ruiz de la Torre, Ceballos Jimenez, & Ruiz del Castillo y de Navascues, 1971)

Actualmente esta especie, si bien, como ha señalado en numerosas ocasiones el Ingeniero de Montes Carlos Velázquez, ha dotado a las carreteras de un aspecto arbolado que en algunos tramos de carretera proyecta al conductor una imagen del paisaje de las islas más arbolado que el que realmente es, ha generado diversos problemas. Sin tratar de dramatizar los problemas causados por esta especie, es cierto que, una mala ubicación de estos ejemplares genera que, las raíces, buscando el agua, entren dentro de aljibes, alcorques, penetren por debajo del asfalto generando resaltos, grietas y blandones, generando daños a las propiedades privadas y a las infraestructuras públicas. Además, podas mal realizadas anteriormente generaron una estructura inestable en el arbolado, así como uniones débiles entre las ramas. No consiste en realizar una persecución contra esta especie, pero sí realizar una adecuada gestión de esta masa. Tal y como ha comen-

Figura 12.4. Flamboyán. Especie foránea utilizada a borde de carretera. (GC-1)



Fuente: Francisco Rodríguez López (2019)

tado también en numerosas ocasiones Carlos Velázquez, será interesante mirar más allá de la primera línea de arbolado a pie de vía, pues es posible que se encuentren creciendo los futuros árboles que formarán el paisaje de los márgenes de la carretera, a una distancia suficiente para permitir su desarrollo sin comprometer la seguridad de la carretera. El esfuerzo de los gestores será conservarlos y potenciarlos, eligiendo los ejemplares que queremos preservar en el futuro y sobre ellos centrar los trabajos de conservación y podas adecuadas que garanticen la seguridad.

Así mismo debemos pensar cuales son las especies más idóneas que deberán ser merecedoras de poblar los márgenes de las carreteras en el futuro, atendiendo tanto a criterios estéticos y paisajístico, como a la eficiencia en el uso de recursos para su mantenimiento, respetando los espacios necesarios para asegurar la seguridad vial y el correcto desarrollo de los árboles.

Para ello podremos emplear, no solo especies autóctonas del lugar, que como es obvio, se aclimatarán rápidamente a la zona, sino también especies foráneas que, por sus valores estéticos o su rápido crecimiento, sean interesantes para la función buscada. Por suerte en la climatología del archipiélago se adaptan con facilidad gran cantidad de especies foráneas de floración espectacular. Asegurar la correcta ubicación de estos ejemplares elegidos, nos asegurarán las masas arboladas del futuro.

12.6. La seguridad vial

Debe tenerse en cuenta que todos y cada uno de los elementos que integran la carretera se proyectan para asegurar la seguridad de la circulación. Por ello las plantaciones a borde de carretera, como un elemento funcional más dentro de la misma, debe tener el mismo fin. El aumento del tráfico rodado dentro de las islas es un hecho que las administraciones públicas deben solucionar a través de nuevas vías alternativas u otros tipos de transporte, pero las plantaciones a borde de carretera nunca deben ser un elemento agravante de accidentes. Para ello el trabajo conjunto de ingenieros de la rama de obras públicas con ingenieros de la rama agronómica forestal va a ser un éxito asegurado, ya que conseguirá la sinergia en la obtención de objetivos estéticos y funcionales, velando por la seguridad vial.

Además, a la hora de planificar las actuaciones debe tenerse en cuenta la seguridad de los operarios que trabaja a borde de vía realizando las actuaciones de conservación y mantenimiento. Para ello la planificación de la creación de las nuevas aéreas verdes debe tener en cuenta la menor afección a la carretera para su mantenimiento, poder realizar una correcta señalización, así como conseguir que el número de actuaciones que se deban realizar sobre las mismas sean las mínimas posibles, para evitar así accidentes tanto para los usuarios de la vía como para los trabajadores de conservación y mantenimiento. Frente a la seguridad de las personas, los aspectos estéticos quedan en un segundo plano.

Figura 12.5. Realización de podas en la mediana de la GC-2

Fuente: Elaboración propia (2019)

12.7. Los problemas futuros y las oportunidades

La introducción y expansión de especies exóticas invasoras es, y seguirá siendo, un reto al que se deberán enfrentarse los gestores de las carreteras. Se deberá trabajar en la línea de controlar su expansión mediante los procedimientos de trabajo adecuados para su erradicación, combinándolos con la realización temprana de nuevas plantaciones con las especies adecuadas que eviten que las especies exóticas invasoras colonicen los lugares removidos y rasos que se generan con la construcción de las carreteras. Se deberá investigar y probar nuevas técnicas para la erradicación de estas especies, así como realizar un seguimiento periódico de su evolución en los márgenes y la afección en su entorno.

El éxito de las plantaciones a borde de vía va a depender en gran medida de la adecuada elección de las especies, adaptadas al entorno. Sin embargo, el aumento de las temperaturas a nivel mundial va a generar un cambio en la estructura y distribución de las especies. A la hora de elegir cuales utilizar, se deben tener presente estos aspectos, dando alternativas al medio para adaptarse a los cambios.

Las zonas verdes que se encuentran de los márgenes de las principales vías de comunicación del archipiélago canario son abastecidas en la mayoría de los casos mediante red de riego, con la que se consigue la supervivencia y frondosidad de muchas de las especies que se han utilizado para decorar los márgenes. No son pocas las veces que las administraciones públicas tienen problemas de abasteci-

miento de agua para riego, especialmente en verano. Se debe trabajar en la línea de asegurar el abastecimiento de la red, creando más depósitos exclusivos para carreteras donde se depositen los excedentes del invierno para asegurar el consumo en verano sin depender de otras administraciones.

Será un reto para el futuro generar una jardinería más eficiente, formada por especies, y utilizando técnicas que permitan aprovechar mejor los recursos. Por otro lado, se debe conseguir una red de riego más localizada, con mayor control en los consumos de agua, detección precoz de las averías de riego, así como mayor accesibilidad a los sistemas de control por parte de los operarios velando por su seguridad. Las nuevas tecnologías van a ser una herramienta de gran importancia para dar solución a estos problemas. Ya actualmente se utilizan en el archipiélago sistemas de control de riego a través de móvil para controlar los consumos y detectar averías.

El uso de las nuevas tecnologías debe implantarse en el día a día de la gestión del arbolado de carreteras. Actualmente ya se utilizan aplicaciones informáticas para realizar el control de la calidad de los trabajos y el seguimiento de las programaciones. Será un reto para el futuro seguir trabajando en esta línea.

Las nuevas tecnologías nos han abierto así mismo la ventana a la comunicación. La sociedad actual, con cada vez más acceso a la información digital, está también a su vez peor informada, y esto genera controversias a la hora de tomar decisiones técnicas. No podemos dejar de actuar debido a la presión de la sociedad por no estar bien informada. Frente a ello se debe trabajar en la educación a la sociedad, la transparencia y la información pública, con el fin de que puedan comprender el porqué de las decisiones.

Figura 12.6. Enlaces de la GC-1



Fuente: Francisco Rodríguez López (2019)

Referencias bibliográficas

- AEPJP. (s.f.). Obtenido de <https://www.aepjp.es/norma-granada-herramienta>
- Borrajo Millán, J. M., Rastrollo Gonzalo, A., & Nowak, D. J. (2019). *Valor del bosque urbano en Madrid*. Madrid.
- Ceballos y Fernandez de Córdoba, L., Ruiz de la Torre, J., Ceballos Jimenez, M., & Ruiz del Castillo y de Navascues, J. (1971). *Arboles y Arbustos de la España Peninsular*. Madrid: INSTITUTO FORESTAL DE INVESTIGACIONES.
- Convenio de Florencia. (2000). Florencia.
- Naranjo Borges, J. (2017). Seguimiento de la restauración con cardonal-taibaibal de la zona de compensación de la vía rápida de La Aldea. *XXIV Jornadas forestales de Gran Canaria*. Las Palmas de Gran Canaria.
- Selga Casarramona, J. (s.f.). *josepselga.com*. Obtenido de [josepselga.com: http://www.josepselga.com/es/evaluacion-riesgo-arbolado-urbano/](http://www.josepselga.com/es/evaluacion-riesgo-arbolado-urbano/)
- U.T.E. Siroco. (2020). *Plan de Gestión de Arbolado de las carreteras de Gran Canaria*. Las Palmas de Gran Canaria.
- Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y Biodiversidad. *Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*. España: B.O.E.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. España: B.O.E
- Ley 4/2017, de 13 de julio, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias. España: B.O.E

Capítulo 13

Bienestar social y valor económico de un activo ambiental

ANASTASIA HERNÁNDEZ ALEMÁN
Doctora en Ciencias Económicas

13.1. Introducción

El objetivo de este capítulo es ofrecer una visión genérica de las aportaciones del análisis económico a la valoración de los activos ambientales en su contribución al bienestar social. También se expondrán las aportaciones metodológicas a la valoración de activos ambientales desde otras disciplinas, finalizando el capítulo con una aplicación a la valoración del Parque Natural de Tamadaba ubicado en la isla de Gran Canaria. La lógica que obedece a ello es facilitar la toma de decisiones en el ámbito de las políticas públicas, tomando como referencia los valores monetarios de los servicios ambientales y socioeconómicos. El medio ambiente, en general, presta servicios ambientales, y también, servicios socioeconómicos, que generan en unos casos beneficios, y en otros costes, pero en cualquier caso aportan bienestar a la sociedad. La mera existencia de un paisaje natural genera bienestar tanto a quién disfruta directamente de este espacio como a aquellos que conocen de su existencia. Una alteración en la calidad de este activo ambiental afecta directa e indirectamente a este bienestar social. La ecología se ocupa de evaluar los cambios experimentados en la naturaleza, mientras que el análisis económico los evalúa en términos monetarios desde el punto de vista del bienestar social. Por ejemplo, la construcción de una carretera genera un beneficio social directo, en particular, a los usuarios de la misma pero también produce una alteración del medio natural afectando al bienestar social en un sentido negativo. La elección entre dos alternativas como mínimo (llevar a cabo el proyecto de inversión, o la contraria, no llevarlo a cabo), requiere de una adecuada valoración de los beneficios y de los costes a efectos de elegir la alternativa que maximice el bienestar social. De esta forma, la sociedad es la que elige la alternativa que optimiza su bienestar a través de sus representantes en el marco de la toma de decisiones públicas. Así pues, parece claro que la existencia de un entorno natural cuyo máximo reconocimiento adopta una figura de protección, ya sea, como parque natural, parque rural, paisaje protegido, sitio de interés científico, entre otros, conlleva ventajas, pero también desventajas, en particular, y bajo determinadas condiciones, desde el punto de vista económico. Constituye aún hoy un reto tanto

desde el punto de vista metodológico, como desde el punto de vista de la gestión de los espacios naturales, y en particular, en cuanto a la gestión de los bosques, la valoración de los servicios ambientales y socioeconómicos que estos espacios proporcionan tanto a las comunidades locales residentes como a los visitantes. Constituye además un reto desde el punto de vista de la política medioambiental. La finalidad de la valoración no es asignar un precio a un espacio natural que pudiera servir de referente a un intercambio comercial por cuanto muchos de los servicios que presta el espacio natural, en particular en lo que se refiere a los servicios ecosistémicos, no cuentan con mercado propio debido a las características de estos servicios. El principal problema con el que nos tropezamos para llevar a cabo la valoración de los servicios ambientales o las externalidades¹ que generan los activos ambientales tiene que ver con las características propias de los *bienes públicos*, algunas de las cuales se mencionan a continuación:

- *No exclusión*. Significa que cuando el bien o servicio se ofrece, nadie puede ser excluido de su disfrute aunque no se pague por ello.
- *No rivalidad en el consumo*. Significa que cuando alguien consume el bien o servicio, no reduce el consumo de los demás potenciales usuarios.

Los bienes públicos y los recursos comunes que serían aquellos cuyos derechos de propiedad no están definidos son un caso particular en el marco de las externalidades. Estamos en presencia de una externalidad, en términos generales, cuando la actividad de una persona sea física o jurídica afecta al bienestar de otra sin que pueda cobrar un precio por ello, sean en sentido positivo o negativo (Azqueta, 1994). El cuidado de un jardín o de un bosque de forma altruista genera una externalidad positiva; mientras que el ruido que ocasiona un vecino genera una externalidad negativa. En este sentido, podemos afirmar que se produce un *fallo del mercado* pues no se paga por las externalidades negativas, y tampoco, se obtiene un beneficio económico por las externalidades positivas. De ahí que ante la ausencia de una adecuada definición de los derechos de propiedad junto con la ineficiencia del mercado para establecer una adecuada asignación de los recursos públicos se requiera la intervención del Estado. No obstante, lo anterior, el hecho de que el mercado no pueda asignar un precio a unos bienes y servicios que desconoce, y que, por tanto, no son susceptibles de intercambiarse, no significa que carezcan de valor. Ronald Coase², premio Nobel de Economía en 1991, resolvió el problema de la ausencia de mercado de las externalidades estableciendo que, en ausencia de costes de transacción³ (*costes operativos*), el problema causado por

¹ Azqueta (1994:5): «Se dice que estamos en presencia de una externalidad (economía externa), cuando la actividad de una persona (o empresa) repercute sobre el bienestar de otra (o sobre su función de producción), sin que se pueda cobrar un precio por ello, en uno u otro sentido». Ejemplo de externalidades negativas (deseconomías externas) sería la contaminación acústica, vertidos al mar, etcétera. Ejemplo de externalidades positivas (economías externas) sería un ejemplar de palmera canaria monumental en el contexto de un terreno privado o jardín que es cuidado por su propietario pero que todos podemos disfrutar de su existencia, la adecuada conservación de un edificio histórico, un perfume, etc.

² «The Problem of Social Cost» en *Journal of Law and Economics* en 1960.

³ «The Nature of the Firm» en *Economica* en 1937.

las externalidades se resolvería asignando el derecho de propiedad a una de las partes. Esto es, sería suficiente con una correcta definición de los derechos de propiedad. El conocido como *Teorema de Coase* no sólo implica conocer a todas las partes afectadas por la externalidad, sino que, además, sea posible la negociación a efectos de alcanzar un precio. Algo bastante complicado en el caso de los recursos naturales. Pensemos, por ejemplo, en el valor de un bosque para un agente industrial. Su valor, en principio, estaría condicionado por el potencial beneficio a obtener como resultado de la explotación de los productos que del mismo sea posible obtener (madera, mayoritariamente). No obstante, el bosque cumple muchas más funciones, como veremos en el siguiente apartado de este capítulo, cuyos productos su dueño no va a poder capitalizar porque no sólo desconoce su valor, sino porque, además, no encuentra mercado para la negociación o el intercambio. Por ejemplo, el bosque fija el carbono atmosférico, contribuye a la diversidad biológica y al mantenimiento de los ecosistemas, previene la erosión, recarga los acuíferos, cumple una función en relación con la mitigación y adaptación al cambio climático, y un largo etcétera de funciones cuyas externalidades positivas no tienen precio en el mercado. Y a pesar de ello, careciendo de precio todas estas externalidades que sin duda contribuyen al bienestar social, estaríamos dispuestos a pagar por mantenerlas debido a que nuestra propia subsistencia depende de su mantenimiento y conservación. Otra limitación a las aportaciones de Coase es que no todos los agentes tienen la misma influencia o poder de negociación por lo que muy probablemente las grandes organizaciones gozarán de mayor capacidad de influencia con respecto a los agentes sufridores de la externalidad lo que, sin duda, nos llevaría a unos resultados ambientalmente cuestionables. Otras dificultades que atañen a la obtención del valor social de un activo ambiental tienen que ver con la dimensión temporal y la incertidumbre. Para ilustrar el problema de la dimensión temporal debemos pensar que no es lo mismo una unidad monetaria en el momento presente con respecto a disponerla en el futuro. Tendemos a valorar más el momento presente que el futuro; y así, un proyecto de conservación ambiental que generase grandes beneficios sociales en el futuro, y por tanto, afectara a las generaciones futuras en mayor medida que a las generaciones presentes, no sería adecuadamente valorado si consideramos una elevada tasa de descuento de los beneficios futuros. En términos generales, la disminución o infravaloración de los beneficios en el futuro se conoce como *descuento*. Por ejemplo, supongamos que almacenamos residuos altamente radioactivos en el contenido de un espacio natural protegido, o de un bosque, porque es la alternativa económicamente (*a precios de mercado*) más rentable. A corto plazo, este proyecto de inversión nos genera grandes beneficios, pero a largo plazo nos produce elevados costes sociales, particularmente en términos de menores servicios ecosistémicos. Cuanto más nos alejemos en el futuro, menos apreciaremos las pérdidas de bienestar social. De esta manera, estaríamos infravalorando (*sesgo*) las pérdidas de bienestar social de las generaciones futuras. La tasa de descuento a la que evaluamos los proyectos de inversión pública nos indica el ritmo al que consumimos los recursos naturales. Cuanto mayor sea la tasa a la que se descuenta el futuro, mayor será la velocidad de degradación del medio natural. Cuanto mayor sea la tasa de descuento, menor importancia asignamos al futuro, y menor será la probabilidad de que aceptemos proyectos de inversión pública de

conservación del medio natural. Desgraciadamente estamos acostumbrados a obviar las *preferencias temporales* en la toma decisiones públicas en materia de conservación de los recursos naturales, así como, los *beneficios sociales* inherentes a las mismas. Con respecto a la incertidumbre, se mueve en el mismo sentido que la tasa de descuento, de forma que cuanto mayor sea la incertidumbre que afecta a un beneficio o a un coste, menos se valora. A mayor tiempo, mayor incertidumbre. No obstante, algunos autores como Pearce y Turner (1995:276) consideran difícil de justificar ajustes en la tasa de descuento por motivos de incertidumbre y riesgo cuando se trata de activos ambientales si consideramos que el individuo es mortal pero no la sociedad.

A lo largo de este capítulo se abordan, sin ser exhaustivos en la materia, diferentes aspectos en relación con la valoración ambiental. En el siguiente apartado, se exponen brevemente los diferentes métodos de valoración de un activo ambiental. En el tercer apartado, se analizan los servicios ecosistémicos, y las experiencias en materia de valoración económica de los servicios multifuncionales de los bosques. En el apartado cuarto, se realiza una sencilla aplicación práctica de valoración económica ambiental aplicada al *Parque Natural de Tamadaba* mediante el empleo de un método multicriterio de elección discreta (Saaty). El capítulo se cierra con unas reflexiones finales acerca de la importancia de la valoración de los activos ambientales en la planificación y gestión de los recursos naturales. En el quinto apartado se recogen las referencias bibliográficas, y finalmente, en el *Anexo* se incluye el cuestionario empleado para realizar las encuestas del método multicriterio.

13.2. Métodos de valoración de un activo ambiental

Los métodos de valoración ambiental son el conjunto de técnicas, en su mayoría, procedentes del análisis económico, que nos permiten obtener el valor de un activo ambiental en términos monetarios. El valor obtenido es un referente para hacer comparaciones en términos de bienestar o utilidad de una persona o de una sociedad cuando se produce una alteración en el activo ambiental. Con carácter previo a la exposición de los diferentes métodos que son usados para obtener el valor de un activo ambiental, es conveniente explicar el concepto de «*excedente del consumidor*» pues la mayoría de los métodos que se exponen a continuación se fundamentan en este concepto. Siguiendo a Azqueta (1994: 28 y s.s.) definimos el excedente del consumidor como el área que queda entre la curva de demanda de una persona por un bien o servicio cualesquiera que refleja su disposición a pagar, y la línea del precio del bien o servicio que viene determinada por el mercado. La diferencia entre lo que la persona estaría dispuesta a pagar por el bien o servicio por una determinada cantidad y lo que realmente paga, es el excedente del consumidor. Se utilizan las variaciones en el excedente del consumidor como consecuencia de los cambios en el activo ambiental, como medida del bienestar social. En la Tabla 13.1 se exponen los métodos de valoración de un activo ambiental más frecuentemente usados en el ámbito del análisis económico. Estos métodos tienen su fundamento en la medición de la variación de los excedentes de los con-

sumidores como consecuencia de un daño o una mejora en un bien de naturaleza ambiental carente de mercado. Los *métodos indirectos u observables* son aquellos que a partir de la observación de la conducta de la persona infieren la valoración implícita que le asigna al bien objeto de valoración (*preferencias reveladas*). En este tipo de métodos, distinguimos básicamente los siguientes: el método de los costes evitados o inducidos, el método del coste del desplazamiento o del viaje y el método de los precios hedónicos. El *método del coste de desplazamiento* estima una función de demanda del bien ambiental que es visitado por las poblaciones cercanas. El coste incurrido en el viaje hasta el lugar objeto de estudio se toma como aproximación al precio de mercado. A partir de las observaciones individuales o zonales del coste del viaje y del número de visitas realizadas se estima una función de demanda que permite conocer el excedente del consumidor. Los cambios en las características ambientales del bien objeto de valoración ubicado en la zona objeto de las visitas da lugar a variaciones en la función de demanda y ello da lugar a variaciones en el bienestar social. El *método de los precios hedónicos* utiliza la relación existente entre el precio de los bienes de mercado y sus atributos ambientales. La estimación econométrica de la relación precio-atributos permite derivar y estimar una función de demanda implícita de la característica ambiental a partir de la cual se obtiene por integración el excedente del consumidor. Este método es especialmente útil para el mercado de la vivienda y de trabajo, aunque requiere de gran cantidad de datos. Los *métodos directos o hipotéticos* son aquellos que a partir de la revelación directa de las preferencias de la persona infieren el valor del bien (*preferencias declaradas*). Los métodos basados en las preferencias declaradas consisten en la construcción de un mercado a través de un cuestionario específicamente diseñado y distribuido aleatoriamente en la población objetivo. Estos métodos basados en las preferencias declaradas tienen las siguientes ventajas principales con respecto a los métodos anteriormente comentados basados en las preferencias reveladas: permiten estimar directamente el *excedente hicksiano*⁴ del consumidor; los resultados pueden proporcionar el valor total de los bienes ambientales incluidos los valores de opción y de no uso (existencia y herencia)⁵ y son más flexibles, pues se pueden aplicar a una mayor diversidad de impactos ambientales. En el marco de estos métodos destacan: el *método de valoración contingente* y el *método de ordenación contingente*. El *método de la valoración contingente* se basa en un cuestionario que contenga un intercambio entre la renta monetaria del sujeto entrevistado (disposición a pagar o disposición a aceptar) y la valoración de la calidad medioambiental en cuestión. En el *método de la ordenación contingente* se le presentan al sujeto varias opciones de calidad medioambiental y disposición a pagar, las cuales son ordenadas según las preferencias del entrevistado. En ambos métodos las respuestas obtenidas para el conjunto de la muestra permiten estimar la valoración monetaria por el bien presentado en el mercado construido. Generalmente se emplean la media y mediana como los estadísticos de los beneficios ambientales. Cuando de la respuesta al

⁴ Variación en la cantidad demandada de un bien cuando su precio varía con el fin de mantener fija la utilidad (misma curva de indiferencia que respecto del precio inicial), ajustándose para ello la renta o el ingreso.

⁵ Ver Anexo.

cuestionario se obtiene la disposición a pagar para evitar una pérdida de la calidad ambiental, se obtiene lo que se llama «*excedente equivalente*» (EE), y cuando de la respuesta al cuestionario lo que se obtiene es la disposición a aceptar una cantidad de dinero por una situación ambiental peor que la actual lo que obtenemos es el «*excedente compensatorio*» (ECP) (Figura 13.1) (Freeman, 1979). Estos dos conceptos son muy útiles en particular cuando se trata de *bienes no optativos*; esto es, cuando el individuo no puede elegir la cantidad de bien ambiental que desea consumir. Si por ejemplo aumenta la calidad del aire, el excedente compensatorio vendría determinado por la cantidad de dinero que restada a la renta lo deja en el mismo nivel de bienestar. En sentido contrario, sería la cantidad de dinero que como mínimo se aceptaría como compensación por tolerar un deterioro ambiental para mantener el mismo nivel de bienestar. En el caso del excedente equivalente, tomando como referencia el nuevo nivel de bienestar alcanzado después del cambio ambiental (mejora), y suponiendo que el sujeto no puede ajustar su nivel de consumo, el excedente equivalente sería la cantidad de dinero que habría que darle para que mejorara su bienestar en la misma medida que la oferta del bien ambiental. El problema que atañe a estas medidas es que, si bien la medida de política ambiental que afecta al bienestar es la misma, las cantidades de *EE* y *ECP* pueden ser diferentes, y en la práctica, lo son.

Tabla 13.1: Métodos de Valoración del Bienestar Social

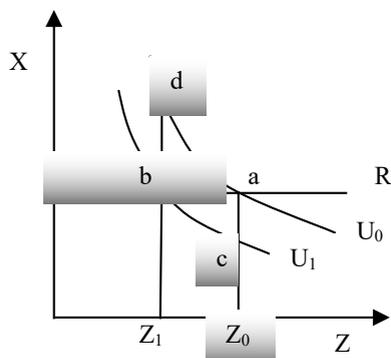
Preferencias	Mercado	Observación Directa	Observación Indirecta
Reveladas	Existente	Precios de mercado	Coste del desplazamiento Precios hedónicos
Declaradas	Construido	Valoración Contingente Modelos de elección Ranking contingente	Coste del viaje hipotético Precios hedónicos hipotéticos Pares de comparaciones

Fuente: Riera, P. (2000). Elaboración propia.

En la actualidad se usan con mayor frecuencia en una amplia variedad de ámbitos los experimentos de elección (*choice experiments*) como método de valoración de no mercado, basado en las preferencias declaradas. El objetivo de esta metodología es obtener el valor de los atributos de un activo ambiental a partir de las preferencias declaradas por el encuestado con respecto a un conjunto de alternativas posibles que contienen distintas cantidades del atributo o conjunto de atributos a valorar. En el siguiente apartado se expone una aplicación concreta de este método en el ámbito de los bosques.

Hay un tercer grupo de métodos que no se fundamentan en el más ortodoxo análisis económico de la teoría del consumidor (Lancaster, 1966) pero que en los últimos años están experimentado un elevado uso como métodos aplicados a la valoración de activos, sean ambientales o de otra naturaleza, así como también, a la evaluación de impactos ambientales. Son los métodos conocidos como métodos multicriterio, usados más recientemente como aproximación al valor de un activo

Figura 13.1. Excedente equivalente y excedente compensado



Se parte de una situación inicial 0 donde Z_0 es el nivel de calidad ambiental disponible siendo U_0 el máximo nivel de utilidad que el consumidor puede obtener, teniendo en cuenta la restricción presupuestaria. Supongamos que se quiere adoptar una medida que supone una merma o un empeoramiento en la calidad ambiental. Si el consumidor está dispuesto a pagar por mantener el nivel de calidad ambiental de inicio entonces seguirá disfrutando de la calidad ambiental de inicio entonces seguirá disfrutando de la calidad ambiental de inicio Z_0 pero pasará del punto a al c; esto es, a una función de utilidad menor porque tendrá que pagar ac . Si, por el contrario, al individuo se le compensa por la pérdida de calidad ambiental pasará del punto a al d porque ahora disfrutará de una menor calidad ambiental Z_1 pero percibirá por ello bd , manteniéndose en la misma situación de bienestar original. El punto de equilibrio se da en la intersección entre la recta presupuestaria y la función de utilidad.

Z = bien ambiental

X = resto de los bienes

R = restricción presupuestaria

ac = excedente equivalente (*misma cantidad de bien original*)

bd = excedente compensatorio (*nivel de bienestar original*)

ambiental (Aznar y Estruch, 2015). Los métodos multicriterio se sustentan sobre la base de que los agentes económicos no optimizan sus decisiones en base a un solo objetivo, sino que tratan de alcanzar una solución de compromiso en base a múltiples objetivos en conflicto, o bien pretenden satisfacer en la medida de lo posible una serie de metas asociadas a dichos objetivos. Estos métodos a su vez se pueden clasificar en dos subgrupos: métodos multicriterio continuos y métodos multicriterio discretos. En este capítulo sólo se aborda un método multicriterio de elección discreta el cual será expuesto teóricamente en el siguiente subapartado, y de forma práctica, en el cuarto apartado. Finalmente, señalar que la *transferencia de beneficios* no es un método propiamente dicho; es un procedimiento muy empleado en los últimos años, en particular, cuando los recursos financieros y la disponibilidad de datos son limitados. Consiste en utilizar y transferir los valores monetarios obtenidos en un determinado experimento, a otro bien parecido en un contexto diferente siempre y cuando se cumplan determinadas condiciones (Desvousges, W. Naughton, M. y Parsons, G., 1992; Bateman, I. J., et al., 2011).

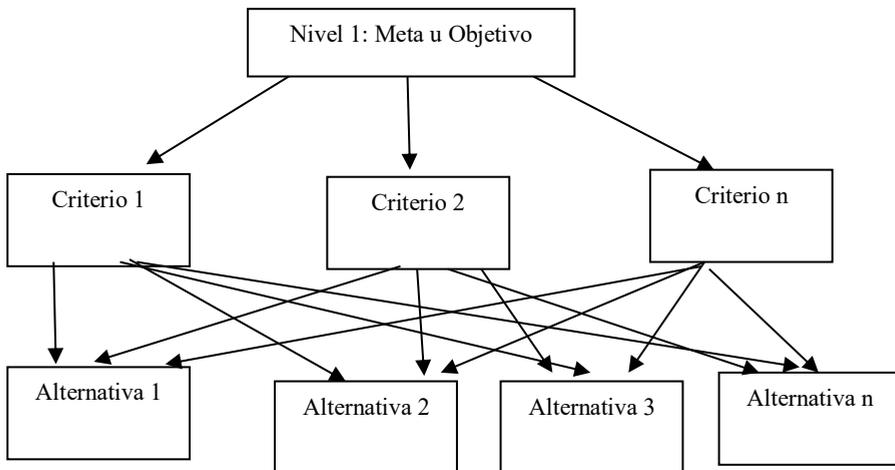
13.2.1. Método de las Jerarquías Analíticas de Saaty (AHP)

En el marco de las políticas públicas de conservación se deben tener en cuenta no sólo criterios de conservación de la naturaleza sino también de participación social de forma que estas políticas contribuyan a mejorar el bienestar social de toda la comunidad. El análisis multicriterio (AMC) facilita la resolución de este tipo de problemas en los que se ha de tener en cuenta múltiples criterios, en ocasiones, contrapuestos. Es, además, una herramienta flexible que facilita la toma de decisiones públicas en contextos muy variados por lo que en los últimos años las técnicas de evaluación multicriterio han cobrado gran importancia en la planificación pública, y de forma más reciente, en la evaluación de la sostenibilidad ambiental de las políticas públicas (Faith y Walter, 1996; Hajkowicz, 2007; Mesa

et al., 2008; Munda, 2004, 2005, 2006). La valoración de los bosques desde el punto de vista medioambiental u ornamental entraña utilidades no siempre susceptibles de valoración por carecer de mercado. Por otro lado, las funciones ornamentales o medioambientales no siempre están claramente separadas por lo que su valoración de forma independiente resulta, en ocasiones, imposible. Se han propuesto en la literatura aproximaciones no monetarias en materia de valoración ambiental, entre las que destacan, los métodos de evaluación de impacto ambiental (EAI) y las técnicas de decisión multicriterio (TDM) (Romero, 1997).

Las TDM son un conjunto de herramientas y procedimientos utilizados en la resolución de problemas de decisión complejos en los que intervienen diferentes actores y criterios. Estas técnicas pueden clasificarse conforme a numerosos criterios. Desde el punto de vista metodológico nos centramos en aquellos métodos que proporcionan una solución al problema multicriterio teniendo en cuenta todos los criterios de forma simultánea (Barba-Romero y Pomerol, 1997; Moreno *et al.*, 2001). En el marco de la decisión multicriterio discreta, es decir, cuando el número de alternativas es finito, de entre los métodos que se proponen, se opta por el *Proceso Analítico Jerárquico* (AHP) propuesto por Saaty (1980) a finales de los setenta. Este método consiste en la obtención de preferencias o pesos de importancia para los criterios y las alternativas. Para la aplicación de este método es necesario que tanto los criterios como las alternativas se puedan estructurar de forma jerárquica (Figura 13.2).

Figura 13.2. Jerarquía para el diseño de la primera y segunda matriz de decisión multicriterio



El primer nivel de jerarquía corresponde al propósito general del problema, el segundo a los criterios o atributos y el tercero a las alternativas. El método propone asignar un vector de pesos, $w = [w_1, w_2, \dots, w_n]$, a los criterios de un cierto problema multicriterio. Para ello, se hacen comparaciones de cada criterio i con cada criterio j , obteniendo unos valores a_{ij} que podemos agrupar en una matriz cuadrada de orden n . Es la llamada matriz de comparaciones binarias, $A = [a_{ij}]$.

Las comparaciones a través de las que el centro decisor asigna los juicios de valor se realizan dos a dos porque al decisor le resulta más fácil. Estas comparaciones tampoco serían fiables si el número n de criterios supera el límite del cerebro humano $7 + 2$ debido a una limitación de manejo simultáneo de información. Saaty justifica la siguiente escala numérica para la estimación de los coeficientes a_{ij} (Tabla 13.2).

Tabla 13.2: Escala de valoración Saaty

a_{ij}	vale cuando el criterio i , al compararlo con el j , es:
1	igualmente importante
3	ligeramente más importante
5	notablemente más importante
7	demostrablemente más importante
9	absolutamente más importante

Pueden utilizarse asimismo las cifras intermedias 2, 4, 6 y 8 para valores de compromiso. Si no fuese el criterio i igual o más importante que el j , sino al revés; el valor del coeficiente será $1/a_{ij}$. Los elementos de la diagonal de la matriz A son la unidad puesto que cada criterio con respecto a sí mismo es igualmente equivalente. Se evaluará la parte supratrangular de la matriz A , es decir, los elementos de a_{ij} donde $j > i$, $\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]$.

El resto de la matriz estará conformada por la inversa de estos coeficientes. Las matrices A de comparaciones binarias son del tipo de las llamadas matrices recíprocas, propiedad en la que se basa la eficacia del método AHP. Una matriz de comparaciones binarias es consistente cuando $a_{ij} = w_i/w_j$, para todo i, j . Esto quiere decir que la importancia relativa de i frente a j (a_{ij}) es exactamente el cociente de sus importancias absolutas, que son sus pesos (w_i/w_j). Esta propiedad de la consistencia aunque es deseable no se cumple en la realidad pues los seres humanos siempre somos algo inconsistentes más aún cuando se trata de encontrar un compromiso entre criterios contrapuestos. Por lo tanto, en la práctica hemos de contar siempre con algo de inconsistencia. La *ratio de inconsistencia* no puede superar el 10% pues de lo contrario sería necesario repetir el cuestionario para efectuar las comparaciones, al menos en este experimento en el que se cuenta sólo con las encuestas del panel de expertos. La flexibilidad del método AHP permite que el mismo pueda ser aplicado de forma individual o teniendo en cuenta un panel de expertos. En este último caso de la agregación de los juicios individuales se obtiene el vector de prioridades con respecto a las alternativas planteadas. El procedimiento que debe seguirse para la agregación de los juicios individuales del panel de expertos dependerá del grado de homogeneidad de los mismos. Cuando se trata de un grupo homogéneo de expertos la agregación de los juicios individuales, bien sea a partir de los pares de comparaciones, bien de los vectores propios de

cada matriz de comparaciones, se realiza mediante el cálculo de la media geométrica. Éste es el procedimiento que se usa en el siguiente apartado para el cálculo del valor económico total del *Parque Natural de Tamadaba*. Cuando el panel de expertos no es homogéneo; esto es, cuando en un mismo panel están integrados grupos profesionales divergentes, la integración se debe realizar mediante el procedimiento conocido como programación por metas extendido (Linares y Romero, 2002).

13.3. Servicios ecosistémicos y valoración económica de los servicios multifuncionales de los bosques

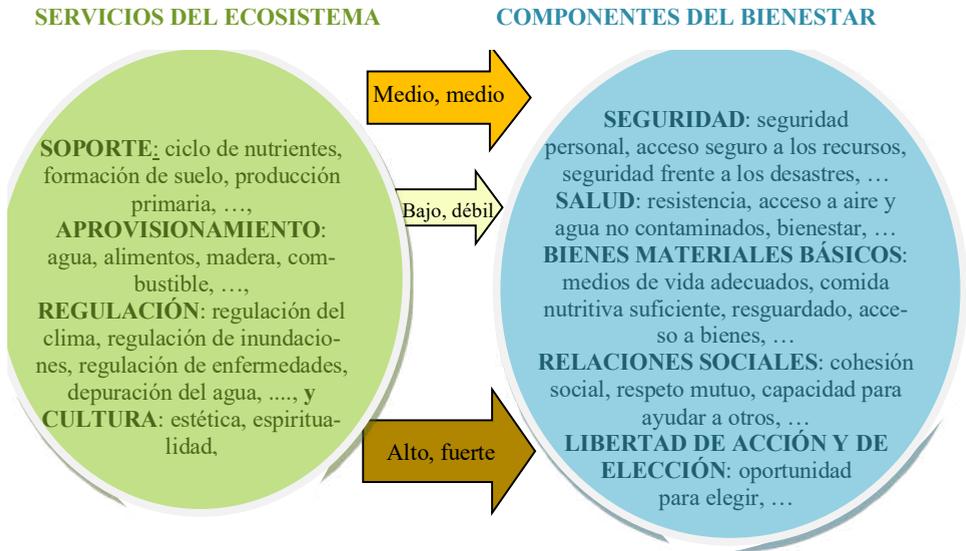
Lo heterogéneo de los bienes y servicios que prestan los bosques al bienestar del ser humano configuran al bosque como un bien multifuncional al servicio de la sociedad. La valoración económica de los servicios del ecosistema y multifuncionales de los bosques entraña una enorme complejidad que la literatura en materia de economía ambiental lleva abordando desde hace mucho tiempo a través de una amplia posibilidad de métodos, como hemos podido comprobar a lo largo del apartado anterior, y algunos otros que no se abordan en este capítulo por razones de simplificación. En este apartado se tratará de abordar sin ser exhaustivos en la materia los servicios del ecosistema de los bosques a efectos de analizar posteriormente cómo han sido abordados en la literatura en cuanto a su valoración.

13.3.1. Los servicios del ecosistema y el bienestar humano

En este apartado, se estima oportuno hacer referencia al monumental trabajo realizado por 1.300 científicos acerca de la clasificación de los servicios del ecosistema y su relación con el bienestar humano que se plasmó en el documento conocido como *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005). Los servicios que proporciona el ecosistema y su interacción con el bienestar humano se recogen en la Figura 13.3. Esta figura representa la interrelación entre los servicios del ecosistema agrupados en cuatro categorías (soporte, aprovisionamiento, regulación y cultura), y los componentes del bienestar humano agrupados en cinco categorías (seguridad, salud, bienes materiales básicos, relaciones sociales y libertad de acción y de elección). La fortaleza de estos nexos de unión entre los servicios del ecosistema y el bienestar humano, y la posibilidad de influir en ellos, difieren según el ecosistema y la región. Así, los colores de las flechas naranja, amarilla y marrón indican la influencia media, baja y alta, respectivamente, que potencialmente despliegan los factores socioeconómicos, tecnológicos y culturales tanto en los servicios del ecosistema como en el bienestar humano. El grosor de las flechas indica la intensidad media, débil o fuerte del nexo entre los servicios que prestan el ecosistema y el bienestar humano.

En la Figura 13.4 se representa la influencia de otros factores en el bienestar humano, además de los propios del ecosistema, como pueden ser los factores so-

Figura 13.3. Vínculos entre los servicios del ecosistema y el bienestar humano

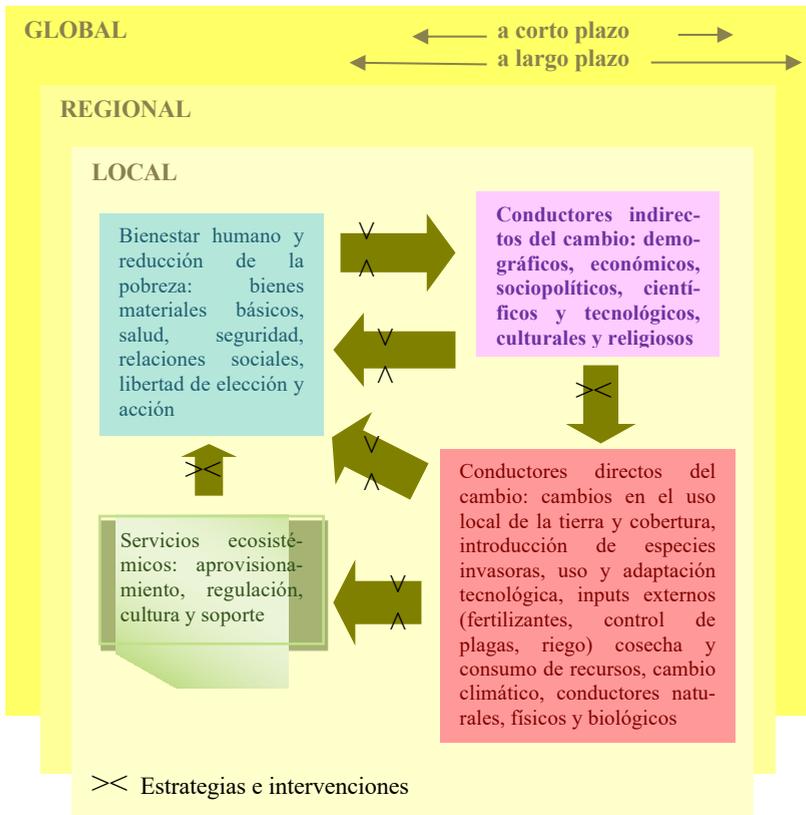


Fuente: MEA (2005)

cioeconómicos, culturales, tecnológicos y otros factores medioambientales, siendo a su vez afectados los ecosistemas por cambios en el bienestar humano. Los cambios en los impulsores que afectan indirectamente a la biodiversidad como, por ejemplo, la población, la tecnología y el estilo de vida (esquina superior derecha de la figura), pueden conducir a cambios en conductores que afectan directamente a la biodiversidad, como la captura de peces o la aplicación de fertilizantes (esquina inferior derecha). Estos cambios a su vez dan lugar a cambios en los ecosistemas y en los servicios que proveen (esquina inferior izquierda), afectando al bienestar humano. Estas interacciones pueden tener lugar en más de una escala, y pueden cruzar escalas. Por ejemplo, una demanda internacional (ámbito global) de madera puede conducir a una pérdida regional (ámbito regional) de la cubierta forestal, lo que aumentaría la magnitud de una potencial inundación del tramo de río que pasa por una determinada localidad (ámbito local). Del mismo modo, las interacciones pueden tener lugar en diferentes escalas de tiempo. Es posible actuar en los diferentes puntos de este marco mediante el empleo de diferentes estrategias e intervenciones para mejorar el bienestar humano y conservar los ecosistemas.

A partir de este esquema básico, otros autores (Brun, 2002; Fisher, Turner y Morling, 2009) han desarrollado el ámbito conceptual y la clasificación de los servicios del ecosistema a efectos de facilitar la toma de decisiones. La gestión de los bosques conlleva tomar decisiones que habitualmente necesitan de un intercambio entre diferentes funciones y servicios. Intercambios que unas veces suponen una ganancia para los individuos, y en otras una pérdida. Los métodos y técnicas existentes, ya sean en términos de valoración económica o en términos de indicadores, ayudan a la toma de decisiones desde diferentes perspectivas. Las

Figura 13.4. Interrelación entre biodiversidad, servicios del ecosistema, bienestar humano, y agentes del cambio



Fuente: MEA (2005)

especies ya sean vegetales o animales desempeñan una variedad de funciones desde el punto de vista físico, químico, biológico o natural que son neutrales al ser humano; no obstante, los servicios que reportan son reconocidos desde el punto de vista económico por el ser humano y por el conjunto de la sociedad, tal y como es posible apreciar en las Figuras 13.3. y 13.4.

13.3.2. Antecedentes en la valoración económica de los servicios multifuncionales de los bosques

Los activos ambientales como es el caso que vamos a tratar en el siguiente apartado no tienen un mercado explícito por lo que no se puede hablar de precio propiamente dicho cuando calculamos su valor. Digamos que no hay un oferente del bien y un demandante que pague por adquirirlo. Además, ocurre que los precios de mercado, cuando existen, no recogen el valor social (cultural, artístico, natural, recreativo, etcétera). No obstante, es el dinero el patrón que nos permite evaluar el grado de satisfacción, de utilidad o pérdida de bienestar que nos pro-

porciona un bien en comparación con otros bienes (Pearce y Turner, 1995). Todos estos factores anteriormente mencionados integran el derecho de propiedad de quiénes lo poseen que, en este caso, es la comunidad constituida por los actuales usuarios, no usuarios, y los potenciales usuarios. Al generar la existencia de estos bienes unos efectos externos que derivan en costes y beneficios, el criterio de la eficiencia económica de la economía del bienestar obliga a valorarlos correctamente al objeto de lograr una asignación eficiente de los recursos (Coase, 1960; Pearce y Turner, 1995). Los bosques como activo ambiental constituyen un bien complejo debido a la multitud de funciones que desempeñan. Así pues, no es tarea fácil valorar cada una de estas funciones de manera independiente. En el bosque podemos observar los servicios ecosistémicos a los que se refiere la Figura 13.3. En los bosques se haya la función de aprovisionamiento relacionada básicamente con el suministro de materias primas (recursos vegetales, forestales, hídricos, etcétera); también cumple con la función de regulación (absorción de CO₂, regulación del ciclo de agua, conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, etcétera). La función de soporte la encontramos en la formación y conservación de los suelos mediante el aporte de nutrientes. Finalmente, los bosques cumplen una función cultural integrada por usos recreativos, de ocio, educativos, etcétera. Riera y Mogas (2006) llevaron a cabo una aplicación del método de los experimentos de elección (*choice experiments*) a efectos de obtener los valores asociados (cantidad anual a pagar por un determinado tipo de forestación) a cambios potenciales en las funciones recreativas (circular en coche, recoger setas y hacer picnic), de absorción de CO₂ (absorción anual) y de prevención de la erosión, asociado a un programa de forestación en Cataluña. Este método al igual que el método de valoración contingente se basa en las preferencias declaradas por la persona entrevistada ante diferentes alternativas de elección. La principal diferencia con respecto al método de valoración contingente es que cada alternativa de elección que se presenta a la persona encuestada contiene un conjunto de atributos; mientras que, en valoración contingente cada mejora constituye una opción que requiere de una aplicación individualizada del método. De los resultados obtenidos se concluye que los parámetros tienen los signos esperados. Así, recoger setas, practicar el picnic en los nuevos bosques, y la absorción de CO₂, son factores que afectan positivamente a la utilidad; mientras que, la posibilidad de circular en coche en los nuevos bosques, el aumento de la erosión si no se reforesta, así como el precio a pagar, disminuyen la utilidad de la persona. La constante del modelo es positiva lo que indica que manteniendo constante todos los demás parámetros, la utilidad de reforestar es mayor que si el proyecto no se lleva a cabo. Teniendo en cuenta las disposiciones marginales a pagar resumidas en la Tabla 13.3 del trabajo de Riera y Mogas (*op. cit.*) se deduce que el ciudadano medio de Cataluña estaría dispuesto a pagar anualmente 4,35 euros para poder hacer picnic en los bosques propuestos; 5,77 euros para poder recoger setas; 4,17 euros anuales por una reducción de CO₂ equivalente a las emisiones que produce al año una ciudad de 100.000 habitantes; 0,02 euros para que el suelo sea productivo un año más, y se le tendría que compensar anualmente en 8,63 euros para que los vehículos circulen por los nuevos bosques.

Tabla 13.3: Disposiciones marginales a pagar (Euro de 1999)

Variable	Disposición marginal a pagar
Picnic	4,35
Coche	-8,63
Setas	5,77
CO ₂	0,0000417
Erosión ⁶	-0,02

Fuente: Riera, P. y Mogas, J. (2006: 114)

Otro ejemplo de valoración ambiental más próximo a nuestra geografía es el trabajo de León, C. J. (1996). En este caso, se aplica el método de valoración contingente a efectos de obtener los valores de preservación de las áreas de Gran Canaria cuales son: Cuenca de Tejeda, Cumbres, Tamadaba e Inagua. En total la superficie a evaluar asciende a 28.000 hectáreas. Las encuestas se llevaron a cabo durante el último trimestre de 1993, telefónicamente. La muestra final se compuso de 493 observaciones seleccionados aleatoriamente por estratos según la edad, sexo y censo de población, y una vez depuradas aquellas observaciones con datos omitidos para algunas variables explicativas. El 97% de los encuestados habían visitado el área objeto de estudio por lo que estaban familiarizados con la zona a evaluar. Usando funciones propias de los *modelos de supervivencia* se llegan a los siguientes resultados. La mediana de la *función lognormal* es de 4.456 pts. Valor que multiplicado por la población adulta de la isla de Gran Canaria genera un beneficio social total de 2.255 millones de pts. (13.522.823 euros). En la Tabla 13.4 se muestran los diferentes valores de media y mediana obtenidos según la función de distribución considerada, siendo más recomendable el valor mediano que la media pues presenta la ventaja de no verse afectada por los valores extremos de la muestra, y además, es coherente con la regla de la mayoría como criterio de bienestar social en la toma de decisiones públicas.

Tabla 13.4: Disposiciones marginales a pagar (Euro de 1999)

Distribución	Mediana	Media
Weibull	5.193	12.545
Lognormal	4.456	16.539
Gamma	4.014	—
loglogística	4.500	66.922
Exponential	7.892	11.386

Fuente: León, C. J. (1996: 114)

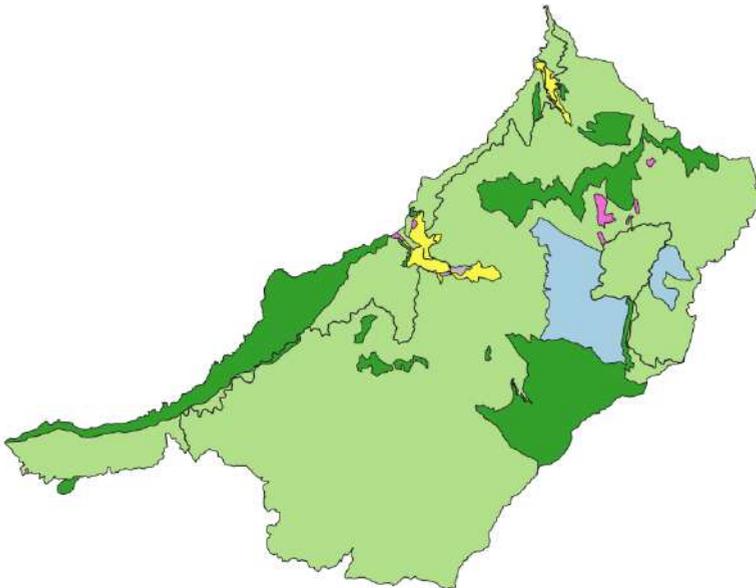
⁶ La descripción de esta variable en el cuestionario es «disminución de la erosión», y las alternativas disponibles son: improductivas en 100 años; 300 años; 500 años; 700 años.

No es objeto de este capítulo hacer una revisión exhaustiva de todos los análisis realizados en este ámbito pues existe una abundante literatura al respecto tanto a nivel nacional como internacional. No obstante, se han mostrado dos ejemplos cercanos a la materia objeto de análisis en este capítulo.

13.4. Ejemplo de valoración económica: Parque Natural de Tamabada

El *Parque Natural de Tamadaba* en la isla de Gran Canaria cuenta con una superficie de 7.538,6 hectáreas repartidas en tres municipios que se configuran como *Área de Influencia Socioeconómica*, cuales son Agaete (39,2%), Artenara (43,3%) y San Nicolás de Tolentino (17,5%). Todo el ámbito del espacio tuvo en el pasado la consideración de *Área de Sensibilidad Ecológica* por cuanto la finalidad de protección del parque natural es la preservación de los recursos naturales que alberga para el disfrute del uso público, la educación y la investigación científica de forma compatible con la conservación (Figura 13.5). El Parque que se extiende sobre una buena parte del noroeste de la isla se caracteriza por el macizo formado por las

Figura 13.5. Zonificación del Parque Natural de Tamadaba en Gran Canaria



Fuente: Banco de Datos del Gobierno de Canarias (2020)

Zona de uso especial		Zona de uso general	
Zona de uso tradicional		Zona de uso moderado	
Zona de uso restringido		Zona de exclusión	

montañas de *Tirma*, *Altavista* y *Tamadaba*. En la costa destacan los acantilados del *Andén Verde* y *Faneque*. Se considera compatible de manera excepcional la localidad de *El Risco* y los usos agrícolas tradicionales que se allí se practican. Entre los servicios ecosistémicos que fundamentan su protección destacan la recarga del acuífero, la protección de los suelos, facilitar el desarrollo de biocenosis terrestres y litorales y el mantenimiento de la biodiversidad del archipiélago canario.

En el artículo 10 del *Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de Tamadaba* (PRUG de Tamadaba), aprobado por la Comisión de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias en abril de 2003, se establecen como objetivos del PRUG de Tamadaba:

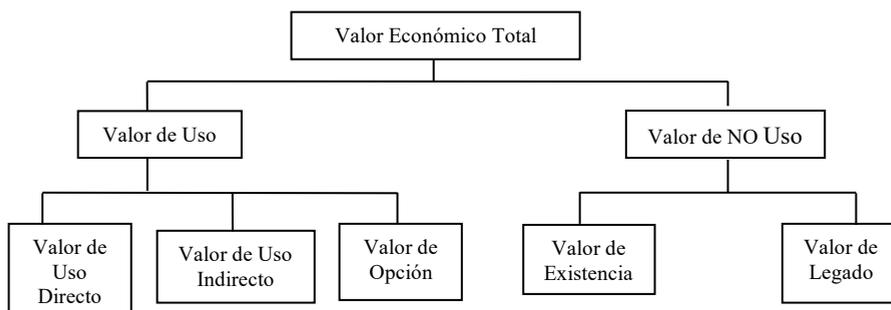
- Garantizar la conservación y protección de los recursos naturales y los ecosistemas presentes en el parque natural.
- Promover la restauración de los ecosistemas degradados.
- Proteger las cuencas hidrológicas y garantizar la recarga del acuífero.
- Conservar la calidad visual del paisaje y restaurar las zonas degradadas y eliminar los impactos.
- Garantizar la conservación y protección del patrimonio arqueológico y etnográfico.
- Regular y promover los usos relacionados con el disfrute público, la educación, la divulgación y la investigación científica de forma compatible con la conservación.
- Compatibilizar la conservación, protección y mejora de los recursos naturales y culturales con el posible uso económico de los mismos con criterios de sostenibilidad y endogeneidad que posibiliten la mejora de las condiciones de vida de los habitantes del Parque en aquellos asentamientos exceptuados por la Ley.

En este contexto, la finalidad de la valoración es contar con un referente en términos monetarios que nos permita realizar comparaciones inter-temporales e inter-espaciales a efectos de su gestión en el ámbito público. La valoración del espacio nos permite, por ejemplo, cuantificar la pérdida de capital natural por sucesos imprevistos como catástrofes naturales o incendios forestales; la cuantificación nos permite establecer prioridades a efectos de asignar recursos públicos para su conservación y gestión; la cuantificación nos permite evaluar la compensación necesaria o la recuperación del capital natural por daños, entre otras muchas utilidades. La valoración económica de un activo ambiental es un referente del bienestar que proporciona a la sociedad, pues es en términos monetarios como habitualmente solemos expresar nuestras preferencias al adquirir un bien o servicio en el mercado, según sea la utilidad que nos proporciona o la necesidad a satisfacer.

Conscientes de las dificultades con las que nos encontramos a efectos de aplicar los más sofisticados métodos de valoración de la calidad ambiental, tanto sea por la falta de datos disponibles de carácter público, como por las limitaciones financieras para la obtención de los datos y su tratamiento, así como por la propia necesidad de valorar todos y cada uno de los componentes que integran el valor económico total, es por lo que se opta por un método multicriterio a efectos de ilustrar el potencial

valor monetario que se deriva de un espacio natural como es el caso del *Parque Natural de Tamadaba*. En esta ocasión se realiza un ejemplo sencillo con unas pocas encuestas a efectos de ilustrar la aplicación de la metodología a un caso concreto. Ello permite a los tomadores de decisiones públicas distribuir las asignaciones presupuestarias hacia las áreas de mayor valor social, o bien, compensar las pérdidas de capital natural en otras áreas de interés social. El valor económico total de un activo ambiental está integrado por el valor de uso directo, el valor de uso indirecto, el valor de opción o cuasi-opción, el valor de existencia y el valor de legado. El objetivo del análisis realizado en este apartado es obtener el valor económico total del *Parque Natural de Tamadaba*, utilizando para ello el método multicriterio de elección discreta de Saaty (1980) expuesto en el segundo apartado de este capítulo. En todos los casos, la *ratio de consistencia* resultado de las encuestas queda por debajo del 0,05, procediendo a una segunda vuelta, cuando así fue necesario. Los vectores propios se obtienen del tratamiento de los datos en el software libre «*Superdecisions*». Dado que se opta por un panel de expertos homogéneo no ha sido necesario aplicar la programación por metas ponderada, siendo suficiente la media geométrica de los vectores propios para la obtención de un vector agregado. La valoración económica que se pretende llevar a cabo responde a la jerarquía de la Figura 13.5.

Figura 13.6. Jerarquía en dos niveles para el cálculo del VET



Para el cálculo del valor de uso directo definido como aquél que se obtiene directamente de la explotación de los recursos naturales del espacio, se toma como referencia la zonificación y el régimen específico de usos previsto en el *Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de Tamadaba* (B.O.C nº 196 de 2003). Conforme a este régimen de usos se estima una renta potencial, teniendo en cuenta lo previsto en el *Real Decreto 1492/2011, de 24 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de valoraciones de la Ley de Suelo* y el *Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana*, a los efectos de obtener un valor mínimo del suelo próximo al valor de indemnización conforme se prevé en los preceptos legales anteriormente mencionados (Tabla 13.5). El valor directo así obtenido será el valor sobre el que pivoten los restantes valores, usando para ello los pesos de ponderación del panel de expertos. Se sigue este procedimiento a efectos de obtener el *valor económico total del espacio*, teniendo en cuenta no sólo los valores de uso (directo, indirecto y opción), sino también, los valores de no uso (existencia y legado) (Aznar y Guijarro, 2012; Aznar y Guitart, 2015).

Tabla 13.5. Valoración del Uso Directo (Euro de 2019)

Tipología de zona	Finalidad	Valor económico (€)
Zona de exclusión (397,6 ha.)	Uso para fines científicos o de conservación (art.12 PRUG)	11.904.529,67
Zona de uso restringido (1.276,5 ha.)	Reducido uso público (art.13 PRUG)	38.219.648,20
Zona de uso moderado (5.714,3 ha.)	Uso público, forestal y agrario (art.14 PRUG)	171.091.684,87
Zona de uso tradicional (94,6 ha.)	Usos agrarios tradicionales (art.15 PRUG)	8.497.246,34
Zona de uso de uso especial (7,1 ha.)	Asentamientos rurales o urbanos preexistentes (art.17 PRUG)	18.777.600
Zona de uso de uso general (48,5 ha.)		126.488.000 €
Valor total de uso directo		374.978.709,08

Fuente: Elaboración propia

Para la obtención del valor de los restantes usos (indirecto y de opción o cuasi-opción), así como, los valores de no uso (legado y existencia) se configura un panel de expertos que asigna, mediante el empleo de unos cuestionarios, unos pesos de ponderación a efectos de establecer una jerarquía entre los distintos valores que configuran el valor económico total del parque natural. Los resultados de los juicios del panel de expertos, ya agregados, se muestran en la Tabla 13.6.

Tabla 13.6. Ponderación final de los componentes del Valor Económico Total

Valores	Valores USO/NO USO		VUD/VUI/VO/CO_VE/VL		
	Vector agregado	Vector normalizado	Vector agregado	Vector normalizado	Ponderación final
VUD			0,12	0,14	0,063
VUI	0,38	0,45	0,53	0,60	0,270
VO/CO			0,23	0,26	0,117
VE			0,33	0,39	0,214
VL	0,47	0,55	0,52	0,61	0,336
Total	0,85	1			1

Nota: VUD=valor de uso directo; VUI= valor de uso indirecto; VO/CO= valor de opción o cuasi-opción. VE=valor de existencia; VL=valor de legado.

Cada experto establece su propia priorización con respecto a los distintos usos que integran el valor económico total. Lo vectores propios obtenidos de la matriz de juicios de cada experto se integran mediante la media geométrica cuando se trata de un panel de expertos homogéneo a efectos de obtener una única priorización, como es el caso que nos ocupa. Este vector propio único se normaliza por la suma. A partir de este vector de priorización, y tomando como referencia el valor de uso directo, se obtienen los demás valores.

Tabla 13.7. Valor Económico Total según sus componentes

Valores	Ponderación	Valor en Euros
Uso Directo	0,063	374.978.709,08
Uso Indirecto	0,270	1.607.051.610,34
Opción/cuasi-opción	0,117	696.389.031,15
Existencia	0,214	1.273.737.202,27
Legado	0,336	1.999.886.448,43
Valor Económico Total del Parque Natural de Tamadaba		5.952.043.001,27

Así pues, resulta un valor económico total del Parque Natural de Tamadaba de 5.952 millones de euros con datos para el cálculo del uso directo correspondientes al año 2018, comparables relativamente con los 2.881 millones de euros del valor económico total del Parque Natural de L'Albufera en Valencia usando datos para el cálculo del uso directo correspondientes al año 2005 (Aznar y Guisarro, 2012). Hay que tener en cuenta lo elevado del canon de arrendamiento agrícola en Canarias con respecto al resto del territorio español, y también, el diferente momento temporal al que vienen referidas las valoraciones. Para hacernos una idea, la media del canon agrícola en España para el año 2018 es de 154 €/ha; mientras que, en Canarias la media es de 1.119,40 €/ha. Por lo tanto, se parte de un valor de uso directo en términos de valor mínimo de indemnización por hectárea bastante más elevado en Canarias que con respecto al resto de España.

En una fase ulterior sería deseable ampliar el análisis al detalle de los servicios ecosistémicos que presta el parque natural en el marco de cada tipo zona y uso, distribuyendo espacialmente los valores monetarios, lo que nos aportaría información muy útil a efectos de la gestión del espacio y de la toma de decisiones con el fin, por una parte, de minimizar los impactos ambientales de determinadas actuaciones, así como, por otra parte, compatibilizar la conservación de determinadas áreas con las rentas directas que proporciona el parque. El valor económico de las funciones y servicios que presta el parque natural según qué zonas nos daría idea de la pérdida de bienestar en caso de pérdida de las mismas, como también, nos permitiría priorizar las inversiones según el valor económico de las funciones y servicios, y según qué áreas, del parque natural.

13.5. Reflexiones finales

La gestión de un territorio conlleva la difícil tarea de determinar las actividades y usos del suelo compatibles con su grado de protección y conservación. Esta gestión habitualmente se lleva a cabo al amparo de un marco jurídico como es el caso de los espacios naturales protegidos. Alcanzar el equilibrio entre el uso del espacio, su conservación y su protección no es tarea fácil pues es evidente que, si tratamos de evitar la co-gestión de los espacios naturales para un mejor disfrute de los mismos y una mejor conservación, se genera, por otra parte, la insatisfacción de aquellos que no pueden acceder, si impusiéramos limitaciones de acceso. Esta realidad social, económica y ambiental es la que impulsa la toma de decisiones públicas en el ámbito de la gestión de los espacios naturales en la búsqueda de un equilibrio que maximice el bienestar de todos. Constituye aún hoy un reto en el ámbito de la toma de decisiones de inversión en proyectos públicos de conservación las *preferencias temporales* de forma que se asigne mayor prioridad al futuro beneficio procedente de la conservación de los recursos naturales frente a la inmediatez del beneficio económico de otro tipo de proyectos públicos que generan beneficios a más corto plazo. La valoración económica de los servicios multifuncionales de los bosques entraña una enorme complejidad que se ha venido abordando desde el ámbito de la economía ambiental, y desde otras disciplinas, con el objetivo de alcanzar una mayor eficiencia en la gestión de los recursos naturales. Ninguno de estos métodos está exento de crítica, bien sea por los sesgos que se pueden producir en la obtención de los valores, bien sea por lo limitado de su alcance. En cualquier caso, son una herramienta útil para evaluar el grado de alcance que distintas alternativas de inversión pública pueden generar en el bienestar social. Por tanto, permiten realizar comparaciones entre diferentes alternativas de inversión proporcionando un criterio para su priorización, teniendo en cuenta lo limitado de los recursos presupuestarios. El ejemplo de valoración económica que se lleva a cabo en este capítulo respecto al *Parque Natural de Tamadaba*, mediante el uso de un método multicriterio de elección discreta conocido como el método de las jerarquías analíticas de Saaty, resulta relativamente sencillo por cuanto partimos de un trabajo ya hecho; cual es el conocimiento al detalle de los distintos tipos de zonas, y régimen de usos, además de contar con la inestimable colaboración de un panel de expertos conocedores del espacio protegido desde sus diferentes ámbitos profesionales como investigadores, gestores y planificadores del espacio. Queda abierta la posibilidad de realizar futuros análisis del valor económico que aportan las diferentes funciones y servicios de este espacio natural, o cualesquiera otro. Desde esta perspectiva resulta útil al gestor del espacio una comparativa de las estimaciones económicas a efectos de planificar las futuras inversiones públicas, a efectos de proporcionar mayor protección a las áreas de mayor valor económico o de mayor interés social, según sea el caso. Resulta útil a efectos de determinar las adecuadas compensaciones monetarias para recuperar el patrimonio natural dañado. La valoración económica de los activos ambientales, no exenta de críticas y dificultades, es una vía para la toma de conciencia del valor social del patrimonio natural.

13.6. Referencias

- Aznar Bellver, J. y Estruch Guitart, A. V.(2015). *Valoración de activos ambientales*. Valencia: Universitat Politècnica.
- Aznar Bellver, J. y Guijarro Martínez, F. (2012). *Nuevos métodos de valoración: modelos multicriterio*. Valencia: Universitat Politècnica.
- Azqueta Oyarzun, D. (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*. Madrid: McGraw-Hill.
- Azqueta Oyarzun, D. y Pérez y Pérez, L. (1996). *Gestión de espacios naturales. La demanda de servicios recreativos*. Madrid: McGraw-Hill.
- Barba-Romero, S. y Pomerol, J. (1997). *Decisiones Multicriterios: Fundamentos teóricos y utilización Práctica*. Madrid: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá, Colección de Economía.
- Bateman, I. J., *et al.*, (2011). «Making Benefit Transfers Work: Deriving and Testing Principles for Value Transfers for Similar and Dissimilar Sites Using a Case Study of the Non-Market Benefits of Water Quality Improvements Across Europe». *Environmental and Resource Economics*, vol. 50, p. 365-387.
- Brun, F. (2002). «Multifunctionality of mountain forests and economic evaluation». *Forest Policy and Economics*, vol. 4,p. 101-112.
- Cardells Romero, F. y Hernández Alemán, A. (1999). «Aplicación del método de las jerarquías analíticas a la valoración del uso recreativo de los espacios naturales de Canarias». *Medio Ambiente Canarias*, nº 13, p. 18-20.
- Coase, R. H. (1960). «The problem of social cost». *The Journal of Law and Economics*, vol. 3, October, p. 1-44.
- Cornes, R. y Sandler, T. (1986). *The theory of externalities, public goods and club goods*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Desvousges, W. Naughton, M. y Parsons, G. (1992). «Benefit transfer: conceptual problems in estimating water quality benefits using existing studies». *Water Resource Res.*, vol. 28, p. 675-683.
- Faith, D. P. y Walker, P. A. (1996). «Integrating conservation and development: effective tradeoffs between biodiversity and cost in the selection of protected areas». *Biodiversity and Conservation*,vol. 5, p. 431-446.
- Fisher, B., Turner, R. K. y Morling, P. (2009). «Defining and classifying ecosystem services for decision making». *Ecological Economics*, vol. 68, nº3, p. 643-653.
- Freeman, A. M. (1979). *The benefits of environmental improvement: theory and practice*. Resources for the future, Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Gobierno de Canarias (2003). *Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de Tamadana*.B.O.C. nº 100, de 27.5.03.
- Hajkowicz, S. (2007). «Allocating scarce financial resources across regions for environmental management in Queensland Australia». *Ecological Economics*, vol. 61, p.208-216.
- Hernández Alemán, A. (2011). «Valoración de la monumentalidad de tres ejemplares de palmera canaria a través del método multicriterio AHP». *Revista Montes*, nº105, p. 12-20.

- Holmes, T. P., Wiktor, L. A. y Fredrik, C. (2017). «Choice experiments» en Champ *et al.* (eds.) *A Primer on Nonmarket Valuation*. USA.
- Lancaster, K. J. (1996). «A new approach to consumer theory». *Journal of Political Economy*, vol. 74, p. 132-157.
- León, C. (1996). «Double Bounded Survival Values for Preserving the Landscape of Natural Parks». *Journal of Environmental Management*, vol. 46, nº2, p. 103-118.
- León, J. C., Araña, E. J. y Hernández Alemán, A. (2014). «CO₂ Emissions and tourism in developed and less developed countries». *Applied Economics Letters*, vol. 21, nº16, p. 1169-1173.
- Linares P. y Romero, C. (2002). «Aggregation of preferences in an environmental economics context: a goal programming approach». *Omega*, vol. 31, p. 89-95.
- Mesa, P., Martín-Ortega, J. y Berbel, J. (2008). «Análisis multicriterio de preferencias sociales en gestión hídrica bajo la Directiva Marco del Agua». *Economía Agraria y de los Recursos Naturales*, vol. 8, nº2, p. 105-126.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystem and human well-being: biodiversity synthesis*. Washington, USA: World Resources Institute.
- Mogas Amorós, J. y Pere Riera, M. (2005). «El valor de la fijación de carbono en los programas de forestación». *Boletín Económico de ICE* nº 2834, p. 13-28.
- Moreno, J., Aguarón, J. y Esacobar, U. (2001). «Metodología Científica en Valoración y Selección Ambiental». *Pesquisa Operacional*, vol. 21, nº 1, p. 1-16.
- Munda, G. (2004). «Social multi-criteria evaluation: Methodological foundations and operational consequences». *European Journal of Operational Research*, vol. 158, p. 662-677.
- Munda, G. (2005). «Measuring sustainability: a multi-criterion framework». *Environment, Development and Sustainability*, vol. 7, p. 117-134.
- Munda, G. (2006). «Social Multi-Criteria Evaluation for urban sustainability policies». *Land Use Policy*, vol. 23, p. 86-94.
- Pearce, D. W. y Turner, R. K. (1995). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Madrid: Editorial Celeste.
- Riera, P. (1994). *Manual de valoración contingente*. Madrid: Instituto de Estudios Fiscales.
- Riera, P. y Mogas, J. (2006). «Una aplicación de los experimentos de elección a la valoración de la multifuncionalidad de los bosques». *Interciencia*, vol. 31, nº2, p. 110-115.
- Rodríguez García, L. *et al.*, (2016). «La valoración de los servicios ecosistémicos en los ecosistemas forestales: un caso de estudio en Los Alpes Italianos». *Bosque*, vol. 37, nº1, p. 41-52.
- Romero, C. (1993): *Teoría de la decisión multicriterio: Conceptos, técnicas y aplicaciones*. Madrid: Alianza Editorial.
- Romero, C. (1997). *Economía de los recursos ambientales y naturales*. Madrid: Alianza Editorial, 2ª Edición.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw Hill.

Anexo: Cuestionario

Introducción

Entendiendo el valor como la capacidad de un bien o servicio para satisfacer una necesidad o proporcionar bienestar o deleite, se van a definir a continuación todos los valores que integra un bien ambiental. Debe quedar claro que el valor económico que se persigue obtener en ningún caso se debe identificar con el precio el cual resulta de la libre confluencia entre ofertantes y demandantes de bienes y servicios. Escenario que no tiene lugar cuando se trata de bienes ambientales por cuanto carecen de un mercado explícito para el intercambio. El VALOR ECONÓMICO TOTAL de un bien ambiental está integrado por los VALORES DE USO y VALORES DE NO USO.

- 1. Valor de uso (V.U.).**-Es el valor de los bienes y servicios que obtienen las personas que utilizan el bien ambiental como instrumento; **1.1.** bien sea, explotando directamente los recursos naturales (cultivo agrícola, explotación ganadera, explotación forestal, etc.), obteniendo de ello un valor de mercado o precio, dando lugar a lo que se conoce como **valor de uso directo (V.U.D.)**; **1.2.** bien sea, usando el espacio de forma indirecta mediante la prestación de servicios que carecen de valor comercial o precio (fijación de CO₂, retención de nutrientes, retención de suelo, recarga de acuíferos, apoyo a otros ecosistemas, disfrute de áreas recreativas, etc.), dando lugar a lo que se conoce como **valor de uso indirecto (V.U.I.)**; **1.3.** bien sea, porque se desconoce el potencial uso del espacio natural en el futuro (uso medicinal de la flora y fauna, etc.) y su pérdida produce en la persona una pérdida de bienestar por lo que asigna un valor a estos potenciales usos futuros inciertos o probables. Es lo que se conoce como **valor de opción o cuasiopción (V.O.)**. Por tanto, el valor de uso está integrado por el valor de uso directo más el valor de uso indirecto más el valor de opción (valor de no cerrar la posibilidad de una futura utilización del bien) o cuasiopción⁷.
- 2. Valor de NO uso (V.N.U.):** Es el valor que tienen los activos ambientales para determinadas personas, que no tiene que ver con el uso del espacio. Es un valor que no está ligado al uso. Los dos atributos fundamentales de este valor son: el **valor de existencia (V.E.)** y el **valor de legado (V.L.)**. El **valor de existencia** se refiere al valor que asignan determinadas personas que no son usuarios/as del espacio ni piensan serlo pero valoran positivamente el hecho de que el bien exista. Su desaparición ocasionaría pérdida de bienestar aunque no lo usen ni piensen hacerlo en el futuro. Relacionado con este concepto estaría, por ejemplo, el uso para el desarrollo de investigaciones. Preservar un entorno, un ecosistema, una especie permite preservar un laboratorio para la experimentación y la investigación. El **valor de legado** constituye el valor que asignan las personas a un bien ambiental justificado en el deseo de preservar un determinado bien para su disfrute por parte de las generaciones futuras (altruismo intertemporal).

Así pues, los valores que tratamos de obtener responden al siguiente esquema:

⁷ Es un concepto algo más complejo que el valor de opción pero ambos tienen en común la incertidumbre que en este caso tiene que ver con respecto a la irreversibilidad de la adopción de decisiones erróneas del decisor bien sea por la falta de conocimientos científicos con respecto al impacto de la decisión; bien sea por la falta de información.

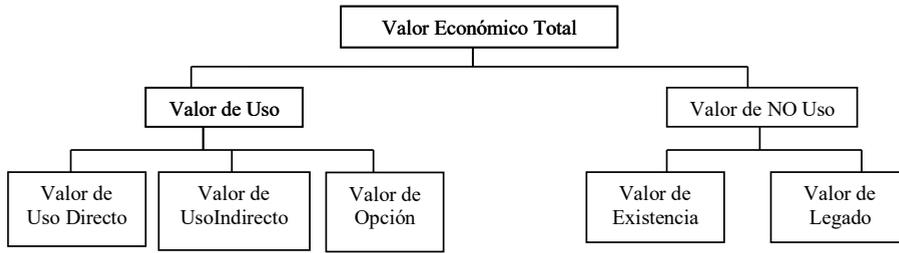


Foto 1: Iván Hernández Cazorla



Foto 2: Bergwel



Foto 3: Rüdiger Marmulla

Provincia: Las Palmas. Fecha de creación: 1987.

Nº Localidades: Agaete, Artenara y la Aldea de San Nicolás.



Su mayor singularidad es la red de barrancos, escarpes y macizos de esta zona que configuran un paisaje erosivo de contrastes, donde se pueden identificar elementos naturales de notable interés geomorfológico. En Tamadaba se encuentra uno de los pinares naturales mejor conservados de la isla, de notable eficacia en la captación hidrológica. Otros biosistemas bien conservados son los de barrancos y los cardonales y tabaibales de zonas bajas, además de los hábitats de escarpes. En los riscos de Guayedra se encuentran varias especies amenazadas, algunas de las cuales son exclusivas de este lugar. Además determinadas especies de aves endémicas y amenazadas encuentran en los pinares áreas idóneas de nidificación. Desde un punto de vista cultural, también destacan algunos caseríos aislados y semiabandonados, y la importancia arqueológica de zonas como El Risco y el valle de Guayedra. Todo el espacio, exceptuando un sector en la localidad de El Risco, fue considerado como área de sensibilidad ecológica. Este espacio ha sido declarado zona de especial protección para las aves⁵ relativa a la Conservación de las Aves Silvestres.¹ El sector costero, desde La Aldea hasta Agaete está considerado punto de interés geológico porque permite «visualizar la parte externa de la caldera de Tejeda, con zonas de alteración hidrotermal (Los Quemados) y muestras de las facies sálicas que desbordaron la caldera (El Risco)». Dentro del ámbito territorial del parque natural existe una gran variedad de hábitats en los que se desarrollan comunidades vegetales de notable valor ecológico y más de 200 especies vegetales. Hasta 16 de estos hábitats son considerados prioritarios por la Directiva Hábitats y en ellos destaca el fuerte componente endémico y la presencia de especies en peligro de conservación. Dentro de los endemismos existen 6 especies que son exclusivas del parque, la mayor parte de ellas especies rupícolas, 33 endemismos de Gran Canaria y 64 del archipiélago canario. La fauna es igualmente notable, destacando especialmente las aves y los reptiles. Entre las aves sobresalen dos joyas de la avifauna canaria como es la presencia del pico picapinos grancanario y del pinzón azul de Gran Canaria. En toda el área del Parque pero especialmente en las zonas bajas se pueden observar el lagarto gigante grancanario e igualmente la lisa de cola verde o azul. Los invertebrados, mucho más numerosos pero más difíciles de percibir, presentan un alto grado de endemismos, desde los ampliamente representados como el saltamontes áptero grancanario hasta el escarabajo endémico, exclusivo de la playa fósil de Punta de las Arenas. Allí donde aparecen playas litorales, especialmente en la Estancia del Manso y en la Punta de las Arenas, estas están formadas por dunas móviles.

Resumen de servicios y productos ambientales y socioeconómicos del PN Tamadaba	
Atributos ambientales y socioeconómicos	Productos ambientales y de tipo comercial
Hábitats naturales representativos de los sistemas ecológicos de Canarias: pinar natural, cardonales-tabaibales, hábitats de escarpe	Retención de CO ₂
Ecosistemas acuáticos	Recarga de acuíferos
Especies exclusivas de flora y fauna	Protección contra el cambio climático
Vertebrados e invertebrados endémicos	Depuración de aguas
Avifauna propia	Explotación de biomasa
Asentamientos tradicionales	Recursos agrícolas, ganaderos, forestales
Labores artesanales	Servicios culturales
Oferta de ocio y recreo	Patrimonio natural
Actividades tradicionales de agricultura, ganadería, cinegéticas, hidrológicas.	Diversidad biológica
Paisajes naturales	Recursos minerales, recursos hídricos
Presencia de estructuras geomorfológicas y formaciones singulares	Actividades de turismo: senderismo, visitas guiadas...
Yacimientos paleontológicos	Productos locales
Captación hidrológica	Servicios de Investigación y educativos
Pinar natural	Explotación pesquera
Importancia arqueológica: Risco Caído	Usos recreativos: zona de camping, playas,...
Importancia arqueológica: Valle de Guayedra	

Métodología de valoración

De los distintos métodos multicriterio existentes utilizaremos el Método de las Jerarquías Analíticas de Saaty (Analytic Hierarchy Process o AHP) propuesto a principios de los años 70 (Saaty, 1972) y desarrollado posteriormente. Este método es flexible y permite múltiples aplicaciones. En este caso, se empleará para ordenar un problema valorativo. Para el establecimiento de las prioridades se hacen juicios mediante pares de comparaciones, es decir, se comparan los elementos por parejas desde el punto de vista del criterio. La matriz de comparación de los pares de juicios se rellena mediante números que representan la importancia relativa de un elemento respecto de otro bajo ciertas características.

Escala Fundamental de Comparaciones de Pares de Juicios

Grado de Importancia	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Dos actividades que contribuyen igualmente al objetivo.
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio de una actividad son ligeramente favorables a los de la otra.
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio de una actividad están a su favor fuertemente sobre la otra.
7	Importancia muy fuerte	Una actividad es favorecida sobre la otra muy fuertemente; su dominio está demostrado en la práctica.
9	Importancia extrema	La evidencia favorable de una actividad sobre la otra es del orden más alto posible de afirmación.
2,4,6,8	Para compromisos entre los valores anteriores	Algunas veces se necesita interpolar un juicio numérico de compromiso porque no hay cifras buenas para describirlo.
1,1-1,9	Para actividades vinculadas	Cuando los elementos están muy próximos y casi no se distinguen, si la diferencia es mínima (1,1) y si es máxima, dentro de la moderación, (1,9).

CUESTIONARIO

Encuestado n°:

Nombre y apellidos:

Formación académica:

Profesión:

(Nota: los datos se tratarán de forma anónima)

A. Matriz_Tipo1 (2x2)_Criterios:

P.1.: De acuerdo con la **escala de Saaty**, y en relación con el **PN Tamadaba** ¿Qué criterio tiene más importancia a efectos de determinar el valor económico total: el valor de uso o el valor de no uso?. Y ¿cuánto más importante es de acuerdo con la escala de Saaty?. Poner el grado en la fila 1, columna 2.

	valor de uso	valor de NO uso
valor de uso	1	
valor de NO uso		1

B. Matriz_Tipo 2 (3x3)_Atributos_Criterio 1:

P.2.1: De acuerdo con la **escala de Saaty**, en relación con el **PN Tamadaba**,y teniendo en cuenta el **valor de uso**: ¿Qué atributo del mismo tiene más importancia a efectos de determinar el valor de uso: el valor de uso directo o indirecto?.Y ¿cuánto más importante es de acuerdo con la escala de Saaty?. Poner el grado en la fila 1, columna 2.

P.2.2: De acuerdo con la **escala de Saaty**, en relación con el **PN Tamadaba**,y teniendo en cuenta el **valor de uso**: ¿Qué atributo del mismo tiene más importancia a efectos de determinar el valor de uso: el valor de uso directo o de opción?.Y ¿cuánto más importante es de acuerdo con la escala de Saaty?.Poner el grado en la fila 1, columna 3.

P.2.3: De acuerdo con la **escala de Saaty**, en relación con el **PN Tamadaba**,y teniendo en cuenta el **valor de uso**: ¿Qué atributo del mismo tiene más importancia a efectos de determinar el valor de uso: el valor de uso indirecto o de opción?.Y ¿cuánto más importante es de acuerdo con la escala de Saaty?. Poner el grado en la fila 2, columna 3.

	valor de uso directo	valor de uso indirecto	valor de opción o cuasiopción
valor de uso directo	1		
valor de uso indirecto		1	
valor de opción o cuasiopción			1

C. Matriz_Tipo 3 (2x2)_Atributos_Criterio 2

P.3.: De acuerdo con la **escala de Saaty**, en relación con el **PN Tamadaba**,y teniendo en cuenta el **valor de NO uso**: ¿Qué atributo del mismo tiene más importancia a efectos de determinar el valor de NO uso: el valor de existencia o el valor de legado?. Y ¿cuánto más importante es de acuerdo con la escala de Saaty?.Poner el grado en la fila 1, columna 2.

	valor de existencia	valor de legado
valor de existencia	1	
valor de legado		1

Muchas gracias

Capítulo 14

La importancia de los eventos deportivos en nuestro medio natural

JESÚS BARRANCO REYES
Ingeniero de Montes

14.1. El fenómeno

El sector de los eventos deportivos en el medio natural ha sufrido un gran cambio en los últimos quince años. Lo que parecía una explosión puntual, una oferta ampliada de la práctica colectiva de deporte como mera forma de ocio esporádico, ha evolucionado hasta convertirse en un subsector económico por sí mismo. Una fuente complementaria de ingresos para áreas rurales, y una plataforma de ocio consolidada en zonas con carencias en este aspecto. Un valor estratégico, articulado fundamentalmente alrededor de la organización de eventos de carácter competitivo, aunque este aspecto sea solo un factor complementario de su atractivo.

A la expansión del running, tanto urbano como en el medio rural, en todas sus modalidades (Trail, etc.) le acompañó el MTB/BTT, una modalidad ciclista que llevaba largo tiempo siendo asociativa, pero que vio ampliado y consolidado su calendario de pruebas. De igual manera, las travesías a nado en aguas abiertas se dispararon en casi cualquier región costera o con acceso a láminas de agua transitables. Se alega, en ocasiones, que ninguna de las anteriores disciplinas es novedosa, que todas contaban con pruebas bandera, un elevado número de practicantes, y circuitos bien establecidos. Y es cierto. Pero eso no ha evitado la expansión, continuada o a impulsos, del sector, con la proliferación de innumerables eventos de bajo o medio perfil, y la aparición de múltiples aspirantes al grupo selecto de «pruebas reina» de cada deporte.

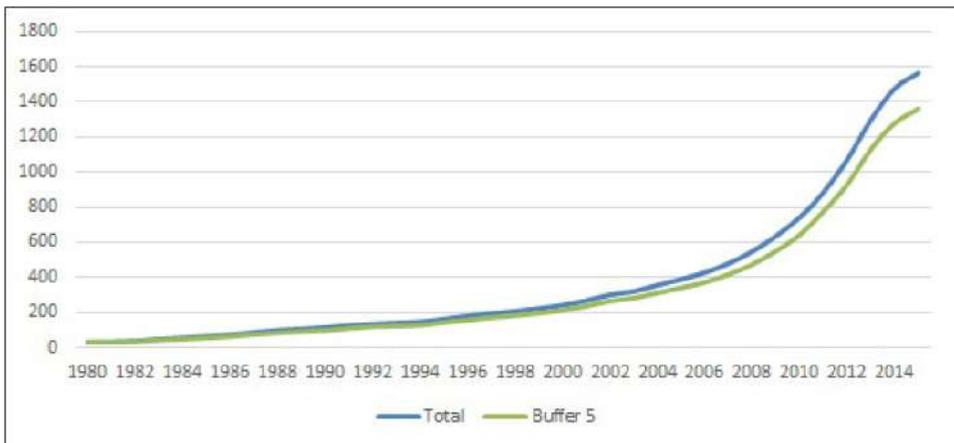
A este trío de actividades destacadas (Trail running, BTT y natación en aguas abiertas) y combinaciones asociadas (triatlón) hay que añadir una plétora de deportes más o menos populares, veteranos o de reciente aparición, que han generado sus propios calendarios de forma paralela. Parapente, surf, windsurf, kayak, kilómetros verticales, carreras de obstáculos... Actividades relacionadas o completamente independientes, estructuradas en federaciones exclusivas o compartidas, e incluso objeto de debate entre distintas instituciones o asociaciones. Toda ellas, no obstante, compartiendo al menos varias características.

- La configuración del medio natural como escenario principal de la práctica deportiva.
- La puesta en valor de elementos particulares y globales del paisaje como parte esencial del atractivo del evento deportivo, en tanto el participante interactúa de una u otra manera con ellos.
- La puesta en valor de condiciones y características del escenario natural, ajenas a la interacción o discurrir del evento, en tanto el participante es conocedor o ha sido informado de las singularidades del mismo.
- La incorporación del carácter agreste del entorno como un parte fundamental de la experiencia.

Ninguno de estos factores ha sido óbice para su desarrollo. Es más, el último de los factores puede considerarse, de facto, uno de sus principales atractivos. Su popularidad ha atraído crecientemente a patrocinadores (sponsors) y colaboradores, y su impacto económico sobre las poblaciones y áreas afectadas, si bien en ocasiones pueda verse sobreestimado, ha sido indudable. Tanto de forma directa, fruto de la celebración de los eventos (inscripciones, transporte, alojamiento, manutención...), como indirecta (comercios y servicios asociados a la actividad, el consumo complementario por parte de los inscritos y sus acompañantes, las visitas turísticas, la promoción del destino a través de medios generalistas y especializados, y un largo etc.)

Algunos autores hablan de un marco poliédrico de beneficios potenciales, a diferentes niveles: individual (ej. incremento de la práctica de actividades físico-deportivas, oportunidades para acercarse al medio natural, etc.); social (ej. posibilidad de una mayor sociabilización, etc.); medioambiental (ej. revalorización del medio natural y rural como tal en el caso de una buena gestión del mis-

Figura 14.1. Número y evolución de las carreras de trail running y marchas por montaña en la Red Natura 2000 en España



mo, etc.) o económico (ej. estímulo en el desarrollo local y económico de determinados lugares, etc.)¹

No obstante, a la par que su crecimiento se disparaba, la importancia de la seguridad en su estructura se ponía de relevancia. Por un lado, por el número de incidentes (casi-accidentes) y accidentes, impulsado por el aumento estadístico de participantes.

Por otro, por la aparición de modalidades de riesgo, y la búsqueda de escenarios y recorridos que representen un mayor desafío, en busca de la diferenciación o la singularidad, dentro de un mercado cada vez más competitivo, y dónde el crecimiento de participantes ha sido constante, pero también lo ha sido en la oferta.

14.2. El valor

La importancia de la práctica del deporte en la naturaleza dista mucho de verse constreñida por los límites de los eventos deportivos, competitivos o no, que se organizan en este entorno. Su valor como forma de interacción, disfrute y comunión con la naturaleza excede esta tipología tan específica. Su práctica de forma individual o asociativa se ha convertido en una de las grandes formas de uso público de nuestros montes. El número de deportistas se ha incrementado de forma notable en los últimos años de forma autónoma, aunque ese incremento se ha visto potenciado, de forma notable, por la proliferación de los eventos señalados.

Aun así, se trata de un fenómeno relevante no solo en su carácter cuantitativo, sino también el carácter cualitativo de la experiencia, y en su importancia para aquellos que la practican.

Entonces, ¿por qué insistir reiteradamente en la importancia de los grandes eventos, especialmente los competitivos? La respuesta es sencilla: por el valor económico que aportan.

14.2.1. El turista y la naturaleza

Durante décadas hemos trabajado en pos de obtener formas de rentabilizar económicamente la conservación de la naturaleza, como forma de riqueza compatible con la sostenibilidad. La monetarización de sus intangibles ha sido uno de los grandes campos de estudio de la economía ambiental, avanzando en su comprensión financiera, y elaborando múltiples modelos de aplicación. Por desgracia, la riqueza de este marco teórico no siempre se ha podido traducir en la implantación de modelos de capitalización efectivos. Se han desarrollado experiencias exitosas, otras que no lo fueron tanto, y algunas que apenas se pueden clasificar como experimentos.

¹ Farias-Torbidoni, E.I., Seguí Urbaneja, J., Ferrer, R., Dorado V. (2018). Carreras de trail running y marchas por montaña en España. Número, evolución e incidencia sobre la Red Natura 2000. Pirineos, 173, e034. <https://doi.org/10.3989/pirineos.2018.173001>

Figura 14.2. Campaña de promoción turística vinculada al disfrute de valores naturales



Fuente: Gobierno de Canarias

En términos globales, la vinculación del patrimonio natural a la actividad turística, de forma directa o indirecta, ha sido uno de los grandes avances en este campo, y el que de forma más efectiva traduce el valor de la conservación en empleo y desarrollo económico paralelo. Canarias no ha sido una excepción, y desde los inicios del llamado *turismo rural* en las islas, la relevancia de la conservación de nuestro medio natural, con especial atención a nuestros montes, ha ido in crescendo. En gran medida, a pesar de la estudiada segmentación del mercado turístico canario, la relevancia de los valores ambientales de nuestro entorno en general, y de nuestros montes en particular, ha ido difuminando algunos de sus límites. El interés por la naturaleza de las islas no queda ya restringido a los formatos de turismo rural, de naturaleza, o ecoturismo, sino que se promociona de cara al turista general.

En algunos casos específicos, como el de las islas más occidentales (La Palma, La Gomera y El Hierro), sus bosques se encuentran entre los principales atractivos esgrimidos por parte de las instituciones promotoras en las ferias turísticas, incluidas las generalistas.

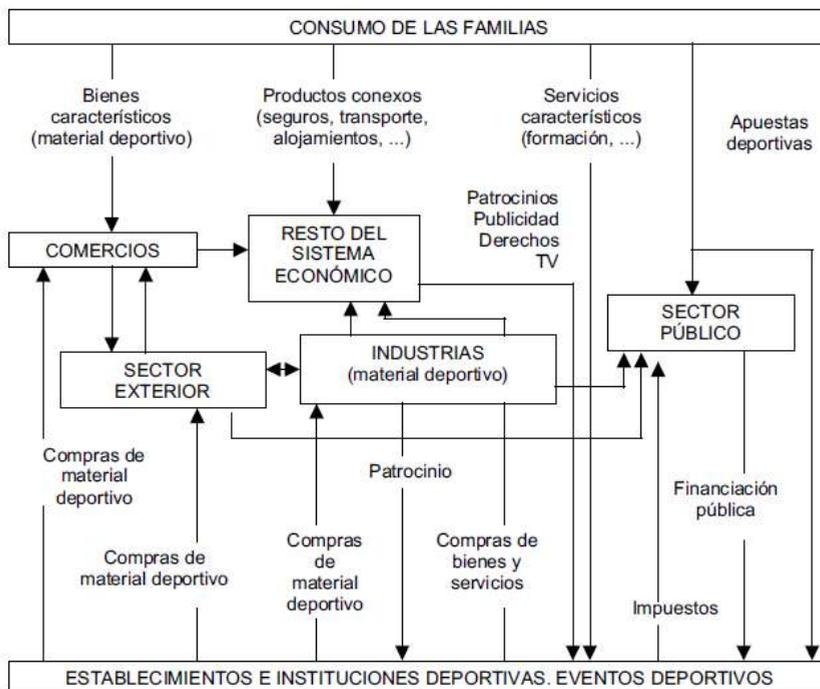
Los esfuerzos se han dirigido a ser capaces de establecer una relación económica directa entre ese valor y las poblaciones de destino.

14.2.2. *Homo ludens*

Los eventos deportivos en el medio natural han logrado establecer un nuevo paradigma al respecto. Se establecen nuevas relaciones económicas con el territorio, se modifica la estacionalidad al uso, y se generan retornos diversos. Más

allá de las metodologías empleadas, el efecto dinamizador de estos eventos es muy relevante en determinadas zonas forestales.

Figura 14.3. Ingresos generados por los eventos deportivos



Fuente: Otero Moreno et al. (2000, p 17)

En general:

- Atraen a un número importante de participantes, muchos de los cuales se desplazan desde el exterior, en un nuevo formato de turismo deportivo.
- Existe una relación indisoluble entre el valor y estado de conservación del medio natural por el que transitan, y la disposición a participar en el evento.
- Además, esta vinculación es visualizable y demostrable de forma tangible. Genera ingresos extraordinarios, pero recurrentes, en su entorno, especialmente en hostelería y restauración. Esto facilita su puesta en valor de cara a la población local, y fomentan la conservación activa.
- La utilización de los mismos entornos por participantes que entrenan para el evento, o lo utilizan de forma ocasional, generando visitas fuera de la temporada del evento.
- Ejercen una labor secundaria de promoción de las masas forestales por las que transcurren.
- Permiten justificar económicamente la gestión de áreas de uso público, y otras infraestructuras adaptadas para esta tarea, como senderos, pistas, etc.

- Fomentan el uso regular de las infraestructuras de uso público, configurándose como una modalidad alternativa de ocio, que acerca a los usuarios a un modo de vida saludable, y a una mayor y mejor comprensión del medio natural.

14.3. Gestión adaptada

Hasta ahora, muchos de los instrumentos de gestión que han incorporado el desarrollo de eventos deportivos en nuestro medio natural, y especialmente en bosques y espacios naturales protegidos en general, lo han hecho desde el punto de vista defensivo. Con toda lógica, puesto que es imposible omitir la necesidad de establecer mecanismos de protección ante el uso inapropiado que puede producirse por la confluencia de participantes, y la existencia de modalidades y prácticas deportivas inexcusablemente agresivas. Se hace necesaria la limitación en espacio, tiempo, forma y carga de determinadas actividades, así como el establecimiento de áreas y vías específicas para las mismas. Pero debemos actualizar un articulado que, en la mayoría de las ocasiones, no contemplaba la realidad presente del sector. No anticipaba su desarrollo ni su magnitud, sus ventajas potenciales, ni su configuración como herramienta de desarrollo rural.

Nuestra interpretación del fenómeno debe trascender de este enfoque limitado.

La oportunidad que brindan los eventos deportivos en el medio natural no puede pasar desapercibida. Se trata de un formato de uso público tan especial que requiere una aproximación específica y proactiva. Por un lado, para incorporar los factores de agresión potencial que pueden representar, sin duda. Pero, por otro, y de forma principal, para considerar sus demandas y potencialidades a nuestros modelos de gestión.

Debemos superar la consideración de esta faceta como complementaria del uso público general. Nuestra gestión debe contemplar sus particularidades, planificando en consecuencia no solo la estacionalidad, sino la tipología de las actuaciones. Deben establecerse espacios y fórmulas de uso que los faciliten y los fomenten. Que establezcan nodos de tránsito, servicios asociados, y alternativas. Que establezcan una regulación clara en lo referente a condiciones de uso, y requisitos de cumplimiento exigentes, pero asumibles, por parte de la organización profesional de las actividades. Que valoren la necesidad de que los formatos de autoprotección de dichos espacios sean compatibles con la planificación de la seguridad de los eventos.

14.4. Conclusión

Si bien los instrumentos de ordenación y gestión que se desarrollan en la actualidad ya contemplan el uso público en sus diferentes modalidades, es necesario incorporar de forma activa el sector de los eventos deportivos en el natural.

Debe fomentarse la adaptación de las infraestructuras forestales a su práctica, y establecer elementos de señalización e interpretación que lo faciliten. La planificación debe contemplar una regulación explícita y compatible con su desarrollo.

Además, nuestra implicación nos debe permitir ser parte integradora del desarrollo del sector, y con ello intervenir en la orientación y sostenibilidad de las actividades que lo componen. Ya no como enemigos, sino como partícipes. Iniciativas como la *Green Sport Flag*², de la Asociación del Deporte Español, pueden ir orientando el camino, cerrando el ciclo, al permitir que los eventos capitalicen también su implicación en la conservación.

Nos corresponde dar ese paso. Por responsabilidad. Por coherencia gestora. Pero, sobre todo, porque conocemos las alternativas. Ya las hemos recorrido. No podemos cerrar las puertas a un perfil de actividades por el hecho de que, como todo uso público, plantee ciertos inconvenientes. Esta es una condición que sabemos ponderar. A cambio, nos ofrece la oportunidad de añadir desarrollo económico y vínculo emocional a la conservación de nuestros bosques. Establecer una correlación tangible entre nuestra labor de conservación, y el bienestar de las poblaciones cercanas, que tanta influencia tienen en la consecución de nuestros objetivos.

Es una recompensa que merece, sobradamente, el esfuerzo.

Referencias bibliográficas

- Baena Extremera, A. y Baena Extremera, S. (2003). «Tratamiento didáctico de las actividades físicas organizadas en el medio natural, dentro del área de educación física». *Revista digital-Buenos Aires* N° 61.
- Caballero, P. (2005). *Guía de Autoprotección del Visitante*. Parque Nacional de Sierra Nevada, Ministerio de Medio Ambiente
- Cuello Gijón, A. (2005). *Impacto Ambiental de las actividades físico-deportivas en el entorno*. Congreso Nacional de Educación Física y Medio Ambiente.
- Farias-Torbidoni, E.I., Seguí Urbaneja, J., Ferrer, R., Dorado V. (2018). «Carreras de trail running y marchas por montaña en España. Número, evolución e incidencia sobre la Red Natura 2000». *Pirineos*, 173, e034.
- Green Cross España y Fundación Biodiversidad (2007). *Estrategia Nacional sobre Deporte y Sostenibilidad*».
- Green Cross España y Consejo Superior de Deportes (2007). *Carta Verde del Deporte Español*.
- Green Cross España (2008). *Guía de Medio Ambiente y Sostenibilidad, aplicados a los deportes no olímpicos*». Fundació Barcelona Olímpica y Fundació Ernest Lluch.
- Lasunción, Francisco X. (2011). «El Deporte no educa, es un medio para la educación a educar». *Revista Pedagógica Adal*, 22, 24-28.

² <https://www.rfeh.es/presentado-el-proyecto-green-sport-flag/>

- Nasarre, J. (2006). *Naturaleza y uso Público: panorámica actual de las regulaciones*. Congreso Nacional de Medio Ambiente.
- Pedrosa Sanz, R. y Salvador Insúa, J.A. (2003). «El Impacto del deporte en la economía: problemas de medición» *Revista Asturiana de Economía*. RAE nº26.
- Pinos Quilez, Martín (1997). *Actividades Físico-deportivas en la naturaleza*. Editorial Gymnos.
- Pinos Quilez, Martín (1997). *Actividades y Juegos de Educación Física en la naturaleza*. Editorial Gymnos.
- Rebollo Rico, S. y Feriche Fernández-Castanys, B. (2002). «Problemática medioambiental y práctica deportiva». *Revista digital-Buenos Aires* Nº 45.
<<https://doi.org/10.3989/pirineos.2018.173001>> [Consulta: 16 de enero de 2020]
- Turismo de Canarias. Sección de Actualidad. <<https://turismodeislascanarias.com/es/actualidad/canarias-intensifica-su-actividad-promocional-durante-enero-y-febrero-en-16-paises/>> [Consulta: 15 de enero de 2020]

Capítulo 15

Evolución y retos de la precipitación horizontal en los montes canarios

THEO HERNANDO OLMO
Ingeniero Técnico Agrícola

15.1. La captación de agua de niebla o «precipitación horizontal»

El fenómeno natural conocido como «*lluvia o precipitación horizontal*» se puede describir como la interceptación por parte de obstáculos, naturales o artificiales, de las minúsculas gotas de agua líquida que forman nieblas y que normalmente no precipitan debido a su tamaño, logrando su coalición y posterior precipitación al pie de dicho obstáculo.

Estas nieblas han de ser dinámicas para poder ser captadas, es decir, moverse con el viento, por lo que este fenómeno suele originarse por nubes bajas, normalmente de origen marino, que impactan contra el relieve al ser arrastradas por los vientos y, en la mayoría de los casos, asociadas a estabilidad atmosférica (anticiclones). Por tanto, las nieblas de advección (estáticas), características de zonas interiores continentales formadas durante noches frías, con cielos despejados y sin viento, en áreas de riberas de ríos u otras masas de agua, no son susceptibles de una captación efectiva, al menos en los términos que en este capítulo serán expuestos.

Además de ser un valioso recurso hídrico natural para la vegetación en zonas influenciadas por estas nieblas, con los actuales sistemas de captación artificiales también puede considerarse como un complemento hídrico a los recursos ya existentes, en el desarrollo de actividades humanas y medioambientales.

En territorios asilados, abruptos y con escasos recursos hídricos (sin cursos de agua y escasos nacientes) como es el caso de las Islas Canarias, es primordial la búsqueda de sistemas para la obtención de agua de alta calidad de forma sostenible.

La agricultura y el consumo urbano son los sectores más demandantes de agua en Canarias. La presión humana sobre los recursos hídricos subterráneos de las islas, sobre todo en las de mayor número de habitantes y visitantes, está ocasionando una sobre explotación de los acuíferos, derivando en una disminución cualitativa y cuantitativa del agua extraída. Actualmente, en la isla de Tenerife el balance hídrico insular es negativo, es decir, se extrae o regresa al mar una

mayor cantidad de agua dulce de la que se recarga por la infiltración de las precipitaciones, según datos del Consejo Insular de Agua de Tenerife (2018). A estas circunstancias se añade la actividad volcánica natural de las islas, que genera concentraciones elevadas de bicarbonatos y otras sales como las de flúor en las aguas subterráneas, más elevadas en función a la cercanía a los focos de actividad.

Los sistemas de desalinización de agua de mar y la reutilización de aguas residuales han aliviado en gran manera los problemas de suministro en las zonas costeras, donde se concentra más población y actividades. Cabe destacar que las islas de Fuerteventura y Lanzarote dependen prácticamente al 100% de estos recursos industriales. Sin embargo, en medianías y zonas altas de las islas más montañosas, siguen existiendo problemas en cantidad y calidad del agua derivados de la propia orografía y sus fuentes hídricas.

Resulta evidente que, si bien son numerosos los estudios e investigaciones realizados sobre la precipitación horizontal y sus aprovechamientos a nivel mundial, aún hoy queda mucho por explorar con el objeto de cuantificar certeramente la importancia de este recurso en los balances hídricos subterráneos, su importancia medioambiental y su potencial como recurso hídrico de aplicación en ámbitos humanos.

Gracias a grandes investigadores y expertos mundiales que a continuación se comentarán, poco a poco conocemos más acerca de este misterioso, apasionante y casi olvidado recurso hídrico.

15.1.1. Antecedentes

Desde antiguo, el ser humano ha sabido adaptarse a las condiciones más severas para la vida, siendo el agua el factor primordial para el desarrollo de una comunidad. En zonas con alta escasez de agua es donde el ingenio se ha tenido que agudizar más para resolver este problema básico para la supervivencia.

Existen muchas referencias históricas en el mundo sobre el aprovechamiento del agua de las nieblas. En este caso, destacaremos dos altamente significativas por su trascendencia histórica: Los pastores del desierto de Atacama en Chile y el Árbol Garoé en la isla de El Hierro, en las Islas Canarias.

Pastores de Atacama

El desierto de Atacama es el lugar más árido de la Tierra, no obstante, en sus franjas costeras existen elevaciones donde las nieblas influyen prácticamente todos los días del año sin llegar a precipitar, pero donde la vegetación arbustiva consigue la suficiente humedad como para desarrollarse. Las comunidades humanas de estas zonas son en su mayoría pescadores aunque también ganadera tradicional. Fue esta ganadería extensiva la que agravó la desertización de la zona al eliminar, progresivamente, la poca vegetación existente.

Los pastores, conocedores de su entorno, extendían sus mantas por la noche para que se empaparan del agua de las nieblas, de forma que, por la mañana, podían obtener algo de agua para beber y lavarse.

Partiendo de esta increíble adaptación al medio, entre los años 60 y 90 del siglo XX, investigadores de la Universidad Católica del Norte (Chile) comenzaron a estudiar, probar y desarrollar sistemas artificiales para la captura del agua de las «camanchacas» (como denominan a estas nieblas costeras), con el objeto de ayudar al desarrollo de estas pequeñas comunidades humanas.

Construyeron y probaron multitud de formas, filamentos, mallas, disposiciones y ubicaciones, todo de forma autodidacta y artesanal, contando con muy pocos recursos económicos y técnicos. Durante dos décadas, desarrollaron desde pequeños captadores hechos a base de filamentos de nylon hasta grandes estructuras poliédricas. Se dieron cuenta que bajo las duras condiciones climáticas a las que se debían de enfrentar, las estructuras más sencillas eran las que menos problemas de mantenimiento daban, por lo que terminaron decantándose por el diseño hoy conocido como «captadores planos o atrapanieblas tipo chileno». Unos sistemas muy sencillos pero eficientes consistentes en dos postes de madera verticales que sustentan una malla extendida de forma horizontal colocada de forma perpendicular a los vientos costeros. El agua captada por las mallas cae hasta un canalón colocado en la parte inferior. De aquí, el agua obtenida se conduce por gravedad mediante tuberías hasta un depósito de almacenamiento.

Fue en los años 80 y, sobre todo los 90, cuando se hicieron grandes proyectos para el abastecimiento de comunidades enteras, hecho que propició un alto interés mediático y una auténtica revolución investigadora a nivel mundial. Chile, Perú y España han sido los países con mayor número de experiencias demostrativas sobre la captación de agua de las nieblas con captadores planos y donde han surgido varias generaciones de investigadores.

Los grandes precursores de estos proyectos, como el de abastecimiento del poblado de Chungungo y El Tofo (1991), fueron A. Acosta Baladón, R. Espejo, C. Espinoza y, más adelante, pero con mayor repercusión internacional, P. Cereceda y R. Schemenauer. Estos últimos fueron los investigadores que implementaron un sistema de medición de captación de niebla estándar denominado Standard Fog Collector «SFC», con el fin de poder comparar los datos obtenidos en estudios por todo el planeta de forma normalizada.

Esta normalización nunca se ha conseguido del todo, ya que otros investigadores empleaban pluviómetros u otros elementos de medición, pero si permitió la comparativa en distintas localizaciones y el estudio detallado de los factores influyentes en la captación.

Cabe resaltar el ímpetu y esfuerzo de todos estos investigadores, muchos de ellos autodidactas y con recursos muy limitados (muchos propios) que, movidos por su pasión, generaron una verdadera revolución en este sector y que han ayudado a miles de personas en todo el mundo a tener acceso al agua en sus hogares.

En Canarias. El Árbol Garoé

Crónicas del S. XVI cuentan y evidencian la existencia de un árbol en la pequeña isla canaria de El Hierro, de cuyas hojas y ramas manaba gran cantidad de agua, incluso para abastecer a la población entera de la isla y su ganado.

La isla no cuenta con manantiales ni cursos de agua permanentes durante todo el año, y según algunos relatos, es la única isla de Europa donde llegaron a morir personas de sed. En estas condiciones extremas, no es de extrañar que los bimbaches, habitantes precolombinos de la isla, adoraran a este árbol al que llamaban Garoé, o árbol santo, por el fruto que de él manaba, el agua, vital para su supervivencia.

Figura 15.1. Representación del árbol fuente Garoé de J. Hinton, Londres, 1748



Fuente: Darias y Padrón (1988)

No existe acuerdo entre los diversos autores sobre si el árbol Garoé, descubierto por Juan de Bethencourt entre 1.402 y 1.405 era un til (*Ocotea foetens*) o un laurel (*Laurus azorica*). El árbol original fue destruido por una tormenta y en su lugar se plantó un tilo que aún permanece y puede visitarse en el pueblo de San Andrés.

El primero que realiza una descripción detallada del fenómeno, entremezclando la observación con la interpretación religiosa, fue el padre Bartolomé de Las Casas, en el siglo XVI. Leonardo Torriani (1.597) se refirió al Garoé diciendo: «... éste detiene la niebla con sus numerosas ramas y hojas, que se empapan como si fuera guata y, no pudiéndola conservar en forma de vapores, las convierte en gotas que recaen espesísimas en el foso».

Los bimbaches realizaron huecos en la tierra y rocas en las cercanías de la copa del árbol que se llenan totalmente y que se empleaban como albercas.

La explicación técnica de porqué del Árbol Garoé manaba agua tiene que ver con los factores que influyen en la captación de niebla y que se desarrollarán en este capítulo.

El Garoé se encuentra a casi mil metros de altitud, muy cerca del mar, en la cabecera de un barranco orientado al Norte. Además, el árbol se emplaza en una semi oquedad natural de piedra. La niebla avanza a gran velocidad y es conducida en su ascensión debido al barranco (*efecto disparo*) justo hasta la ubicación del árbol. Éste posee una gran copa con ramas extendidas y hojas alargadas y perennes. Por todo esto, se convierte en el obstáculo perfecto para las gotas de la niebla.

Otras experiencias en Canarias

En 1.948, D. Tadeo Casañas, un vecino y agricultor del pueblo donde se haya el Garoé, San Andrés, tras un periodo prolongado de sequía, ideó un sistema para recoger el agua captada por 14 brezos (*Erica arborea*) situados en el monte Ventijis, que canalizaba empleando hojas de pitera (Agave americana) y recogía en bidones en su parcela. Llegó a obtener 14 litros por minuto durante las noches con niebla abundante.

Durante las reforestaciones de la Corona Forestal en Tenerife, los audaces ingenieros Ceballos y Ortuño (1952-76) prestaron atención a las particularidades del clima en la Isla, que sirvieran para apoyar las labores de regeneración de los bosques y describieron el comportamiento del «mar de nubes» durante el año y la captación de agua de algunas especies vegetales.

Franco Kämmer fue el gran precursor del conocimiento en la materia con su publicación *Clima y vegetación en Tenerife con especial atención a la precipitación de niebla*, (1974), en la que estudió la importancia del perfil, volumen y constitución de la superficie de los obstáculos naturales como «factores determinantes en la captación de agua de niebla».

En Canarias se empezaron a realizar estudios con atrapanieblas a mediados de los años 80 gracias al investigador Luis Santana (1987) quien instaló varios de éstos en La Palma y Tenerife, sustituyendo las mallas plásticas por planchas metálicas perforadas. En sus investigaciones, caracterizó profusamente la estructura de la troposfera en el archipiélago y los condicionantes de mayor relevancia para la captación de nieblas, estableciendo sobre plano las áreas con mayor influencia de nieblas en las islas occidentales.

Un poco más adelante, durante los años 90, se realizaron numerosas investigaciones y publicaciones de carácter científico empleando SFC en Canarias, gracias a la investigadora de la Universidad de La Laguna M^a V. Marzol, tanto en solitario como junto a su equipo de colaboradores habituales, como P. Dorta o P. Valladares. En ellas, caracterizaron ampliamente los factores y condicionantes más importantes en la captación de agua de las nieblas en Canarias.

La gran importancia de la labor desarrollada por Marzol y su equipo es que, por primera vez, se registraron gran cantidad de datos de volúmenes de agua

obtenidos y se referenciaron con datos climáticos como humedad relativa, velocidad y dirección del viento, horas de presencia de nieblas y un largo etc., caracterizando ampliamente distintas ubicaciones. Cabe mencionar el detalle de descripción del origen y comportamiento del «mar de nubes», tanto estacional como incluso horario, que han ayudado enormemente a comprender el origen del recurso hídrico, su importancia y el comportamiento del clima en Canarias.

Sus estudios se centraron casi en exclusiva en tres zonas en Tenerife: el macizo de Anaga, la dorsal central y el macizo de Teno, por ser las zonas con mejores condicionantes geo-climáticos en la isla para la captación de nieblas. La actividad docente e investigadora de este equipo ha generado una gran difusión social en este campo. Actualmente, continúan realizando proyectos y asesorando en proyectos internacionales.

Otros pequeños grupos de investigación surgieron a posteriori. Se puede destacar la labor del grupo de hidrología del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA) con los doctores C. Regalado y A. Ritter y sus investigaciones en la materia en el P.N de Garajonay en La Gomera y en Tenerife.

El autor de estas líneas, T. Hernando, también quiso contribuir con sus investigaciones y experiencias, (2002-2018) en el desarrollo de sistemas de captación optimizados, su utilización, su divulgación y conocimiento general.

También el Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo, de la mano de M.J. Estela, ha realizado ensayos y propuestas de proyectos sobre captación de nieblas en toda la costa mediterránea, aunque sin mucha difusión de los datos obtenidos.

J.J. Braojos, en su libro «*La nube, el pino y la otras lluvia*» (2015), es la última referencia bibliográfica publicada sobre la materia en Canarias. En éste, J.J. Braojos realiza por primera vez, una metodología matemática para permitir evaluar el potencial de captación de agua de niebla en la isla de Tenerife y definir su importancia en los recursos hídricos de la isla. Además, realiza un recorrido minucioso por los estudios realizados en las islas y pormenoriza los datos de éstos de forma brillante, llegando a conclusiones y definiciones técnicas hasta ahora inéditas.

Lamentablemente, son pocos los adelantos técnicos desarrollados hasta la fecha. Sólo en el sector privado han aparecido algunas experiencias cuyo objetivo, ya no sólo se centraba en el conocimiento del recurso, sino también en el desarrollo de nuevos sistemas de captación y su optimización. De estos y otros sistemas se hablará con detalle más adelante.

15.2. Tipos de nieblas. El mar de nubes en Canarias

15.2.1. Origen del fenómeno

Las nieblas son sistemas coloidales compuestos de gotas de agua (fase líquida) y partículas sólidas, como motas de arena, polvo o sales procedentes del spray

marino, formados por la condensación del vapor de agua atmosférica sobre estos núcleos higroscópicos o *núcleos de condensación*. Debido a la reflexión de la luz en las gotas de agua se produce una reducción de la visibilidad mensurable denominándose, según su densidad, como niebla, neblina o bruma.

En las nubes, la cantidad de agua condensada es de entre 10^{-2} y 4 g/m^3 (García Prieto et al., 1960). En el caso de las nieblas, producidas por nubes bajas, la cantidad de agua es algo inferior, conteniendo entre 10^{-4} y 2 g/m^3 , aunque el valor promedio es próximo a $0,2 \text{ g/m}^3$ (Santana Pérez, 1987).

Los investigadores principales que han descrito la dinámica del mar de nubes en Canarias han sido; Ceballos y Ortuño (1952,1976) quienes describieron inicialmente las oscilaciones altitudinales de la capa nubosa, Santana (1987), quien detalló la estructura de la troposfera inferior en Canarias y sus características y, finalmente, Marzol et al. (1988-2002) y Valladares (1996) que estudiaron y detallaron estadísticamente la variación altitudinal de la capa de nubes, su espesor y su presencia a nivel estacional e incluso diaria.

15.2.2 Tipos de Nieblas. El «mar de nubes» en Canarias

Los diferentes tipos de niebla se diferencian por los condicionantes que llevan a su formación, cuyo resultado, en todos los casos, es la condensación del vapor de agua contenido en el aire. De esta forma, se puede diferenciar entre:

- *Nieblas de radiación*. Producidas durante las horas nocturnas, cuando el suelo pierde calor a través de la emisión de radiación infrarroja en noches con cielo despejado y sin viento. Con estas condiciones, se produce la condensación en los primeros metros de aire más cercano al suelo, a través del proceso de conducción de calor. Este tipo de niebla es común en otoño en los países de clima templado, usualmente tiene un espesor de 1 metro, aunque puede elevarse y suelen ser episodios de corta duración disipándose a media mañana.
- *Nieblas de advección*. Producidas por el movimiento de una masa de aire húmedo sobre una superficie, normalmente oceánica, más fría.
- *Nieblas de ladera*. Cuando una masa de aire húmedo sopla ladera arriba y el enfriamiento adiabático es suficientemente fuerte para mantener la saturación del aire. Este tipo de nieblas también pueden producirse cuando la base de una nube, o una nube baja, choca contra las montañas, denominándose entonces como «nieblas orográficas».

En Canarias, las nieblas orográficas son las más frecuentes y las que presentan unas mejores condiciones para la captación de agua. Forman una capa nubosa delgada retenida por la orografía de las islas de mayor relieve, dando lugar al fenómeno conocido como «mar de nubes».

Aunque la nubosidad asociada a inestabilidad, además de lluvia también pueden generar nieblas en zonas altas (unos 30 días al año), son las nubes de origen

anticiclónico las que, por su mayor constancia y regularidad a lo largo del año (200-250 días al año), generan la mayor cantidad de agua procedente de las nieblas.

El «mar de nubes»

El «mar de nubes» es una capa nubosa (estratocúmulos) de baja altitud y limitada en su parte superior. Los factores que explican su formación no son exclusivos de Canarias, siendo extensibles a otras áreas del planeta como las costas de: Perú, Chile, México, California, Hawaii, Azores, Madeira, Marruecos, Cabo Verde, Sudáfrica o Namibia, entre otros.

Estas regiones están bañadas por una corriente marina fría y se encuentran en áreas influenciadas por una circulación atmosférica dominada por la existencia de un anticiclón, tanto en superficie como en altura.

Esta nubosidad se forma sobre el océano gracias a la temperatura sobre enfriada del agua y la generación de gran cantidad de núcleos de condensación (partículas de sal) procedentes del spray marino. Avanza arrastrada por los vientos de dirección NE-SO (Alisios) generados por el anticiclón.

Figura 15.2. Mar de nubes en la isla de Tenerife



Fuente: T. Hernando (2008)

Su forma plana en la parte superior se explica por la limitación vertical que produce una capa de aire más seca y cálida en altitudes medias conocida como *inversión térmica de subsidencia*. Estas nubes son fruto de la estabilidad atmosférica, de forma contraria a los que se podría pensar, por lo que no suelen producir lluvias y, si lo hacen, son de carácter débil debido a su escaso desarrollo vertical.

En su camino sobre el océano, chocan con el relieve de las islas o áreas costeras abruptas, a una altitud de entre 700 y 1.500 metros y depositan parte de sus gotas sobre los obstáculos que encuentran a su paso, sobre todo la vegetación arbórea. Una vez sobre el obstáculo, las pequeñas gotas de agua se unen entre así hasta alcanzar el peso suficiente para caer al suelo. Así, la vegetación de estas áreas recibe una cantidad extra de humedad en el entorno de la proyección vertical de las copas, hecho fundamental en los meses del año con mayor déficit hídrico.

Estas aportaciones de humedad y agua son las que permiten que bosques húmedos como la Laurisilva perduren y se desarrollen en áreas como la Macaronesia, que por su localización geográfica y sus índices de precipitación no debería albergar este tipo de masas forestales.

Una vez entran en contacto con la superficie terrestre, estas nieblas avanzan pudiendo cambiar su dirección y velocidad en función de la orografía y altitud del

Figura 15.3. Efecto Foehn o cascada de nubes en el macizo de Anaga, Tenerife



relieve (canalización por barrancos y efecto disparo en cumbres), quedando estancada a barlovento («mar de nubes» o «panza de burro») o pudiendo descender a sotavento de una vertiente evaporándose y formando las características cascadas de nubes o Efecto Foehn.

15.3. Factores influyentes en la captación de agua de las nieblas

Para entender y evaluar la captación efectiva del agua de las nieblas no sólo debe contemplarse la presencia más o menos continuada de nieblas en un lugar determinado, sino que, además, deben tenerse en consideración la interrelación de varios factores influyentes y de distinta índole, principalmente los factores climáticos, geográficos y las características de los obstáculos.

Algunos investigadores como Kämmer, Santana, Marzol o Ritter, realizaron varios estudios sobre la estructura del obstáculo, normalmente natural, y sobre el potencial de captación de la vegetación en los bosques canarios de cara a evaluar la posible aportación de esta precipitación en la recarga de acuíferos.

15.3.1. Factores climáticos

La Humedad Relativa

Indica la relación entre la humedad del aire a una temperatura dada y el máximo potencial a esa temperatura, es decir, la cantidad de vapor de agua en la atmósfera con respecto a la cantidad máxima que podría albergar a esa misma temperatura. Humedades Relativas entre el 90% y el 100% (saturación del aire) suele ser indicativo de presencia de nieblas en un lugar determinado debido a que, al saturarse, el vapor de agua se condensa formando pequeñas gotas.

La Temperatura del aire

La temperatura influye en el proceso de condensación del vapor de agua, producido por un enfriamiento rápido debido, a la ascensión de una masa de aire por una ladera o por el choque entre dos masas con temperaturas diferentes. Se ha podido comprobar que con temperaturas iguales o inferiores a 17° C es viable la captación de nieblas, al permitir la saturación del aire y reducir la evaporación sobre el obstáculo, haciendo que éste se empape y precipiten las gotas.

El Punto de rocío

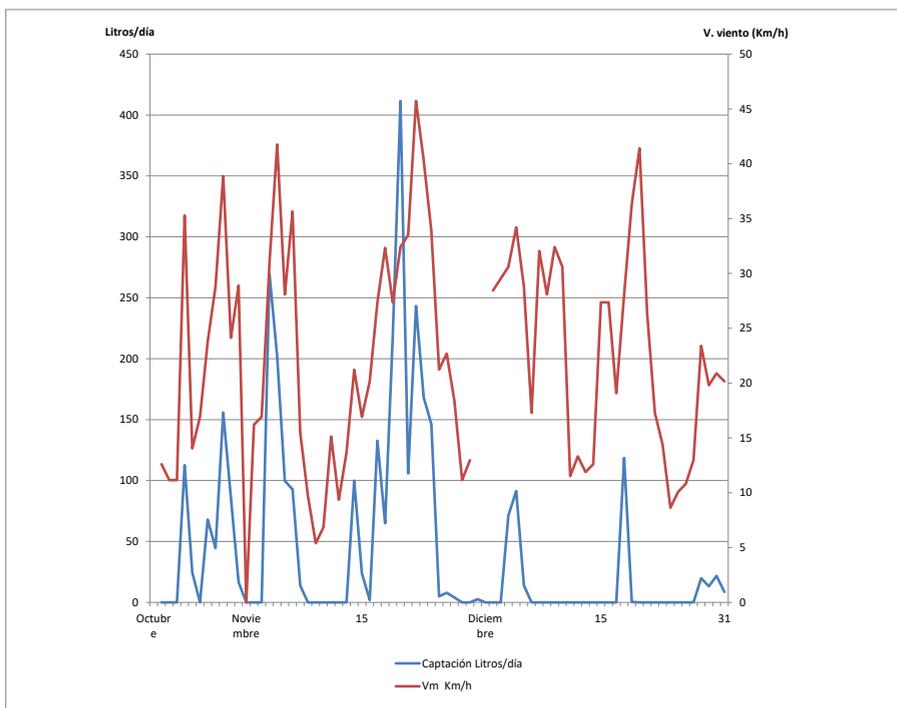
Es una función entre la Temperatura del aire y la Humedad Relativa y determina la temperatura a la cual debería estar el aire para alcanzar la saturación en un momento dado. Por tanto, el registro de la Temperatura y la Humedad Relativa pueden ser suficientes para determinar los episodios de niebla en una ubicación

ya que, una vez obtenido el Punto de Rocío se podrá comparar con la Temperatura del aire y, en el caso de ser iguales o muy próximas, indicaría la presencia de nieblas.

La velocidad y dirección de los vientos

El viento es el medio de transporte de las gotas de niebla, por lo que es fundamental analizar su comportamiento y características a fin de establecer los lugares más propicios para la captación. La velocidad del viento es sin duda el factor más determinante en la eficiencia de la captación de nieblas. Debido a la pequeña cantidad de agua líquida por metro cúbico de aire en las nieblas, es lógico pensar que cuanto mayor volumen de aire cargado de agua atraviese un obstáculo, mayor será la cantidad de agua captada. Además, cabe resaltar que, cuanto mayor sea la inercia de las gotas al impactar sobre una superficie, mayor será su adherencia a esta. Schemenauer y Cereceda (1994) establecieron que los límites óptimos de velocidad de viento para la captación artificial con SFC (*Standar Fog Collector*) eran de entre 2 a 8 m/s. En Canarias, se ha podido constatar que velocidades de viento entre 7 y 10 m/s son la más efectivas en cuanto a captación con sistemas artificiales (T. Hernando, 2005, 2012). Superiores a 20 m/s comien-

Figura 15.4. Relación entre captación de niebla y velocidad del viento entre Octubre y Diciembre de 2011 en El Gaitero, Tenerife



Fuente: Theo Hernando (2012)

zan a ser peligrosos, pudiendo ocasionar roturas debido a que un obstáculo muy mojado aumenta mucho en peso y en opacidad. El efecto «sacudida» provocado por el movimiento de la vegetación debido al viento genera un aumento importante en la velocidad de la precipitación del agua captada, arrastrando además a otras gotas de pequeño tamaño.

La dirección del viento es también un factor importante a la hora de fijar ubicaciones de captación, debiendo tener en cuenta en su estudio, no sólo la dirección dominante de los vientos, sino también los cambios más probables debidos principalmente a la orografía y obstáculos importantes como masas arbóreas.

Duración y frecuencia de las nieblas

La hora del día, la época del año, la distancia a la costa, la altitud, la estructura de la troposfera, el gradiente térmico, la altura de la condensación y de la inversión térmica, son factores que influyen en esta variabilidad.

Durante el día la presencia de nieblas puede variar debido a la influencia de las oscilaciones térmicas y del régimen de brisas, en condiciones de poco viento. Así, las últimas horas de la tarde y las nocturnas (de 20:00 a 8:00 h) suelen ser en las que con mayor frecuencia se detectan nieblas. Durante los episodios de marcada acción de los vientos alisios, el régimen de brisas se anula. La duración más habitual de los episodios con niebla es de 5 a 8 horas seguidas, aunque no es extraño que las condiciones de niebla permanezcan incluso varios días consecutivos.

Ejemplo de interrelación entre los factores climáticos y la captación de niebla:

Tabla 15.1. Condiciones climáticas diarias en episodios de máxima captación de niebla de cada mes evaluado en El Gaitero, Tenerife

MES	Niebla (L/día)	Niebla m2 N(L/m2 día)	Lluvia P (L/m2 día)	N/P (L/m2)	T (°C)	HR (%)	Direcc. viento	Vm (km/h)	Vmax (km/h)
Octubre	155,80	97,38	1,60	60,86	6,80	100,00	NW	38,88	59,04
Noviembre	269,61	168,51	18,80	8,96	10,30	90,00	W	30,96	54,00
Diciembre	118,47	74,04	0,00	74,04	6,00	97,10	NW	36,36	63,36
Enero	115,50	72,19	0,40	180,47	5,00	84,80	NW	32,40	42,84
Febrero	162,03	101,27	0,00	101,27	2,40	100,00	NW	42,48	61,56
Promedios	164,28	102,68		85,12		94,38		36,22	56,16

Fuente: T. Hernando (2012)

En este caso, los datos referidos a captación de niebla por m² (Niebla m²), se refiere a superficie horizontal ocupada por el captador, que en este caso es un captador NRP 3.0 con 1,6 m² de proyección horizontal. Los datos obtenidos fueron pasados a litro/m² para poder ser comparados directamente con la lluvia (P), igualmente tomada en litros por m² horizontal. En muchas investigaciones, se relacionan los datos obtenidos por el captador en base a su superficie de malla (superficie vertical) con los datos de precipitación (superficie horizontal), por lo que puede generar ciertas confusiones en su interpretación.

15.3.2 Factores geográficos

La altitud

Entendiendo que las nieblas efectivas de captación son formadas por nubes bajas, es lógico pensar que a la altitud a la que estas nubes impacten contra el territorio será donde más agua podrá ser captada. En el caso de Canarias, por encima de los 800 metros de altitud existen zonas con gran influencia de nieblas. No obstante, tanto el espesor como la altitud de la capa nubosa varían a lo largo del año. Durante los meses de Octubre a Mayo, el espesor del mar de nubes puede ser superior a los 1.500 metros y su cima puede alcanzar los 2.000 metros de altitud. Por otro lado, durante los meses estivales, la capa adquiere grosores inferiores a los 1.000 metros y su cima rara vez supera los 1.100 metros (Santana, 1987; Marzol et al., 1988; Valladares, 1996). Durante los meses de Junio a Agosto es cuando existe una mayor probabilidad para la formación del mar de nubes, un 92%, siendo el resto de meses de un 67%, siempre en las zonas de mayor exposición (Marzol, 2002).

La orientación

Las vertientes expuestas a los vientos que arrastran las nubes son, por ende, las más influenciadas por nieblas. En Canarias, la vertiente norte de las islas es la más influenciada por los vientos Alisios, que rolan entre la dirección NW y NE.

La orografía

El relieve del terreno puede hacer variar la dirección dominante del viento. Los barrancos, accidentados topográficos como colinas y las masas forestales hacen que el viento, y por tanto la niebla, sea conducida hacia un punto concreto con una dirección distinta a la de los vientos sobre el océano.

La pendiente del terreno

La pendiente del terreno influye también en la velocidad del viento. El conocido como «*efecto disparo*» se produce cuando una masa nubosa es impulsada hacia la cumbre aumentando su velocidad hasta pasar finalmente hacia la vertiente de sotavento. Es en estas zonas de crestería donde se han obtenido los mayores datos de captación de agua de las nieblas en Canarias, al asegurar una velocidad moderada del viento durante la práctica totalidad de los días con presencia de las denominadas *nieblas de desbordamiento*.

Las características del emplazamiento

Del emplazamiento debe estudiarse también sus propias características, sobre todo los concernientes a los obstáculos presentes que pueden ocasionar una ele-

vación de las nieblas unos metros sobre el suelo, como la vegetación arbórea, matorrales, muros, terraplenes, construcciones, etc.

15.3.3 Características de los obstáculos

Sin duda, siempre que hablamos de captación de agua se requiere un obstáculo que genere la precipitación efectiva de las gotas de niebla. Cabe indicar que, en algunas ocasiones, se habla de condensación sobre el obstáculo, pero en la mayoría de los casos es un término erróneo ya que éste únicamente retiene las gotas de agua ya condensadas en la atmósfera y no debido a sus características. El obstáculo ideal debe tener ciertas características morfológicas que ayuden a dicha retención de gotas y su posterior unión entre ellas para conseguir una gota precipitante.

En un obstáculo, hablaremos de superficie de captación como la superficie vertical expuesta a las nieblas y con capacidad de captar agua.

Obstáculos naturales

Normalmente, la captación de nieblas se asocia con la vegetación debido a ser el principal obstáculo natural. Según Kämmer (1974), «*El perfil, volumen y constitución de la superficie del obstáculo son factores determinantes en la captación de agua de niebla*».

Localización y densidad de la biomasa

En el caso de captación de niebla realizada por la vegetación, la ubicación y morfología de los propios ejemplares influye en la captación total. Se ha estudiado que los ejemplares de la primera línea de exposición o los ejemplares aislados, son los que mayor cantidad de agua captan. Cuanto más hacia el interior del bosque se encuentre, irá decreciendo la afección de las gotas de niebla sobre la estructura arbórea y con menor velocidad. De forma relacionada, cuanto más densa sea la superficie arbórea menos efectiva será en cuanto a la captación de agua debido al llamado *factor de agotamiento* (J.J. Braojos, 2015).

Altura, tamaño y estructura de la copa

En el caso de bosques densos, las partes más expuestas a la niebla, como las copas sobresalientes del techo arbóreo y los ubicados en los márgenes, serán las de mayor captación. Así mismo, cuanto más intrincada sea la copa del árbol, mayor será su superficie de exposición a las nieblas. Las ramas dirigen gran parte del agua captada hacia el pie del árbol por escorrentía cortical, por lo que un árbol bien dirigido y equilibrado radialmente repartirá de forma más homogénea el agua captada sobre su área de influencia radicular y soportará mejor las condiciones atmosféricas.

Presencia de epífitos

En este punto también se incluyen a los epífitos desarrollados sobre la vegetación, como líquenes y musgos, ya que aumentan considerablemente la superficie de captación y suelen ser buenos indicadores de áreas con influencia de nieblas de forma regular a lo largo del año, al requerir para su desarrollo altos índices de humedad.

Figura 15.5. Líquenes barba de capuchino (*Usnea barbata*) sobre una rama de pino canario (*Pinus canariensis*) en Tenerife



Fuente: Theo Hernando (2009)

Disposición y propiedades físicas de las hojas

En cuanto a las características de las hojas, son varios los estudios realizados ya que, desde el principio, se podía intuir que serían uno de los factores más influyentes en la captación de nieblas. Las especies con hojas aciculares y numerosas han demostrado ser las más efectivas para la captación de nieblas, mientras que las de hojas lanceoladas favorecen el flujo sobre la superficie foliar pero no la retención de las gotas. Esto se explica debido a que la eficiencia de interceptación aumenta al disminuir el diámetro del obstáculo y cuanto más semejantes sean los diámetros del obstáculo y de las gotas (Goodman, 1982-1985; Daube et al., 1987; Ingraham y Matthews, 1988).

Cavelier y Goldstein (1989), Kämmer (1974) y Santana (1987) concluyeron que los volúmenes de agua captada eran mayores en ejemplares con hojas con disposición vertical y con proyección del área de hojas en diferentes ángulos.

Por tanto, los tejos, brezos y, sobre todo los pinos por su tamaño, son los atrapanieblas ideales en la Naturaleza y sobre los que se inspiran los artificiales.

Figura 15.6. Gotas de niebla captadas por hojas de brezo (*Erica arborea*) en Tenerife



Fuente: Theo Hernando (2009)

Obstáculos artificiales: Los atrapanieblas artificiales

- *Experimentación inicial con atrapanieblas*

Desde los años 60 del siglo XX, se vienen ideando sistemas con el fin de evaluar el potencial de captación de agua de las nieblas tanto por la vegetación como por sistemas artificiales.

Se realizaron estudios basados en la recogida y medición de volúmenes obtenidos con multitud de sistemas como: mesas de precipitación colocadas bajo las copas de los árboles, lechadas de cemento bajo la arboleda (isla de El Hierro), colocación de aros de goma alrededor de la corteza de los troncos de ciertos árboles para el evaluar la escorrentía cortical y fue muy extendido en todo el mundo la utilización de dos pluviómetros (método Grunow o Hellmann), comparando las mediciones obtenidas de uno normal y otro al que se le colocaba un pequeño trozo de malla vertical en la parte superior, con el fin de comparar los valores de precipitación vertical y horizontal. También se empleaban pluviómetros instalados bajo las copas de los árboles y en zonas libres de vegetación para su comparativa.

Una vez caracterizado el fenómeno natural y estudiadas las zonas con potencial y necesidad de obtención de agua de las nieblas, han sido muchos las pruebas y diseños de atrapanieblas artificiales que han ido evolucionando en función de los problemas que se encontraban durante su desarrollo, la adaptación a condiciones propias y sus distintas aplicaciones.

- *Cilíndricos y poliédricos*

El profesor e inventor Carlos Espinoza «padre» de la captación de agua de niebla, junto al jesuita local Germán Saa y otros ingenieros de la Universidad Católica del Norte, desarrollaron varias estructuras tridimensionales en la región de Antofagasta (Chile), desde los años 60, como los famosos atrapanieblas poliédricos denominados «Macrodiamante». Unas estructuras complejas que buscaban integrarse en el propio movimiento turbulento de las nieblas evitando la exposición de una única cara para minimizar el efecto de los vientos fuertes sobre la estructura. Este diseño patentado fue donado a la UNESCO.

Debido a su dificultad técnica y económica, estos atrapanieblas no fueron empleados en demasiadas experiencias.

Figura 15.7. Atrapanieblas macrodiamante de Carlos Espinoza (1970)



Fuente: integradoatrapanieblas2011.blogspot.com

En 1980, uno de sus alumnos, Nazareno Carvajal, construyó para su análisis un captador cilíndrico realizado con hilos de perlón de 0,5 mm de diámetro basado en el diseño de un atrapanieblas cilíndrico de Espinoza. Contaba con un depósito inferior para almacenar el agua obtenida de 150 litros de capacidad. Los resultados de esta experiencia no fueron extremadamente buenos, con una obtención de 4,25 litros/día, pero fue debido a una incorrecta elección del lugar y fecha de instalación y no a la efectividad real del atrapanieblas.

Estas primeras experiencias fueron las precursoras de todos los proyectos que se desarrollarían más adelante.

Figura 15.8. Nazareno Carvajal (izq.) y Carlos Espinoza (der.) junto a su atrapanieblas cilíndrico (1980)



Fuente: eco-antropologia.blogspot.com (2013)

- *Los atrapanieblas chilenos, planos o bidimensionales*

Sin duda, los captadores planos o atrapanieblas tipo chileno son los considerados como la referencia en este campo y se han convertido en el estándar internacional a la hora de realizar evaluaciones zonales de potencial de captación de agua y su aprovechamiento.

Fue durante los años 80, cuando investigadores de la Universidad Católica del Norte (Chile) empezaron a experimentar con ellos, sobre todo en la franja costera del desierto de Atacama. Tras las experiencias anteriores con estructuras más complejas, finalmente determinaron que los equipos más sencillos eran las que soportaban mejor las inclemencias del clima y las más productivas, emulando, así, a las mantas que los pastores de Atacama tendían durante las noches para que se empaparan de agua.

Fue a principios de los años 90 cuando se dieron a conocer a nivel internacional gracias a proyectos de gran producción de agua para consumo humano como los de El Tofo y Chungungo, en Chile.

Un captador chileno consiste básicamente en una malla plástica, generalmente tipo Raschel, más larga que alta, sustentada lateralmente por dos postes verticales. En la parte inferior de la malla se coloca un canalón de unos 12 cm de ancho que recoge el agua que cae de la malla. Este canalón suele estar a 1,2 metros del suelo y se conecta a una tubería por uno de sus extremos para conducir el agua hasta depósitos de almacenamiento y/o tratamiento.

Figura 15.9. SFC en Tenerife



Fuente: Theo Hernando (2002)

Los captadores chilenos empleados en investigación se denominan Standart Fog Collector (SFC), tienen unas dimensiones de malla de 1x1 m, fijada a un marco metálico de 1 cm y sustentada por 2 postes verticales de 2 metros de altura. El agua que recoge un canalón se dirige con tubería hasta un depósito cerrado para su medición. También se han empleado SFC de 50x50 cm de malla.

Los captadores de carácter productivo se denominan Large Fog Collector (LFC) y suelen tener una malla de 4 x 3 metros (12 m²) y hasta 20 x 8 metros (160 m²).

La malla tipo Raschel, es una malla plástica de polipropileno normalmente de uso agrícola. Se emplea profusamente ya que es económica y fácil de adquirir. Tiene un tejido con patrón triangular y una sombra de entre el 35% y el 60%. Se puede colocar a cara simple o doble, teniendo en cuenta la oposición que genera al viento. Estos captadores se colocan de forma perpendicular a los vientos dominantes.

Figura 15.10. Large Fog Collector (LFC) para uso forestal en Tenerife



Fuente: Theo Hernando (2002)

Las experiencias llevadas a cabo a nivel mundial, sobre todo a partir de 1.990 y hasta la actualidad, permiten estimar que la producción de estos captadores es de entre 2 y 10 litros/m² y día.

Evitar las roturas provocadas por la acción del viento y la optimización de los volúmenes de captación han sido siempre el objeto de las sucesivas mejoras e ideas que se han ido desarrollado.

Un ejemplo de estas búsquedas de mejoras para los captadores chilenos fueron los captadores Aquair Optimizer, del investigador y empresario Carlos Sánchez (Natural Aqua S.L.). Consistían en un captador bidimensional más alto que ancho (2x5 m.), al que se le añadieron unas bandejas oblicuas forradas de malla que servían para favorecer la formación de turbulencias y, por tanto, una captación más rápida y a menores velocidades de viento.

Figura 15.11. Captadores Aquair Optimizer en República Dominicana



Fuente: Natural Aqua S.L., T. Hernando (2008)

- *Los captadores de niebla tridimensionales*

Con objeto de mejorar la estabilidad, minimizar el espacio ocupado, aumentar la superficie de malla y evitar la caída de agua retenida fuera de la estructura, el investigador y empresario Theo Hernando desarrolló en 2008 la tercera generación de atrapanieblas denominados «captadores NRP 3.0» (Niebla, Rocío y Precipitaciones). Consisten en una estructura tridimensional prismática, más alta que ancha (0,8x2x4 m), con varias capas superpuestas de mallas y con una base rectangular que sirve como anclaje de la estructura al suelo y como recogedora-decantadora del agua obtenida.

Este captador posee 56 m² de malla captadora (mientras que un SFC suele tener 12 m²) tipo mosquitera del 35 % de sombra, ocupando una superficie de 1,6 m². La disposición a tres bolillo de estas capas hace que se genere un efecto de sacudida de las mallas que acelera la precipitación de las gotas retenidas.

Se ha demostrado que este tipo de mallas es más resistente y más efectiva en captación y drenaje que las empleadas anteriormente, debido al diámetro de sus filamentos y el tipo de patrón cuadrado.

Además, debido a su forma tridimensional, aprovecha mejor la recogida de agua de lluvia y no se ven tan influidos por los cambios en la dirección del viento como los atrapanieblas planos.

Figura 15.12. Captador NRP 3.0 en Tenerife



Fuente: Theo Hernando (2011)

Para evitar roturas en situaciones de vientos fuertes, estos captadores disponen de un sistema de bisagras en su base que permite tumbarlos en el suelo fácilmente.

En la actualidad, este sistema de protección ha evolucionado a un mecanismo de poleas y que permite recoger exclusivamente las mallas dejando la estructura del captador libre de obstáculos. Gracias a esto, se ha conseguido aumentar las dimensiones de los captadores tridimensionales (0,9x2,5x6 m.) en su cuarta generación (NRP 4.0), con 100 m² de malla por captador. La producción de estos nuevos captadores es de unos 3.000 litros mensuales.

Obtener un dato de producción en diaria, como aportaban estudios anteriores, es realmente muy complicado ya que existe una gran variabilidad en la presencia de niebla mensual, diaria e incluso horaria. Pueden existir diferencias notables incluso en la misma ubicación y no se disponen de series de datos suficientes como para poder establecer un dato real y contrastado. No obstante, como indicador, se puede concluir que estos captadores poseen una capacidad de producción diaria en el rango de los atrapanieblas planos, con unos 7 litros/m² de malla. Hay que resaltar que estos datos de captación se refieren únicamente a los días con presencia de nieblas, por lo que para poder hacer una extrapolación habrá que conocer el número de días en ese mes o ese año con nieblas en esa localización concreta.

Figura 15.13. Estación productora de agua con captadores NRP 3.0 en Gran Canaria



Fuente: Theo Hernando (2013)

Las ventajas de estos captadores tridimensionales frente a los planos son; mayor superficie captadora por equipo, menor superficie ocupada y mayor resistencia y durabilidad.

Estos captadores permitieron la creación en Canarias del primer emprendimiento en el mundo destinado a la producción de agua de niebla para su embotellado y consumo humano (agua de niebla Alisios y agua de niebla Garoé).

Figura 15.14. Estación productora de agua con captadores NRP 4.0 con sistema de recogida de mallas y estructura fija en Tenerife



Fuente: Theo Hernando (2017)

- *Otros diseños de atrapanieblas*

En los últimos años, se han desarrollado algunos nuevos diseños, la mayoría de ellos en fase de pre-prototipo, con formas muy diversas. No se han encontrado datos relevantes ni proyectos ejecutados con estos diseños.

Figura 15.15. Diseño de captador Waka Tower, hecho con bambú para climas desérticos



Fuente: wakawater.org (2015)

Figura 15.16. Diseño de captador en forma de caseta de campaña DropNet diseñado por Imke Hoehler en 2015



Fuente: blogdeagua.es (2019)

15.4. Importancia ecológica e hidrológica del agua de niebla en Canarias

Hasta hace relativamente poco tiempo, la influencia de la precipitación horizontal era prácticamente desestimada en los modelos hidrológicos debido a su puntualidad zonal, pero debido a las experimentaciones llevadas a cabo en todo el mundo y a los datos extraídos, cada vez se está dando mayor importancia. Inicialmente, se le atribuía únicamente el mantenimiento de la humedad ambiental o superficial del suelo que ayudaba a la vegetación a mitigar situaciones de estrés hídrico en la época estival, sobre todo en bosques de laurisilva y pinar húmedo. La propia experimentación en campo y más tarde, el análisis estadístico (J.J. Brajos, 2015) han puesto de relevancia que la precipitación horizontal puede llegar a ser lo suficientemente abundante y continuada durante el año, en determinadas áreas, como para llegar a influir positivamente en los recursos hídricos subterráneos, al registrar valores hasta 50 veces superiores a los de la lluvia (T. Hernando, 2012).

Cada territorio posee sus condiciones particulares, por lo que la valoración hídrica de las nieblas debe realizarse de forma independiente. Por ejemplo, se han realizado estudios que concluyen que el agua de niebla precipitada al suelo no llega a infiltrarse (A. Ritter, 2005) y, sin embargo, otros autores concluyen que sí puede llegar a hacerlo, y con cifras nada desdeñables.

Se ha estimado, de forma teórica y aproximada, que la aportación del agua de niebla en el balance hidrológico de algunas de las islas puede llegar a ser: en Tenerife de 44 mm/año (10,47%), en la Gomera de 60 mm/año (16%) y en El Hierro de 75 mm/año (20%) (J.J. Brajos, 2015).

15.1. Características y calidad del agua de niebla

La principal característica a la hora de evaluar la calidad del agua procedente de las nieblas es que, debido a su origen atmosférico, las sales que contiene son las procedentes exclusivamente de los núcleos de condensación y del arrastre de partículas de tierra e incluso de polución. Es por tanto crucial examinar, de forma previa a una instalación de captación, los valores de calidad ambiental del aire, los posibles focos de contaminación atmosférica que pudieran existir a lo largo del recorrido del viento, tanto dominantes como secundarios. Los focos de contaminación son en su mayoría de origen humano (humos, minería, etc.), pero también de origen natural como la calima, emanaciones volcánicas, incendios, etc.

Las labores de mantenimiento y limpieza de los captanieves deben ser frecuentes y en mayor o menor grado de desinfección en función del uso final del agua. Para aguas de uso humano y animal, deben ser limpiezas frecuentes y rigurosas y para aguas de uso forestal o riego, basta como un mantenimiento de las infraestructuras que evite obstrucciones en las conducciones o roturas.

A continuación, se expone una tabla comparativa entre tres analíticas realizadas, dos de ellas del agua obtenida por el mismo captador en Tenerife en situaciones atmosféricas distintas (antes y después de episodios de calima) y la tercera, del agua de una balsa que cuenta con un agua de baja calidad.

Tabla 15.2. Comparativa analítica entre aguas de niebla y de una balsa en Tenerife
Origen de muestra

Parámetro	Niebla 1	Niebla 2	Balsa de Teno
Ph	6,5	7,27	9,58
CE $\mu\text{S}/\text{cm}$	70	310	2210
Calcio mg/l	8,2	20	5,5
Magnesio mg/l	0,85	2,43	69,8
Sodio mg/l	7,13	<20	519
Potasio mg/l	1,56	0,4	100,3
Bicarbonatos mg/l	2,23	34	1251
Cloruros mg/l	14,2	14,2	33
Sulfatos mg/l	0,04	<5	60
Fluoruros mg/l		<10	8,1
Nitratos mg/l		<2,2	0,5

Fuente: Theo Hernando (2005): Consejo Insular de Aguas de Tenerife (2004)

Como se observa, la diferencia más evidente es el valor de *conductividad eléctrica* (CE), que indica el contenido total en sales de la muestra, especialmente bicarbonatos. En el caso de las aguas de niebla, predominan el sodio y los cloruros debido al origen marino de los núcleos de condensación (cloruro sódico, sal marina), sobre los que se condensa el vapor formando las gotas de agua. Como era de suponer, las aguas de niebla son de mineralización muy débil y presentan un alto equilibrio entre sus componentes, sin presentar grandes alteraciones o valo-

res muy altos de algún elemento concreto, tal y como sucede con la mayoría de las aguas subterráneas, al verse influenciadas por la composición mineral de las rocas dominantes del perfil de suelo en el que se encuentren o por el que se hayan infiltrado.

15.6. Ventajas y desventajas de la captación de agua de la niebla

A la hora de valorar las potenciales aplicaciones de la captación de agua de la niebla como recurso hídrico complementario a los actuales, deben ser evaluadas, objetivamente, tanto las ventajas como las desventajas que presenta en la actualidad.

15.6.1 Ventajas

Las principales ventajas que presentan estos sistemas de captación de agua son:

- La posibilidad de obtener agua en zonas aisladas como áreas de medianías y cumbres, pequeñas poblaciones aisladas, zonas forestales, y en general, con difícil, costoso o inexistente acceso al agua.
- Los captadores o atrapanieblas son estructuras sencillas e independientes de la energía eléctrica.
- La obtención de agua durante todo el año y, sobre todo, durante los meses estivales. En Canarias existen ubicaciones en las que los meses entre Junio y Septiembre son incluso los más productivos para la captación, como los Macizos de Anaga y Teno en Tenerife.
- La alta calidad del agua obtenida puede permitir la mejora de aguas de otro origen por mezcla.
- La inversión económica a realizar inicialmente es de carácter medio pero, sin duda, el bajo costo de los mantenimientos es la principal ventaja si se compara con otras fuentes y es el factor que iguala los costes productivos y reduce las amortizaciones.
- La obtención de agua en zonas altas permite su conducción por gravedad hacia las zonas demandantes incluso con la posibilidad de generar energía.

15.6.2 Desventajas

Para que un nuevo sistema resulte interesante en cualquier sector debe ser competitivo. En este caso, el agua es un sector complicado en el primer mundo ya que, por lo general, su coste es muy bajo y sus necesidades en volúmenes muy

grandes. La captación de niebla debe solventar en el futuro ciertas desventajas para poder integrarse como un recurso hídrico más. Las principales son:

- La variabilidad en la producción. Al depender de factores atmosféricos, tal y como sucede con las energías renovables, hace que se requieran infraestructuras de almacenamiento y un sobredimensionamiento de la instalaciones a realizar.
- La capacidad de producción por unidad de captador, debe ser uno de los puntos centrales en el desarrollo de futuras tecnologías si se quiere conseguir un uso extendido y normalizado en todo el mundo. Los captadores desarrollados hasta el momento son interesantes para pequeñas comunidades humanas que no dispongan de otro recurso hídrico, áreas forestales o, en definitiva, donde el abastecimiento hídrico sea complicado o demasiado costoso, por su ubicación geográfica o su baja densidad poblacional.
- Los condicionantes geo-climáticos son otro de los aspectos que dificultan el uso extendido de estos sistemas. Las ubicaciones óptimas para la captación de agua suelen localizarse en puntos muy concretos, normalmente alejados y en zonas de cumbres.

15.7. Aplicaciones de la captación de agua de la niebla en Canarias y conclusiones

Comprender y valorar el potencial de la vegetación para la captación de nieblas puede servir para planificar de forma eficiente las labores de manejo forestal en los espacios naturales, desde un punto de vista biológico, paisajístico y como posible complemento en la recarga hídrica subterránea.

Han sido muchos los investigadores y entusiastas que han dedicado su trabajo y esfuerzo al desarrollo de sistemas de captación de nieblas, sin embargo, en la actualidad no se dispone de la tecnología suficientemente desarrollada como para que su aplicación resulte interesante de cara a aprovechamientos masivos de la población o la agricultura en territorios geográficamente tan limitados como Canarias.

Dados los factores de variabilidad y ultra localización, los sistemas de captación actuales se pueden emplear en la mejora del abastecimiento de pequeños núcleos poblacionales más o menos aislados, la recarga de depósitos forestales o el mantenimiento de pequeños humedales o fuentes.

Al igual que ha ocurrido con las llamadas energías renovables, como la fotovoltaica, la solar térmica o la eólica, la inversión en innovación y desarrollo de tecnología y la realización de proyectos a media y gran escala, han permitido que hoy sean una realidad energética competitiva con respecto a las energías fósiles. Un punto a destacar es que la obtención de agua en altura puede permitir la generación hidroeléctrica al dirigirla por gravedad hacia cotas inferiores, aunque sea a pequeña escala.

Para que en un futuro más o menos cercano la captación de agua de niebla se integre como complemento hídrico a los recursos actuales deberá existir una revolución semejante, que genere el desarrollo de nuevos diseños que permitan su escalabilidad (equipos de grandes dimensiones) con el fin de obtener un ratio inversión/producción/superficie ocupada lo suficientemente interesante como para captar la atención de organismos públicos y grandes empresas del sector.

Referencias bibliográficas

- Braojos, J.J. (2015): *La nube, el pino y la otra lluvia. Una metodología para evaluar el potencial de captación de agua de niebla y su aprovechamiento: natural o artificial*. Consejo Insular de Aguas de Tenerife.
- Ceballos, L y Ortuño, F. (1952): *El Bosque y el Agua en Canarias* en Montes, 48, 418-423.
- Cereceda, P., Schemenauer, R.S, & Velásquez, F. (1997). *Variación temporal de la niebla en El Tofo-Chungungo, Región de Coquimbo, Chile* en Revista de Geografía Norte Grande, 24, 103-111.
- Cereceda, P., Rivera, J., Leiva, J., Hernández, P. (2014): *Agua de Niebla. Nuevas tecnologías para el desarrollo sustentable en zonas áridas y semiáridas*. Dirección General de Aguas-Consultora Agraria Sur-Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Consejo insular de aguas de Tenerife (2004): *Plan hidrológico de Tenerife*.
- Darias y Padrón, D.V. (1988): *Noticias generales históricas sobre la isla del Hierro*. Excelentísimo Cabildo Insular de El Hierro.
- Hernando, T. (2005): *Captación de agua de niebla en el sector central de la vertiente norte de Tenerife (Islas Canarias) 2002-2004*. Trabajo Proyecto Fin de Carrera, Universidad de La Laguna e Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA).
- Hernando, T. y Gil, R. (2012): *Evaluación del potencial de agua de niebla mediante sistemas tridimensionales durante el período invernal 2011-12* en Montes, 4ºT, nº 111, pág. 30-38.
- Kámmer, F. (1974): *Klima und Vegetation auf Tenerife besonders im Hinblick auf den Nebelniederschlag*. Gotinga. ED. Erich Golize KG.
- Marzol, M.V. et al. (1996): *La captación de agua del mar de nubes en Tenerife. Método e instrumental* en Clima y Agua: La gestión de un recurso climático. La Laguna.
- Marzol, M.V. (2004): *Frecuencia y duración de la niebla en Tenerife con el fin de su aprovechamiento hidrológico*. Meteored.
- Ritter, A. et al. (2005): *Contribución hídrica de la captación de niebla al balance de un bosque de laurisilva en el Parque Nacional de Garajonay*.

Santana, L.M. (1987): *Las precipitaciones de niebla en Tenerife*. Simposio Internacional de Recursos Hidráulicos. Canarias Agua 2000. Puerto de la Cruz, Tenerife.

Schemenauer, R.S. & Cereceda, P. (1994c): *The role of wind in rainwater catchment and fog collection* en *Water International*, 19, 70-76.

Blog de agua

<<http://blogdeagua.es/5-formas-recuperar-agua-la-niebla/>> [Consulta: 26 de septiembre de 2019].

Eco antropología

<<http://eco-antropologia.blogspot.com/2013/12/nuestra-primera-experiencia-de.html>> [Consulta: 24 de diciembre de 2013].

Integrado atrapanieblas 2011:

<<http://integradoatrapanieblas2011.blogspot.com/2011/04/atrapanieblas.html>> [Consulta: 12 de abril 2011].

Tiempo.com:

<<https://www.tiempo.com/noticias/divulgacion/el-arbol-sagrado-de-la-lluvia.html>> [Consulta: 10 de abril de 2018].

Warka Project:

<<http://www.warkawater.org/warka-tower-copy/>> [Consulta: 28 de marzo de 2020].

Capítulo 16

La importancia de la Precipitación horizontal en el contexto del Cambio Climático

CARLOS VELÁZQUEZ PADRÓN
Ingeniero de Montes

16.1. Introducción

Por precipitación horizontal se entiende la caída al suelo de gotitas de agua procedentes de las nubes, que se han formado al condensarse en un obstáculo, normalmente una masa arbolada, habiendo adquirido el diámetro suficiente para precipitar. La diferencia fundamental radica en que es necesario ese obstáculo, para que la humedad de la nube llegue al suelo.

La precipitación horizontal es un fenómeno característico de los bosques de Canarias. Los relatos de árboles míticos, como el Garoé en la isla de El Hierro han conferido un carácter cuasi mágico a los bosques de montaña en las islas, envueltos en densas brumas y contrastando radicalmente con las zonas bajas, dominadas por la sequía durante gran parte del año.

Este fenómeno, que si bien ha sido estudiado por muchos autores, no deja de parecer anecdótico para muchas personas. En un contexto de drástico Cambio Climático, donde es probable que la lluvia convencional disminuya en su cuantía, será necesario maximizar la captación de recursos hídricos, para el propio bosque y para las poblaciones locales.

16.2. De la observación a la medición

En su interesante trabajo recopilatorio «*La precipitación horizontal en Canarias*», (1993-documento no publicado), el Ingeniero de Montes José Molina Rol-dán hace un repaso por los diferentes autores que de forma más o menos sistemática se han ocupado de este fenómeno y de medir las cuantías que puede aportar al suelo en Canarias.

Ya, en 1951 Ceballos y Ortuño se sintieron atraídos por la precipitación horizontal y tras las primeras mediciones recogieron en las Cumbres de Los Realejos hasta 3.038 mm por m² y año bajo arbolado (suma de lluvia vertical y horizontal), donde por precipitación vertical cayeron «tan solo» 955 mm/m². También en su

obra mencionan las experiencias efectuadas en el Observatorio de Izaña que demostraron que un pluviómetro colocado debajo de ramaje llega a recoger en ocasiones cantidades de agua veinte veces mayores que otro situado al descubierto, a un metro de distancia (Ceballos y Ortuño, 1976). En Gran Canaria obtuvieron en 1951 en Tamadaba valores de 2723,9 mm bajo arbolado, frente a 864,5 mm fuera del bosque.

En 1974 el Doctor en Geobotánica alemán Franco Kämmer realiza su tesis doctoral en Tenerife, haciendo mediciones en diferentes puntos del relieve. En un total de 17 puntos en laderas de barlovento (780 msnm), expuestas tanto al paso como al estancamiento de las nubes, observó una media de precipitación normal de 860 mm y un incremento de 390 mm (+45%) por precipitación horizontal. En cambio en zonas de cumbre a 1.500 msnm detectó en 5 puntos de toma de datos una precipitación media de 1.000 mm, frente a un incremento de 3.810 mm (+381%) por lluvia horizontal. Aparte de la considerable diferencia de las cuantías en una zona y otra, los datos nos aproximan al hecho, de que la precipitación horizontal no es un fenómeno relacionado con un tipo determinado de formación boscosa (Monteverde frente a pinar canario), sino que está íntimamente ligado a la presencia de nubes en movimiento. De hecho Kämmer estableció como parámetros que influyen en la cuantía de la lluvia horizontal el tamaño de las gotas en suspensión, la densidad de las nubes, la intensidad de viento y la temperatura. Respecto a la capacidad de las diferentes especies de captar más o menos agua, observó que a bajas intensidades de viento las especies con acículas (brezo, tejo, pinos) «filtraban» más agua que las especies con hojas planas. A altas intensidades de viento, la cuantía «ordeñada» a la nube por la vegetación no dependía ya de la forma de las hojas.

En 1993 y tras 5 años de estudio Ángel Fernández López, Director Conservador del Parque Nacional de Garajonay, obtuvo también diferencias significativas entre la precipitación horizontal en laderas de barlovento (125 mm de media anual) frente a las zonas de cumbre (700 mm al año).

Luis Santana Pérez (1987) detectó incrementos por precipitación horizontal de entre 2 y 5 veces, en sus estudios en Tenerife.

Por último cabe reseñar, que la profesora M^a Victoria Marzol, de Universidad de La Laguna, ha investigado intensamente la precipitación horizontal en Canarias y cuenta con diversas publicaciones al respecto. La Doctora Marzol ha introducido estaciones automáticas midiendo lluvia horizontal en varias zonas de Tenerife y dirige un proyecto operativo de captación para la población en una zona de Marruecos, en colaboración con investigadores alemanes (TORRES, A. AEMET-Canarias, Com. Pers).

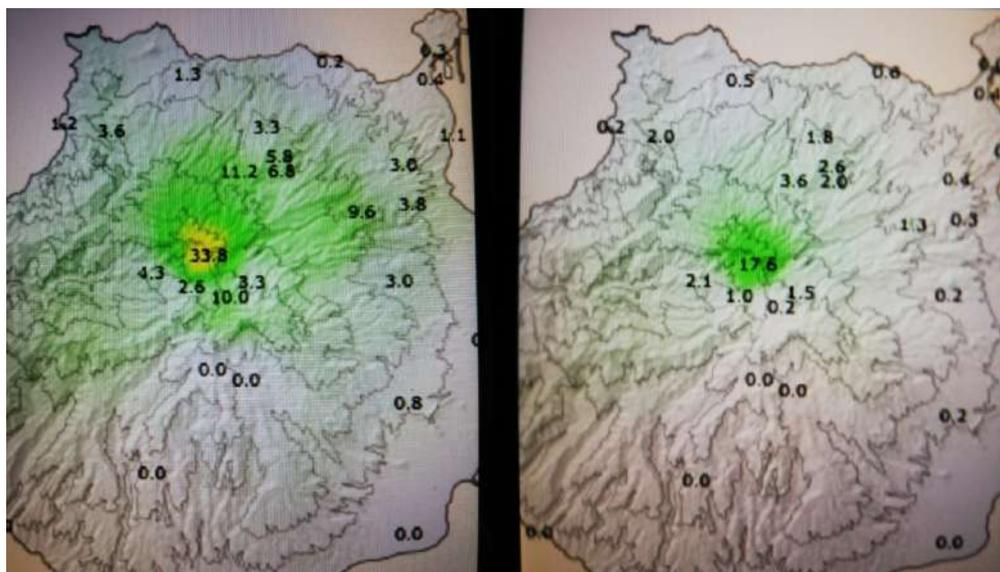
Vistos estos resultados queda por tanto patente, que si bien es imposible dar cifras generales de precipitación horizontal, o de diferencias entre la horizontal y la convencional, nos encontramos ante un fenómeno meteorológico de gran trascendencia y que está íntimamente ligado a la presencia de arbolado en las cumbres canarias. De hecho en diferentes situaciones meteorológicas, exposiciones y altitudes, la precipitación horizontal se produce en las 7 islas mayores del Archi-

piélago Canario, siempre que haya nubes en movimiento y obstáculos que hagan de pantalla.

16.3. La necesidad de comunicar - el ejemplo del «pluviómetro tramposo»

Durante el pasado mes de noviembre (2019) se dio una interesante situación meteorológica en las islas, caracterizada por una atmósfera cargada de humedad en todas las capas entre los 500 y los 2.500 msm. La densa nubosidad estuvo acompañada de fuertes vientos. Paradójicamente las precipitaciones no eran de importancia, no pasando muchos días de los 5 a 10 litros/m².

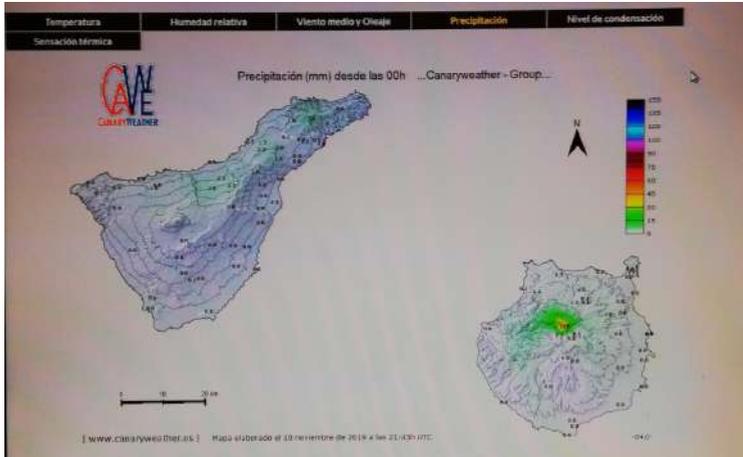
Figuras 16.1. y 16.2 Capturas de imagen de la aplicación Canaryweather en los días 8 y 9 de noviembre de 2019, donde se muestran las precipitaciones en las diferentes estaciones de la isla de Gran Canaria. Resaltan los datos de la estación meteorológica de Cruz de Tejada, con valores muy superiores a los de su entorno



Fuente: Canaryweather

Tan solo un pluviómetro de los que se pueden consultar en la interesante y muy pedagógica aplicación web *Canaryweather* marcaba valores de lluvia significativamente superiores al resto. Eran los de la estación meteorológica de Cruz de Tejada, en Gran Canaria. En esos días y tras una semana de intensa nubosidad y viento, el periódico local *La Provincia* publicaba el domingo 10 de noviembre que «Cruz de Tejada recibe desde el pasado lunes 130 litros de agua por medio cuadrado». Asimismo informaba de que «El Gobierno activa la alerta en La Gomera por rachas de 100 kilómetros por hora».

Figura 16.3. Captura de imagen de la aplicación Canaryweather el día 10 de noviembre de 2019, con valores de precipitación en Cruz de Tejada de 35,8 litros/m², y apenas lluvia en Gran Canaria y Tenerife



Fuente: Canaryweather

Se dio por tanto una situación muy extraña, al existir un punto de toda la red pluviométrica de Canarias que marcaba precipitaciones muy superiores a las del resto. ¿Error por pluviómetro defectuoso? El que conozca la ubicación de la estación meteorológica de Cruz de Tejada sabrá que a pocos metros crecen unos cipreses, que son los responsables de «falsear» los datos. En días nublados y con viento fuerte de Norte estos árboles hacen de pantalla, precipitan las gotas, ya de por sí gruesas y las lanzan en forma de goterones al «pluviómetro tramposo», que se «alimenta» por tanto del mix lluvia convencional-lluvia horizontal.

Figura 16.4. Estación de Cruz de Tejada, con el arbolado en su radio de influencia



Figura 16.5 Contraste entre la zona empapada por la precipitación horizontal en el entorno del arbolado y el resto del pavimento seco. Si hay árbol hay agua, si no, no



No cabe duda que la función principal de los bosques canarios es la producción de agua en cantidad considerable y de gran calidad. Los Servicios Ecosistémicos que de forma continuada aportan nuestros bosques (producción de agua de primera calidad, protección de suelos frente a lluvias torrenciales, salvaguarda de la biodiversidad, creación de paisaje para disfrute de locales y visitantes, etc.) los hacen insustituibles y merecedores de multiplicar su superficie actual. De hecho el beneficio que generan los bosques y matorrales densos en Canarias en forma de servicios ambientales (principalmente en producción de agua) asciende a unos 600 millones de Euros anuales, según la aplicación del programa VANE (Valorización de los Activos Naturales de España-Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2010).

No obstante para una parte importante de la población local, el árbol que no produce frutos no es digno de ser plantado. Quizá si se le explicase a la Ciudadanía la cantidad de beneficios que generan a la sociedad, verían que, aparte de «frutos comestibles» existen otros igual de importancia, aunque el beneficio no se pueda medir de forma directa. En este sentido los bosques de Pino canario y Monteverde expuestos a la influencia del paso de nubes y por tanto susceptibles de captar agua de las nubes son altamente rentables.

Especies como el Pino canario han sufrido y sufren todavía una verdadera persecución, en parte debido a los cambios drásticos de uso del territorio, fruto de las repoblaciones obligatorias de los años 50 y 60 y en parte a la visión utilitarista de nuestra sociedad, que solo valora los beneficios tangibles y medibles. Sería muy importante poder documentar la producción de agua por precipitación horizontal de nuestros montes. Poder informar, por ejemplo, que en un lugar cayeron 20 litros por lluvia normal y que por precipitación horizontal cayeron 25 litros más, puede ser un verdadero notición, dado que la población canaria celebra cada lluvia de importancia como un acontecimiento.

16.4. La precipitación horizontal, ¿fenómeno local y aislado?

Es preciso en este momento plantearse para las zonas altas, bien expuestas y cubiertas de arbolado, qué datos de precipitación son los correctos. Si así como existe una red de pluviómetros convencionales repartidos por todo el territorio, existiese una red complementaria para medir la precipitación horizontal en los bosques, nos sorprenderíamos del impagable servicio que realizan nuestros bosques como «productores» de agua de calidad y cantidad apreciable. Ejemplos como los del pasado noviembre demuestran que en ciertos días se pueden recoger en todas las islas grandes cantidades de agua, que de forma serena se precipita y se infiltra en su gran mayoría. Solo hacen falta «obstáculos» y nubes densas y en movimiento.

A raíz del fenómeno que se produce en la estación meteorológica de la Cruz de Tejada se está estudiando con la AEMET la posibilidad de crear una primera red de pluviómetros bajo arbolado en Gran Canaria para documentar la precipitación horizontal en el territorio (NARANJO, J. com. Pers.). Como posibles emplazamientos se consideran La Laguna de Valleseco, Cruz de Tejada, Tamadaba, Corral de Los Juncos y Moriscos.

Como ya se ha comentado, casi todas las lomas y crestas que se enfrentan a los vientos dominantes en cotas por encima de los 500 metros aproximadamente, son susceptibles de recoger precipitación horizontal en las islas. Aparte de las nubes

Figura 16.6. 1 de noviembre de 2019. Pino insigne quemado y seco a causa del Gran Incendio de Valleseco (Gran Canaria) de agosto de ese año. Este pino «celebra» el *Día de los Difuntos* de la mejor forma que conoce, regalando el agua que recoge de la bruma, a pesar de estar muerto y desprovisto de acículas



del alisio, cabe indicar que en situación de borrasca, las lomas expuestas el oeste y sur-oeste captan seguramente cantidades importantes de precipitación horizontal, en este caso «solapadas» con la lluvia convencional, abundante en estas situaciones meteorológicas. Es por esto, que nuestras montañas y, sobre todo las que están expuestas al paso de nubes, deberían estar arboladas, para no dejar pasar ninguna nube sin que pague «su peaje».

En el marco de la Certificación Forestal, herramienta para documentar, tanto la generación de productos forestales como la gestión forestal de forma sostenible, el sistema de Certificación Forestal FSC® contempla desde el año 2019 la posibilidad de certificar los Servicios Ecosistémicos (salv guarda y mejora de biodiversidad, suelos, agua, recreo, cuencas hidrográficas). Uno de los objetivos que se persigue con visibilizar la existencia de Servicios Ecosistémicos es promover el pago/compensación por brindar dichos servicios. Considerando que alrededor del 80% del suelo es de titularidad privada en Canarias, es por un lado de justicia compensar a los propietarios de bosque por «donar a la sociedad» los beneficios que generan sus terrenos en forma de servicios ambientales. Por otro lado este mecanismo compensatorio podría animar a muchos propietarios a convertir sus terrenos baldíos en bosques, con el consiguiente beneficio para la comunidad y el propietario.

16.5. Precipitación horizontal y Cambio Climático

Nos encontramos en un momento de grandes cambios, donde es muy difícil vislumbrar lo que el futuro nos depara en cuanto a climatología. Solo sabemos que la situación va a ir a peor y que los procesos de calentamiento están siendo muy rápidos. Ante este panorama muy poco halagüeño, solo nos queda pertrecharnos de las herramientas necesarias para «capear el temporal» de la mejor forma posible.

La hoja de ruta a nivel global está bastante clara: abandono urgente de la «Cultura del Petróleo», cambio en la dieta incidiendo en productos de origen vegetal, reutilización, plantación masiva de árboles a nivel planetario, etc. Para una islas con unas condiciones ambientales inigualables (rica biodiversidad con alto grado de endemidad, suelos ricos y profundos que permiten la presencia de bosques de un alto valor ecológico, clima suave y sin extremos, etc.) el Cambio Climático puede suponer un verdadero drama. Si bien hay soluciones que a nivel local se nos escapan hay una que está en nuestras manos, conseguir el máximo nivel de arbolado y cubierta vegetal en nuestras islas. De hecho por encima de los 700-900 msnm. deberían dominar los espacios arbolados, siendo flexibles en la elección de especies (incluir frutales forestales en propiedades particulares) y en las densidades (creación de dehesas en los pastizales, bosques abiertos en zonas estratégicas por incendios). Pero lo que resulta imprescindible es arbolar todas aquellas zonas donde es de esperar que el paso de nubes deje precipitación horizontal. Quizá sea esa la única forma de «recuperar» el agua que el Cambio Climático dejará de aportarnos en forma de lluvia convencional.

Referencias bibliográficas

- Ceballos, L. y Ortuño, F. (1953). *El bosque y el agua en Canarias*. Revista Montes. 418-423 pp. Madrid.
- Ceballos Fernández de Córdoba, L. y Ortuño Medina, F. (1976). *Vegetación y Flora Forestal de las Canarias Occidentales*. 2º Edición. Excmo. Cabildo Insular de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife. 433 pp.
- Fernández López, A. (1993). *La Laurisilva Canaria, un ecosistema frágil y amenazado*. Revista Montes N° 30. 4º trimestre de 1992.
- Kämmer, F. (1974). *Klima und Vegetation auf Tenerife, besonders im Hinblick auf den Nebelniederschlag*. Scripta Geobotanica Bd.7 Göttingen.
- Molina Roldán, J.(1993).*La precipitación horizontal en Canarias*. Documento no publicado
- Santamarta Cerezal, J.C. (2011). *Sistemas de recursos hidráulicos en medios volcánicos*. Tema 9; Precipitación horizontal. Universidad de La Laguna.
- Santana Pérez, L. (1987). *Las precipitaciones de niebla en Tenerife*. Simposio Internacional de Recursos hidráulicos. Canarias. Agua 2000. Puerto de la Cruz.

Capítulo 17

Los montes de las Islas Canarias y las aguas subterráneas, importancia y retos de futuro

JUAN CARLOS SANTAMARTA CEREZAL
Dr. Ingeniero de Montes

17.1. Introducción

Las Islas Canarias, a pesar de tener unos recursos hídricos escasos, tienen una hidrología singular. Existen a lo largo del Archipiélago ecosistemas conectados y dependientes de las aguas subterráneas, como son los bosques de galería. Estas formaciones están constituidas principalmente por la saucedá canaria y otras especies hidrofíticas. La presión a la que están sometidos los recursos hídricos en las islas, sobre todo los recursos subterráneos, están afectando a estos ecosistemas. Su supervivencia depende de una correcta planificación hidrológica, la aplicación de la Directiva Marco del Agua para reducir el impacto constante a esta vegetación singular, que tiende a desaparecer o a ser sustituido por otras especies.

17.2. La hidrología de las islas volcánicas

Las islas oceánicas de origen volcánico, en particular las Islas Canarias, tienen una hidrología singular. En Canarias no existen grandes ríos como en los terrenos continentales, pero si existen pequeños arroyos permanentes en zonas donde las condiciones hidrológicas son favorables, como el del barranco de las Angustias en la Isla de La Palma o el arroyo del Cedro en La Gomera, entre otros. Por otra parte, a lo largo de las islas, principalmente en las occidentales con mayor pluviometría, existen numerosos nacientes que alimentan de agua a los ecosistemas que habitan en los barrancos. Los barrancos volcánicos son desniveles bruscos en el terreno que han sido formados por el efecto de erosión provocadas por las precipitaciones. Morfológicamente, estos cauces son muy pronunciados y en forma de «V» en las zonas altas de las islas (dorsales) y las medianías, que es donde existe mayor concentración de precipitaciones, sobre todo en las zonas de influencia de los vientos alisios (Santamarta, 2014). Los barrancos están secos durante la mayor parte del año, solamente llevan agua cuando llueve. En las Islas Canarias estas precipitaciones tienen carácter torrencial. Las cuencas hidrológi-

cas son de extensiones más reducidas en comparación con las continentales. Los tiempos de concentración son reducidos (Santamarta, 2013).

Los suelos volcánicos, cuando son jóvenes, son muy porosos y permeables. Esto supone que los valores de escorrentía en términos generales sean muy bajos. Un ejemplo de esta circunstancia lo tenemos en la isla más joven, geológicamente hablando, de las Islas Canarias. El Hierro, con una edad aproximada de un millón de años, existe muy poca escorrentía y prácticamente cuando llueve, una gran parte del agua se infiltra en el terreno. Por estos aspectos comentados, la isla, tiene una orografía con pocos barrancos, pues no ha dado tiempo a que la erosión hídrica los haya formado. El paso del tiempo hace que los materiales volcánicos se vayan volviendo más impermeables en términos generales, por diferentes procesos químicos y físicos, o bien, por efecto de diferentes procesos geológicos y de la erosión. La erosión en los lechos de los barrancos pueden hacer aparecer materiales impermeables, como el complejo basal formado por materiales submarinos. En las Islas Canarias existen varios ejemplos, como los complejos basales que afloran en La Gomera, La Palma o Fuerteventura. Esta característica del terreno se ha aprovechado en la isla de La Gomera para la construcción de grandes presas, 24 en total, eso sí con pequeñas capacidades de almacenamiento comparadas con las de la península ibérica y con aterramientos importantes por la erosión y arrastre de materiales que producen las lluvias y el régimen torrencial de las cuencas hidrológicas donde se hallan. A lo largo de los años, se ha tratado de modelizar la escorrentía de las Islas Canarias usando modelos y fórmulas experimentales, pese a las diferencias entre los suelos volcánicos y los de la península ibérica, que en algunos casos han sobredimensionado la escorrentía. Esto ha supuesto numerosos errores a la hora de gestionar los recursos hídricos.

Las islas volcánicas, y en particular las islas occidentales de Canarias, disponen de acuíferos importantes. Al igual que la hidrología superficial, las aguas

Figura 17.1. Sistema radical en el monteverde canario



Fuente: Santamarta (2019)

subterráneas son singulares en las islas y merecen un estudio aparte. Los acuíferos en general se encuentran dispuestos a grandes cotas sobre el nivel del mar, es decir, están sobreelevados. Se desarrollan desde la cota 0, a nivel del mar, formando el acuífero costero, hasta cotas que en algunas islas superan los 1500 metros sobre el nivel del mar. Esto ha generado toda una «minería del agua», para extraer el recurso hídrico mediante galerías de agua (Santamarta, 2017). Por ejemplo, en Tenerife, el 85% de los recursos hídricos, provienen del subsuelo, más del 95% en la isla de La Palma, de ahí la importancia de estos acuíferos. En ocasiones, estos recursos brotan de manera natural a través de los manantiales o nacientes. Los nacientes también pueden aparecer vinculados a la formación de acuíferos colgados, que son almacenes de agua subterránea por encima del nivel piezométrico del acuífero basal en la zona no saturada. Si se dan las condiciones geológicas adecuadas, este flujo de agua llega a la superficie. Los nacientes son muy importantes por la relación que tienen con los ecosistemas que forman a lo largo de los barrancos y que analizaremos en los siguientes apartados.

Los bosques en las Islas Canarias tienen una gran importancia y relación con estos recursos hídricos subterráneos. Son una vía de entrada para la recarga de los acuíferos insulares. Por un lado, reducen la erosión hídrica, sujetan el suelo, reducen la escorrentía y favorecen la infiltración con unos sistemas radiculares importantes como se puede observar en la figura 17.1. Por otro lado, cuando ocurren precipitaciones en las masas forestales, parte de esa precipitación es interceptada por el dosel de la vegetación, otra parte de la lluvia transcurre por el tronco, antes de llegar al suelo; así reducen la energía con la que la precipitación llega al suelo y favorecen una infiltración lenta.

17.3. Una precipitación singular, la lluvia horizontal

En las Islas Canarias existe una precipitación singular, denominada precipitación de niebla u horizontal. Esta precipitación es generada por el mar de nubes (figura 17.2) transportadas por los vientos alisios. Generalmente se observa en las islas occidentales y en algunas zonas muy concretas en las islas orientales (Fámarra y Jandía). Las nubes al ser arrastradas por el viento a través de obstáculos depositan por contacto las gotitas de agua, que al agruparse dan lugar a una gota de mayor diámetro que cae al suelo por la acción de la gravedad (Santana, 1986). Esta precipitación horizontal es provocada por los alisios, vientos que se dirigen hacia el Ecuador desde el anticiclón de las Azores y alcanzan Canarias por el Nordeste de las islas, en particular por sus zonas orientadas a barlovento.

Esta «precipitación oculta» tiene efectos positivos en el bosque, ya que por un lado permiten que se den las condiciones ideales para la formación de un bosque subtropical, como es el bosque de laurisilva. La precipitación horizontal y, en algunos casos el rocío, aportan a la vegetación una humedad y recursos hídricos para completar los balances hídricos de la zona de su influencia, sobre todo en islas con pocos recursos hídricos como Lanzarote (Santamarta & Seijas, 2010).

Figura 17.2. Mar de nubes en la isla de la Palma

Fuente: Santamarta (2019)

Sin embargo, según Ritter y Regalado (2013) la hipótesis de que la precipitación horizontal en general represente una cantidad de agua relevante que contribuye a la humedad edáfica y complementa la demanda hídrica del bosque es una hipótesis que no ha sido demostrada suficientemente. El estudio realizado por Kämmer (1974) ya hacía referencia a la poca relevancia de esta precipitación de niebla en los bosques nublados de Anaga de Tenerife y los estudios posteriores en el Parque Nacional de Garajonay (La Gomera) también coinciden en la poca relevancia de la precipitación de niebla como recurso hídrico del suelo (Ritter et al., 2008), siendo mucho más relevante el efecto que tiene la presencia de la niebla reduciendo la transpiración del bosque (Ritter et al., 2009).

17.4. Bosques que dependen de las aguas subterráneas en las Islas Canarias

Como se comentó, algunos barrancos de las Islas Canarias, fundamentalmente en las islas occidentales (Gomera, La Palma y Tenerife) aunque también Gran Canaria, disponían de pequeños cursos donde fluía el agua de manera más o menos permanente, sobre todo en periodos después de las lluvias. Algunas especies forestales de las Islas Canarias necesitan ambientes más húmedos donde desarrollarse. Estos pequeños ecosistemas lo forman los cauces de barrancos con mayor disponibilidad hídrica.

Estos cauces referidos, se pueden alimentar de pequeños nacientes, aunque cada vez en menor cuantía debida a la sobreexplotación de los acuíferos. Muchos de estos nacientes se utilizaron como embocaduras de galerías de agua para incrementar el caudal de la captación de agua durante el siglo pasado. Por ese motivo, esa escorrentía dejaba de transcurrir por los barrancos de manera perma-

nente y, por consiguiente, comenzó a afectar a la vegetación aguas abajo que necesitaba ese ambiente húmedo.

Algunas especies forestales de las Islas Canarias necesitan ambientes más húmedos donde desarrollarse. Estos pequeños ecosistemas lo forman los cauces de barrancos con mayor disponibilidad hídrica. Estos cauces referidos, se pueden alimentar de pequeños nacientes, aunque cada vez en menor cuantía debida a la sobreexplotación de los acuíferos. Muchos de estos nacientes se utilizaron como embocaduras de galerías de agua para incrementar el caudal de la captación de agua en el siglo pasado. Por ese motivo, esa escorrentía dejaba de transcurrir por los barrancos de manera permanente y, por consiguiente, comenzó a afectar a la vegetación aguas abajo que necesitaba ese ambiente húmedo.

Aun así, podemos encontrarnos ejemplos de estos pequeños cauces permanentes en diferentes Islas de Canarias, en la isla de La Palma (barranco de Las Angustias) como se puede ver en la figura 17.3, Tenerife (barranco del Infierno), Gran Canaria (barranco de la Mina) o el arroyo del Cedro en La Gomera. Existen más arroyos, pero de dimensiones muy pequeñas que sólo aparecen tras un periodo de precipitaciones.

Como ejemplos de esta vegetación hidrofítica, se encuentran: el culantrillo (*Adiantum capillus-veneris*), el viñátigo (*Persea indica*), la berraza (*Apium nodiflorum*), la anea o enea (*Typha domingensis*), juncos (*Juncus spp.*), las juncias (*Cyperus spp.*) o la lenteja de agua (*Lemna minor*). Se puede afirmar que los hábitats de esta vegetación son los más alterados de los presentes en las Islas, debido sobre todo a la escasez de recursos hídricos disponibles que han hecho que se disminuyan o desaparezcan los caudales que antes fluían por las islas, particularmente en las islas occidentales.

De los casos posibles de especies vinculadas a estos ambientes húmedos destacan los bosques de galería formados por la saucedada canaria (*Salix canariensis*) autóctona de Canarias, aunque también está presente en Madeira (Portugal). Son ecosistemas azonales. Esta especie dulceacuícola, de carácter heliófilo, puede llegar a los 10 metros de altura. Se desarrolla en cotas entre los 250 y 1500 metros de altitud. La saucedada se vincula a los barrancos con flujos de agua permanente o donde el nivel freático se aproxima a la superficie, por ese motivo su presencia es muy reducida en Canarias, por las cuestiones anteriormente indicadas. Este tipo de vegetación forma el equivalente en la Península Ibérica al bosque de galería, pues las especies se van situando a ambos lados de los cursos de agua o en el lecho de los barrancos hasta las zonas cercanas a la costa, donde las grandes fluctuaciones de agua y el aire cargado de humedad marina afectan a su desarrollo.

La mayor concentración de las saucedadas se da en la Caldera de Taburiente, compartiendo localización con el pinar canario. Aunque en otras islas también podemos encontrar este tipo de bosque, por ejemplo, en el barranco de los Cernícalos, incluido en la Reserva Natural Especial de Los Marteles, o en el barranco de Azuaje (figura 17.4), Barranco de Teror, la cuenca del barranco de Tejada y en el Guinguada (barranco de la Mina), todos en la isla de Gran Canaria. En Tenerife, nos encontramos estas saucedadas en los barrancos de Afur y el Cercado en la zona de Anaga, en el norte de la isla. La saucedada canaria comparte estos espacios con otras especies introducidas, del mismo género, como la mimbrera (*Salix fra-*

Figura 17.3. Saucedas en el barranco de Las Angustias en la isla de La Palma



Fuente: Ángel Palomares Martín

gilis) (en Gran Canaria más con *Populus alba*), que en algunos casos la sustituye al no permitir su regeneración. En las zonas cercanas a la costa es sustituido por el tarajal (*Tamarix canariensis*). En la isla de El Hierro y en la Gomera existen zonas puntuales con esta especie asociada a hábitats hidrofíticos.

Otra vegetación a considerar en los barrancos de las Islas Canarias son las denominadas «barreras verdes». Las barreras verdes se localizan en los fondos de barranco de las redes hidrográficas insulares. Desde el punto de vista de la vegetación potencial estas zonas albergan formaciones normalmente monoespecíficas, a veces con azonalidad edáfica (palmeral, saucedas, tarajalera), y en el caso del monte verde alberga la imponente, por su altura, «laurisilva de galería» con dominancia de especies como el Til (*Ocotea foetens*), el Viñátigo (*Persea indica*) o el Barbusano (*Apollonias barbujana*). Estos ecosistemas mantienen una rica biodiversidad tanto vegetal como animal y estéticamente incorporan al paisaje un valor positivo. A nivel hidrológico, hay que destacar los siguientes efectos positivos como la reducción de la erosión, reducción del efecto de las avenidas, aumento del efecto del rocío y la precipitación horizontal (Santamarta et al., 2012).

17.5. Las saucedas de Canarias y la Directiva Marco del Agua

El artículo 6 de la Directiva Marco del Agua (DMA), Registro de Zonas Protegidas, establece que los Estados miembros velarán por que se establezca uno o más registros de todas las zonas incluidas en cada demarcación hidrográfica que hayan sido declaradas objeto de una protección especial, en virtud de una norma

comunitaria específica. Las saucedas canarias son ecosistemas terrestres directamente dependientes de las aguas subterráneas. La presión sobre los recursos hídricos subterráneos en las Islas Canarias, principalmente en las islas Occidentales y en Gran Canaria, han producido un impacto constante a este ecosistema, que tiende a desaparecer o a ser sustituido por otras especies.

Uno de los primeros pasos que se deben dar para elaborar los planes hidrológicos de las 7 Islas Canarias (la isla de la Graciosa, va incluida en la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote) es la realización de un análisis de las características de la demarcación. Entre los datos que hay que indicar se encuentra el listado de masas de agua subterránea de las que dependen directamente ecosistemas terrestres directamente dependientes de las aguas subterráneas (ETDAS).

Las saucedas pueden considerarse dependientes de una masa subterránea porque se dan las siguientes circunstancias:

- Es un ecosistema alimentado directamente por la masa de agua subterránea y de manera visible a través de nacientes.
- Es un ecosistema que presenta una comunidad característica directamente relacionada con la presencia de un nivel freático próximo y con la composición química de las aguas subterráneas.
- La hidrología del ecosistema está estrechamente vinculada a la masa de agua subterránea y a las variaciones de los niveles freáticos.

17.6. Conclusiones y retos de futuro

Las saucedas canarias y su ecosistema asociado de bosque de galería, son el mayor ejemplo existente en las Islas de un sistema forestal conectado con las aguas subterráneas. Canarias, actualmente, está desarrollando el Tercer Ciclo del Plan Hidrológico y del Segundo Ciclo de Planes de Inundaciones. Durante 2019, se publicaron los documentos del Esquema Provisional de Temas Importantes (EPTI) de las siete Demarcaciones Hidrográficas de Canarias, donde aparecen estos ecosistemas como puntos importantes a proteger de manera especial siguiendo las instrucciones de la DMA. Otro problema importante que puede acarrear la desaparición de los bosques de galería es la sustitución de las saucedas por especies invasoras como la caña (*Arundo donax*) u otras especies pirofíticas, lo que hace que se formen zonas con mucho combustible y el consiguiente peligro de incendios forestales. El reto de futuro es reducir la presión e impacto sobre estos ecosistemas, evitando su desaparición y compatibilizándolo con un aprovechamiento del acuífero insular de manera sostenible.

Referencias bibliográficas

Kämmer, F. 1974. Klima und Vegetation auf Tenerife, besonders in Hinblick auf den Nebelniederschlag. Scripta Geobotanica 7: 1-78.

- Regalado, C.M. y Ritter, A.; 2013. Scaling *Erica arborea* transpiration from trees up to the stand using auxiliary micrometeorological information in a wax myrtle-tree heath cloud forest (La Gomera, Canary Islands). *Tree Physiol.* 33: 973-985.
- Ritter, A., C.M. Regalado y G. Aschan; 2009. Fog reduces transpiration in tree species of the Canarian relict heath-laurel cloud forest (Garajonay National Park, Spain). *Tree Physiology* 29: 517-528.
- Santamarta, J.C.; 2017. Tratado de Minería de Recursos Hídricos en Islas Volcánicas Oceánicas. Colegio de Ingenieros de Minas del Sur y Canarias.
- Santamarta, J.C.; 2014. Hidrología de las islas volcánicas; singularidades y contribución de la ingeniería forestal. *Revista Montes* 116: 26-31.
- Santamarta, J.C.; 2013. Hidrología y recursos hídricos en islas y terrenos volcánicos. Colegio de Ingenieros de Montes.
- Santamarta, J. C.; Guzmán, J.; Neris, J.; Arraiza Bermudez-Cañete, M. P. Y Ioras, F.; 2012. Forest Hydrology, Soil Conservation and Green Barriers in Canary Islands. «*Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*», v. 4 (n. 2). 9-13.
- Santamarta, J.C.; 2010. Fundamentos y tecnologías para la captación y uso del agua procedente de la lluvia horizontal en los montes canarios 100: 15-20.
- Santana Pérez, L.; 1987. Precipitaciones de nieblas en Tenerife. Simposio Internacional de Recursos hidráulicos Canarias Agua 2000. Puerto de La Cruz. Tenerife.

Capítulo 18

Retos en la eficiencia del regadío en Canarias

NOEL MACHÍN BARROSO
Ingeniero Agrónomo

18.1. Introducción

El agua en Canarias es un recurso escaso. El clima subtropical de las islas tiene precipitaciones bajas y concentradas en el período invernal, lo cual dificulta la realización de cultivos en secano. Además de variaciones estacionales también las hay por altitud y orientación: las vertientes sur de las islas son mucho más secas que las vertientes norte, y dentro de las vertientes norte, las zonas de medianías acogen las mayores precipitaciones. Por ello los cultivos de secano se suelen concentrar en éstas. Los cultivos en regadío en las zonas de costa han tenido importancia en Canarias ya desde la conquista por los castellanos, que emplearon en ellos las aguas provenientes de nacientes naturales (León, J. 1984).

Por otra parte, el origen de las aguas para aprovechamiento humano en las distintas islas es diverso: mientras que en las islas de Tenerife, La Palma o El Hierro predominan las aguas subterráneas, en las de Gran Canaria y La Gomera también tienen un papel destacado las aguas superficiales recogidas en presas, y en las más áridas de Lanzarote y Fuerteventura tienen un papel destacado las desaladoras.

El sector agroforestal es un importante consumidor de agua en las Islas Canarias, y dentro de él en concreto el subsector agrícola. En la tabla 18.1 se puede comprobar como, salvo en las islas de Lanzarote y Fuerteventura, la proporción de agua que se dedica al riego de los cultivos es importante, superando el 40% en las islas centrales y destacando el 87% de la isla de La Palma.

El borrador del Plan de Regadíos de Canarias (Hernández Abreu, J.M. 2013) contiene un resumen de la historia de los regadíos de Canarias, de cómo se pasó del uso de las aguas superficiales y de nacientes al complejo sistema existente en la actualidad, diferente además en cada isla y por comarcas que es una lectura obligada para comprender ese proceso y la situación actual.

En un contexto de cambio climático donde las tendencias previstas para las islas son de aumento de las temperaturas (y por tanto de necesidades hídricas de los cultivos) y reducción de las precipitaciones (Amblar-Francés et al, 2017), re-

presenta un reto para el sector agroforestal hacer el mejor uso posible de los recursos hídricos disponibles, y más concretamente para el sector agrícola, como principal consumidor.

Tabla 18.1: Consumos Hídricos Agrícolas por islas

Isla	Consumo agrícola (Hm³)	% sobre total	Año de referencia
Lanzarote	1,56	7,3%	2015
Fuerteventura	1,37	3,4%	2015
Gran Canaria	66,7	42,7%	2015
Tenerife	85,3	45,5%	2012
La Gomera	5,07	64,6%	2015
La Palma	71,1	87,7%	2015
El Hierro	1,72	51,8%	2015

Fuente: Planes Hidrológicos Insulares de 2º ciclo

En este capítulo intentaremos recopilar la información existente en las islas sobre consumos hídricos agrícolas, necesidades de riego de los cultivos y eficiencia de regadíos, apuntando a modo de conclusiones las mejoras posibles, tanto desde el punto de vista de las posibles carencias de información como de las prácticas a realizar en campo para mejorar la eficiencia de uso del agua, como recurso escaso que es.

18.2. Eficiencia de regadíos

¿En qué consume agua un cultivo? Básicamente los usos del agua que hace una planta son los siguientes:

- **Conformación de sus tejidos:** los tejidos vegetales, excepto la madera, tienen un elevado contenido en agua. Además, el agua es la base de la savia, fluido que emplea la planta para el transporte de elementos entre sus distintos órganos.
- **Fotosíntesis:** una de las fases clave del proceso de la fotosíntesis es la ruptura de una molécula de agua para la captación de CO₂ atmosférico.
- **Transpiración:** la forma que tiene la planta de controlar su temperatura interior es mediante la transpiración de vapor de agua a través de sus estomas. Esta transpiración sirve además de motor para el movimiento de la savia.

De estos tres usos, el de la transpiración resulta el más importante, tanto es así que para la determinación de las necesidades hídricas de los cultivos los otros dos resultan despreciables.

La eficiencia en el uso del agua se puede definir como la relación entre el agua utilizada y la que realmente es necesario utilizar en un determinado espacio de tiempo. En una zona regable, las principales operaciones de manejo del agua serían las siguientes (Hernández Abreu, J.M. 2013):

- Captación y almacenamiento del agua .
- Conducciones para uso general (urbano, agrario, industrial, etc.).
- Almacenamiento general en la zona de riego.
- Conducciones generales de distribución en la zona de riego.
- Almacenamiento en finca.
- Aplicación en finca.

Para cada una de estas operaciones sería posible determinar una eficiencia parcial, que agregadas darían una eficiencia global para la zona regable. Sin embargo, como en Canarias los sistemas de captación y distribución de aguas no son exclusivos del agua de riego, no es posible estimar una eficiencia en los peldaños superiores, y nos vamos a centrar en la última parte, la eficiencia de riego en finca.

Ésta se puede definir como el «Volumen de agua que tiene un destino beneficioso para el cultivo comparado con el volumen de agua aplicado, en un determinado espacio y durante un tiempo fijado que ya ha pasado» (Burt, M. et al. 1997). Se calcula mediante la siguiente expresión:

Ecuación 18.1

$$Er = \frac{Nb}{Vf}$$

Donde:

Er: Eficiencia de Riego en Finca.

Nb: Volumen de agua aplicado en finca con un destino beneficioso para el cultivo.

Vf: Volumen de agua aplicado en finca.

La coletilla de «destino beneficioso» se refiere, además del agua consumida por el cultivo, a usos del agua como aplicación de fracciones de lavado al emplear aguas de mala calidad, o al agua gastada en la limpieza de filtros, por ejemplo.

¿Cómo se determinan las necesidades de riego de los cultivos? Ya hemos explicado el consumo que las plantas hacen del agua que absorben por las raíces. Sin embargo, no toda el agua aplicada a los cultivos es absorbida por los mismos, parte se evapora directamente de la superficie del suelo. Por ello se creó el concepto de la «Evapotranspiración», que aúna tanto la transpiración de las plantas como la evaporación desde el suelo.

La FAO (2006) nos detalla en su manual nº 56: «Evapotranspiración del cultivo. Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos» los métodos recomendados para calcular las necesidades de riego de los cultivos.

Estos métodos se basan en el concepto de la evapotranspiración de referencia (ET_0), que es la de un cultivo de pasto de unas características específicas, sin restricciones de agua. Una vez calculada esta ET_0 , se puede calcular la Evapotranspiración del cultivo (ET_c), mediante la aplicación de unos coeficientes de cultivo (K_c), determinados para cada cultivo y en cada ubicación. Los dos métodos recomendados por la FAO son:

- Penman-Montieth-FAO: ecuación que determina la ET_0 mediante el uso de datos agroclimáticos (humedad ambiental, temperatura, radiación solar, velocidad y duración de los vientos principalmente).
- Tanque Evaporimétrico Clase A: método alternativo que consiste en medir la evaporación del agua de un depósito abierto de unas características concretas y estimar la ET_0 y la ET_c mediante los denominados coeficientes de tanque.

En Canarias tenemos dos ejemplos de recomendaciones de riego para cultivos basados en el cálculo de la ET_0 y ET_c por el método de Penman-Montieth-FAO:

- Red SIAR: red de estaciones agrometeorológicas gestionadas por el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, adecuadas para el cálculo de la evapotranspiración de referencia y que mediante el empleo de los respectivos K_c presta un servicio de recomendaciones de riego a nivel regional.
- Recomendaciones de riego de Agrocabildo: red de estaciones agrometeorológicas pertenecientes al Cabildo Insular de Tenerife, con las que se elabora semanalmente una recomendación de riego.

Mediante el uso de datos climáticos se pueden determinar las necesidades de riego de los cultivos, y se pueden comparar con los consumos reales de los mismos para determinar la eficiencia en el uso del agua en los cultivos. En los siguientes apartados trataremos de ahondar en los datos disponibles para Canarias, tanto de consumos hídricos agrícolas como de eficiencia de regadíos.

18.3. Consumos hídricos agrícolas: estudios realizados en Canarias

El consumo hídrico de los distintos cultivos es un dato de importancia para la planificación del uso de los recursos hídricos disponibles y de las infraestructuras hidráulicas necesarias para ponerlos a disposición de los regantes. Sin embargo, no es un dato fácilmente disponible en la mayoría de los casos.

Es necesario realizar estudios con una metodología de encuesta a regantes de la zona y/o cultivo que se pretende estudiar para obtenerlo. No obstante, no resulta un trabajo sencillo, en función de las características de la zona regable estudiada.

En primer lugar cabría preguntarse: ¿sabe un agricultor cuánta agua consume su cultivo? La respuesta es que no siempre lo sabe. El reparto de agua para regadío suele realizarse aún en muchas zonas regables de Canarias por conducciones abier-

tas (canales y atarjeas), donde se vierten y mezclan aguas de distinta procedencia que después se distribuyen a lo largo del recorrido de estas infraestructuras. La medición de los caudales se realiza mediante vertederas. Estos caudales son variables a lo largo del tiempo y están sujetos a pérdidas, que pueden ser importantes. Por otra parte, el sistema de reparto de las aguas de un determinado origen puede ser:

- Mediante dulas: en este sistema a cada regante le corresponde un determinado número de horas del chorro de agua cada cierto tiempo (usualmente 10 o 15 días).
- Mediante fiel: el agua se reparte en una arquilla dividiéndose el chorro en pequeñas porciones en función de lo que le corresponde a cada propietario, discurriendo a partir de entonces por conducciones independientes hasta cada uno de los destinatarios.
- Mediante contadores en redes a presión: es el sistema más moderno, pero sólo está implantado en algunas zonas.

Además se debe tener en cuenta que cada explotación puede tener varios orígenes de aguas diferentes, con lo que el tema se vuelve más complejo.

Figura 18.1. Antigua vertedera para medición de caudales en conducciones abiertas



Un ejemplo de zona regable compleja podría ser la Isla Baja, en el noroeste de Tenerife, abarcando territorio de los municipios de Garachico, Los Silos y Buenavista del Norte. En ella podemos encontrar varios canales donde se vierten aguas de distintos orígenes (galerías, nacientes, pozos), para su distribución entre los regantes. Además hay una red de riego a presión con una balsa de cabecera de gestión pública donde se vierten los sobrantes del invierno para su uso posterior

en épocas de escasez. También encontramos una desaladora de agua de mar que distribuye a los regantes mediante una red a presión con contadores, así como pozos y galerías con conducciones propias de distribución.

En el extremo opuesto, como zona regable sencilla podríamos poner el ejemplo del Valle del Golfo, en el municipio de La Frontera, isla de El Hierro. Es una zona de regadío reciente, donde se inició el cultivo del plátano en la década de los 70 del siglo XX con la perforación de pozos y la construcción de sorribas. En la actualidad dicha zona está dotada de redes de riego a presión con contadores y depósitos de cabecera, siendo el mayor la balsa del Golfo, donde fundamentalmente se puede verter agua de los pozos de Los Padrones, La Frontera, Tigaday y de una desaladora. Todos los caudales están controlados y registrados, con lo que sería sencilla de estudiar. En el año 2005, por ejemplo, el consumo medio de la platanera (en invernadero y riego por aspersión), estaba en torno a los 7.800 m³/ha y año.

En los siguientes apartados haremos un recorrido, a modo de revisión bibliográfica, por los estudios más destacables sobre el agua y los consumos hídricos agrícolas realizados en las islas, desde los años 70 hasta la actualidad:

Años 70 del Siglo XX

El «*Estudio científico de los recursos de agua en el archipiélago Canario, SPA-15*» (1975), sentó las bases del conocimiento sobre la hidrología del archipiélago que se tiene en la actualidad. El «*Proyecto de Planificación y explotación de aguas de las Islas Canarias, MAC-21*» (1978) vino a complementar los estudios del SPA-15, actualizando sus datos a 1978, y se centró también en el estudio de las demandas de agua. Como ejemplo, ya el MAC-21 cuantificaba que el plátano consumía el 60% del agua agrícola (León, J., 1984).

En esta década también se puede mencionar el *Estudio sobre Dotaciones y Eficiencia de Riego en los principales cultivos, por zonas, en la Isla de Tenerife* (Pérez Regalado, 1973, Op cit, Cabildo de Tenerife, 2005).

Años 80 del Siglo XX

En esta década podemos destacar en primer lugar el Proyecto de Planificación y Explotación de los Recursos Hidráulicos de las Islas Canarias (CANHIDRO) (INTEC y EISER, 1980). También encontramos varios estudios específicos sobre consumos hídricos agrícolas, realizados mediante una metodología de encuesta a regantes:

- «*Estudio por encuesta de los consumos actuales de agua en la Agricultura de la isla de Tenerife*» (1981), elaborado por la Empresa ICSA-Gallup.
- «*Estudio de los Consumos y Necesidades Hídricas Agrarias en las Islas Canarias*» (1987), elaborado por SYSCONSULT-AICASA.

Otros estudios desarrollados durante esta década de los que se encuentran referencias son:

- *Evaluación de Sistemas de Riego en la Isla de Tenerife*, IRYDA (1982) (Op cit. Cabildo de Tenerife, 2005).
- *Estudio científico sobre los requerimientos de agua de los cultivos en Gran Canaria y la viabilidad del proyecto de planificación platanera*, Hernández Suarez (1982) (Op Cit. León, J., 1984).

Como ejemplo de los consumos hídricos obtenidos en esta década, insertaremos una tabla con datos de la encuesta de ICSA-Gallup, para el cultivo del plátano, que posteriormente compararemos con datos más recientes.

Tabla 18.2: Consumos Unitarios de la platanera en Tenerife en 1981

Zona	Método de riego	Frecuencia	Consumo (m ³ /ha año)	Desviación típica	Variación (%)
Norte	Manta	49%	17.710	5.261	30
	Aspersión	11,5%	13.364	3.049	23
	Localizado	39,5%	9.903	2.508	25
Sur	Manta	26%	23.500	5.816	25
	Aspersión	24%	16.036	4.589	29
	Localizado	50%	13.085	1.686	13

Fuente: Cabildo de Tenerife (2005)

Años 90 del Siglo XX

En esta década se produce el desarrollo de la planificación hidrológica en las islas y paralelamente de infraestructuras de riego comunitarias, principalmente redes de riego y embalses, que tendrán en muchos casos como paso previo un estudio detallado de la zona regable, normalmente por el método de encuestas a regantes. Podemos mencionar de este periodo como ejemplos los siguientes:

- *Proyecto de redes de riego a presión* (en El Valle del Golfo, Frontera) (1991).
- *Caracterización de la zona agrícola de Las Galletas, Tenerife, para el estudio del balance de agua de los cultivos* (Reyes Carlos, J.A, 1999).

Siglo XXI

Si bien en los ya 19 años transcurridos de este siglo se han seguido desarrollando infraestructuras de regadío, y se ha avanzado en la planificación hidrológica, nos vamos a centrar en dos estudios realizados en la primera década del siglo:

- *Estudio sobre consumos hídricos agrícolas, evaluación de sistemas de riego y estimación de la eficiencia de los regadíos de la isla de Tenerife* (Cabildo de Tenerife, 2005).
- *Encuesta de regadíos de Gran Canaria* (GMR Canarias, 2009).

Estos dos estudios comparten sus bases metodológicas y sus objetivos, que consisten en determinar, mediante un trabajo de encuestas a regantes, los consumos hídricos de los diversos cultivos existentes en ambas islas. En el caso de Tenerife se llegó más lejos, gracias a la existencia de la red de avisos de riegos del Cabildo Insular, y se determinó la eficiencia de regadíos para los cultivos del plátano y el tomate, los más destacados en consumo hídrico en aquella época (sobre todo el primero). A continuación nos extenderemos más sobre ambos estudios, al ser los datos más recientes y completos existentes a nivel del archipiélago.

18.4. Estudio sobre consumos hídricos agrícolas, evaluación de sistemas de riego y estimación de la eficiencia de los regadíos de la isla de Tenerife.

Se trataba de un ambicioso proyecto, para el que se contó con un equipo joven y entusiasta, que tenía como objetivos:

- Inventario y caracterización de los regadíos de la isla de Tenerife.
- Cuantificación de los consumos unitarios de los principales cultivos existentes y su distribución estadística por zonas de la isla.
- Determinación de la uniformidad de aplicación (UD) del agua en finca.
- Estimación de las eficiencias de riego (en este caso solo para los cultivos de platanera y tomate).
- Incorporación de la información obtenida en un Sistema de Información Geográfica (SIG).
- Comparativa de la evolución de los consumos hídricos agrícolas en Tenerife.
- Cálculo de un Consumo Hídrico Global Agrícola de la Isla de Tenerife, desagregado por comarcas.

Datos de partida.

Como datos de partida para su ejecución se contó con los siguientes:

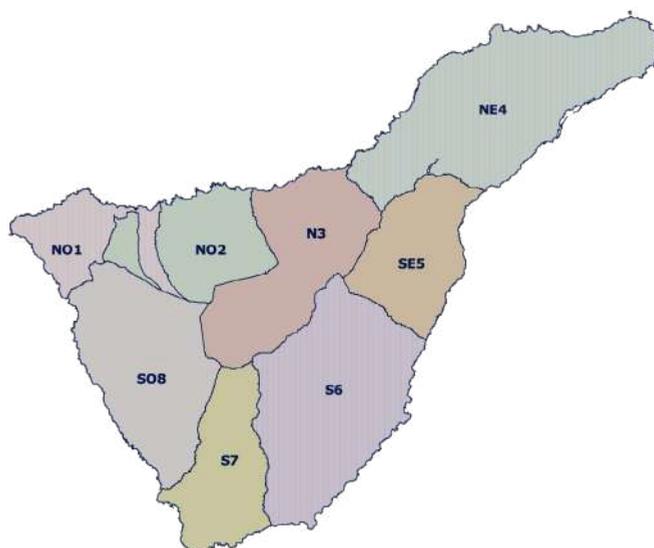
- Actualización del Mapa de Cultivos de la Isla de Tenerife (2004): elaborado por el Cabildo Insular entre los años 2003-2004, ofrecía una información precisa y actualizada de la presencia y distribución de los cultivos en la isla.

- Estudio sobre consumos hídricos agrícolas de la Isla de Tenerife (1981): realizado por ICSA-Gallup y ya mencionado anteriormente, sirvió como base para la elaboración del cuestionario de la encuesta, y conocer el tamaño y distribución de las explotaciones agrícolas de la isla, así como la dispersión estadística de los datos como informaciones previas para determinar cuestiones como el número de encuestas necesarias y su distribución por cultivos y por zonas de la isla.
- Red de estaciones agrometeorológicas del Cabildo de Tenerife: sus datos se emplearon para la determinación de la eficiencia de regadíos.
- Red de Estaciones Pluviométricas del INM (actual AEMET): los datos de la extensa red pluviométrica del Instituto Nacional de Meteorología (Actual Agencia Española de Meteorología) permitieron estimar si los resultados de la encuesta respondían a un año húmedo o seco, y también para determinar la precipitación efectiva.

Zonificación

Para la realización de este estudio se optó por una zonificación en ocho zonas agroclimáticas diferenciadas en la isla de Tenerife. Se debe tener en cuenta que una subdivisión requiere el aumento del número de encuestas, siendo éste un valor prácticamente prefijado en base a los datos previos del estudio de 1981 y al gasto previsto en la elaboración del estudio de 2005. Por ello, si bien en el estudio de 1981 sólo se pudieron establecer diferencias entre las vertientes norte y sur, en este caso se realizó una subdivisión mayor, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 18.2. Zonificación del Estudio de Regadíos de Tenerife



Fuente: Cabildo de Tenerife (2005)

Encuesta a regantes

El número estimado de encuestas a realizar en función de los datos de partida estaba en torno a las 850. Este número permitiría obtener una precisión de ± 200 m³/ha y año con un nivel de confianza del 90 %.

Teniendo en cuenta que para determinadas combinaciones de cultivo-zona podía quedar un número demasiado reducido de encuestas en algunos casos se aumentaron. Por otra parte, las encuestas se subdividieron entre los distintos cultivos en función de la importancia de los mismos en el consumo de agua y la superficie que ocupaban en la isla, llegándose finalmente a un número de 888 encuestas previstas.

Tabla 18.3: Distribución de encuestas por cultivos del Estudio de regadíos de Tenerife

Número de encuestas a realizar por cultivo	% explotaciones encuestadas	
Platanera	293	20 %
Tomate	65	16 %
Papa regadío	132	7 %
Viña regadío	96	7 %
Frutales subtropicales y cítricos	56	18 %
Hortalizas y ornamentales	128	12 %
Huertos familiares	118	12 %
Total	888	100 %

Fuente: Cabildo de Tenerife (2005)

En total fueron realizadas 1.005 encuestas, de las cuales resultaron analizables 959 (el 95,4%) y se consideró válido el valor de consumo unitario en 859 (el 85,5%). Un total de 46 encuestas fueron desechadas íntegramente (el 0,45%).

Realización de la encuesta

Para elegir las explotaciones a encuestar, a cada encuestador se le asignaba un cultivo y una zona concreta. Disponía sobre papel de un mapa con la distribución de dicho cultivo en la zona y el número de encuestas que debía realizar en cada polígono catastral donde dicho cultivo se hallaba presente.

Para elegir las explotaciones a encuestar debía tener en cuenta una serie de criterios, como que tuvieran un único cultivo y un único sistema de riego, y que no fueran colindantes a una explotación ya encuestada. Sin embargo, en algunos casos, por falta de explotaciones encuestables se podía soslayar alguno.

Para la realización de la encuesta se empleaba una aplicación informática cargada en una agenda electrónica con GPS. Dicha aplicación permitía realizar cálculos y comprobaciones en los datos in-situ durante la encuesta, con lo cual se podían corregir errores sobre la marcha. Además se podía realizar un recuento de la explotación encuestada para conocer con precisión su superficie, dato imprescindible para una correcta estimación de los consumos unitarios.

La estructura del cuestionario a realizar incluía:

- Entradas de agua en la finca: caudales, duración, frecuencia, dulas, etc.
- Descripción de la explotación: superficie, invernaderos, estanque.
- Descripción del cultivo: marco de plantación, superficie, duración, etc.
- Características de la instalación de riego: filtrado, fertirrigación, automatismos, emisores, conducciones, etc.
- Hábitos de manejo del regante: duración e intervalos entre riegos en las diversas etapas del cultivo, etc.

La determinación de los consumos unitarios se podía realizar por diversas vías, en función de los datos que aportara el regante en sus respuestas a la encuesta. Ya sea por la suma de las entradas a la finca, si se confirma que toda el agua se consume efectivamente en el riego, por una respuesta directa gracias a los registros de un contador, o bien en base a las respuestas sobre los hábitos de riego del regante, según la duración de los riegos y el intervalo entre estos en las distintas etapas del cultivo. Esto permitía que en algunos casos se consiguiera el resultado por distintas vías y se pudiera contrastar su validez en el momento, o bien descartar alguno de los resultados por errores o incongruencias.

Posteriormente todos los datos obtenidos eran revisados en gabinete y validados, para su posterior tratamiento estadístico.

Como ejemplo se incluye una tabla con los consumos unitarios para el cultivo de la platanera para dos zonas concretas: el Valle de la Orotava y la vertiente Suroeste. En ella se muestran los Consumos unitarios para cada zona y sistema de riego, y junto a ellos el número de encuestas de las que se obtiene dicho dato. Obviamente, el dato es más fiable estadísticamente cuantas más encuestas se hayan usado para obtenerlo.

Se puede apreciar como en el Valle de la Orotava aún existían explotaciones con riego a manta (por superficie), mientras que en la zona Suroeste no. En el resto de los casos se comprueba que los consumos unitarios eran sensiblemente superiores en la zona Suroeste, siendo la diferencia más destacada en los sistemas de riego localizado.

Si comparamos estos datos con los de la tabla 18.2, se puede apreciar que, si bien hubo una cierta reducción de los consumos unitarios, lo más destacable sería no obstante el cambio en la proporción existente de los distintos sistemas de riego, donde, como ya se mencionó anteriormente, las explotaciones con sistemas de riego por superficie disminuyeron (de hecho desaparecieron en el sur), en favor de sistemas de riego más eficientes como el localizado.

Tabla 18.4: Consumos Unitarios del cultivo de la platanera en dos zonas del Estudio de regadíos de Tenerife

Platanera		Consumos Unitarios (m ³ /ha y año)			
Método de riego	Sistema de cultivo	Valle de la Orotava	Suroeste		
Manta	Aire libre	18.186	9	—	0
	Invernadero	—	0	14.211	3
Aspersión	Aire libre	12.637	8	14.169	18
	Total	12.637	8	14.165	21
Localizado	Invernadero	—	0	12.654	34
	Aire libre	8.544	28	14.577	30
	Total	8.544	28	13.684	64
Total		10.796	45	13.795	85

Fuente: Cabildo de Tenerife (2005)

Evaluación de los sistemas de riego

En una segunda fase del trabajo, eran seleccionadas una de cada cinco explotaciones encuestadas para la realización de una evaluación del sistema de riego, siempre en sistemas de riego a presión. En total se realizaron 142 evaluaciones de riego: 105 en sistemas de riego localizado y 37 en sistemas de riego por aspersión. La metodología empleada fue la planteada por el Irrigation Training and Research Centre (ITRC) de California (Burt, C. et al, 2004). Los factores específicos que se tuvieron en cuenta fueron:

- a) Falta de uniformidad debida a diferencia de presiones en el sistema ($UD_{\Delta P}$)

Ecuación 18.2

$$UD_{\Delta P} = \left(\frac{P_{25\%}}{P} \right)^x$$

Donde:

$P_{25\%}$: media aritmética del 25% de las presiones más bajas.

P: media aritmética de las presiones medidas.

x: exponente de descarga del emisor.

- b) Falta de uniformidad debida a espaciamentos desiguales entre plantas y/o emisores (UD_{ed}).

Ecuación 18.3

$$UD_{ed} = \frac{LAS_{menor}}{LAS_{med.pond.}}$$

Donde:

LAS_{menor} : Lámina de agua menor aplicada semanalmente (mm).

$LAS_{med.pond.}$: Lámina de agua media, ponderada por superficie, aplicadas semanalmente (mm).

- c) Falta de uniformidad por drenajes desiguales de los emisores una vez finalizado el riego (UD_{dd}).

Ecuación 18.4

$$UD_{dd} = 1 - \left(\frac{t_{extra}}{t_{med}} \right) \times \%Sup.afectada$$

Donde:

t_{extra} : tiempo de drenaje extra tras el cierre del riego (minutos).

t_{med} : tiempo medio de riego (minutos).

$\%Sup. afectada$: % de superficie afectada por el drenaje extra medido. (Se calcula el valor promedio de drenaje extra de todas las superficies afectadas).

- d) Falta de uniformidad debido a otros factores (UD_{otros}): éste es realmente el factor más relevante, ya que mide las diferencias de caudal en los emisores durante el riego y pone de relieve obturaciones, emisores de mala calidad, etc.

Ecuación 18.5

$$UD_{otros} = 1 - \frac{1}{\sqrt{e}} + \frac{1}{\sqrt{e}} \times \left(\frac{q_{25\%}}{q_{med}} \right)$$

Donde:

$q_{25\%}$: media aritmética del 25% de los caudales más bajos aforados (l/h).

q_{med} : media de los caudales aforados (l/h).

e : número de aforadores por elemento.

A partir de estas uniformidades parciales se determina una uniformidad de distribución global (UD_{global}). El cálculo se basa en el concepto de elemento, entendido como la máxima superficie o número de plantas que reciben agua, dentro del cual la falta de uniformidad carece de importancia (Burt, 1997).

Ecuación 18.6

$$UD_{global} = 1 - \sqrt{(1 - UD_{\Delta P})^2 + (1 - UD_{ed})^2 + (1 - UD_{dd})^2 + (1 - UD_{otros})^2}$$

Para la obtención de los datos necesarios se realizaba un trabajo de campo con un equipo de dos personas que debía desarrollar un protocolo de trabajo que variaba en función de que se tratara de un sistema de riego localizado o por aspersión.

Para el caso de sistemas de riego localizado, la evaluación de riego consistía básicamente en:

- Toma de medidas de caudal en 16 emisores de tres laterales diferentes (inicial, medio y final) de un turno de riego.
- Toma de medida de caudal en los 16 emisores iniciales a la mitad de la presión normal de trabajo para determinar el exponente de descarga.
- Toma de presiones al principio, mitad y final de laterales primero y último de tres subunidades del turno evaluado.
- Medición de drenaje en un emisor inicial y otro final para determinar drenajes desiguales.
- Toma de muestra de agua para medida de pH y CE.
- Toma de muestra de residuos en el final de un lateral usando un calcetín de nylon.

La realización de todo este trabajo en lo que dura un riego de un turno (normalmente menos de una hora de tiempo), requiere de un trabajo previo de selección de los laterales, colocación de los aforadores, colocación de tomas para medidas de presión, localización de llaves o reguladores de presión para reducir la presión a la mitad de la normal (o el método más empleado de colocación de una llave de mariposa en el lateral en cuestión que finalmente se retiraba reparando el corte con un empate).

Figura 18.3. Válvula de mariposa para reducir la presión y medir exponente de descarga del emisor en riego localizado



Fuente: Cabildo de Tenerife (2005)

Para el caso de riego por aspersión, una evaluación requería los siguientes pasos:

- Medida de presiones y caudales de 4 aspersores de tres turnos (primero y final de primer y última lateral).
- Medir tiempo de drenaje al finalizar el riego.
- Realizar una prueba de uniformidad en 6 aspersores, montando una red de pluviómetros a una separación de 1x1 m, anotando duración del riego y controlando la presión de trabajo durante el mismo.

Al igual que para el caso de riego localizado, la realización de la misma requiere de un trabajo previo de selección de aspersores, colocación de tomas manométricas y aforadores, selección del lugar para la prueba de uniformidad y montaje de la red de pluviómetros (que podía incluir la necesidad de limpiar la parcela). Estos trabajos se podían complicar en el caso de sistemas de aspersión fija (por otro lado muy habituales en platanera). En estos casos la mejor forma de tomar medidas de caudal era simplemente cubrir el aspersor con una bolsa atada a su pie y con una esquina abierta para recoger el caudal.

Figura 18.4. Conformación de cuadrícula de pluviómetros en riego por aspersión



Fuente: Cabildo de Tenerife (2005)

En algunos casos de riego por aspersión, sobre todo en el caso de la papa, que se emplean aspersores de grandes caudales, normalmente se riega por grupos de aspersores, y las evaluaciones se realizaban en esos grupos. No obstante, era ne-

cesario tener en cuenta que el área mojada por los aspersores se solapaba con las de otros que se regaban posteriormente. Por ello en gabinete se realizaban cálculos de ese solape y se estimaba una uniformidad de distribución más real que la obtenida en el ensayo de campo, que había sido, por razones de tiempo, parcial.

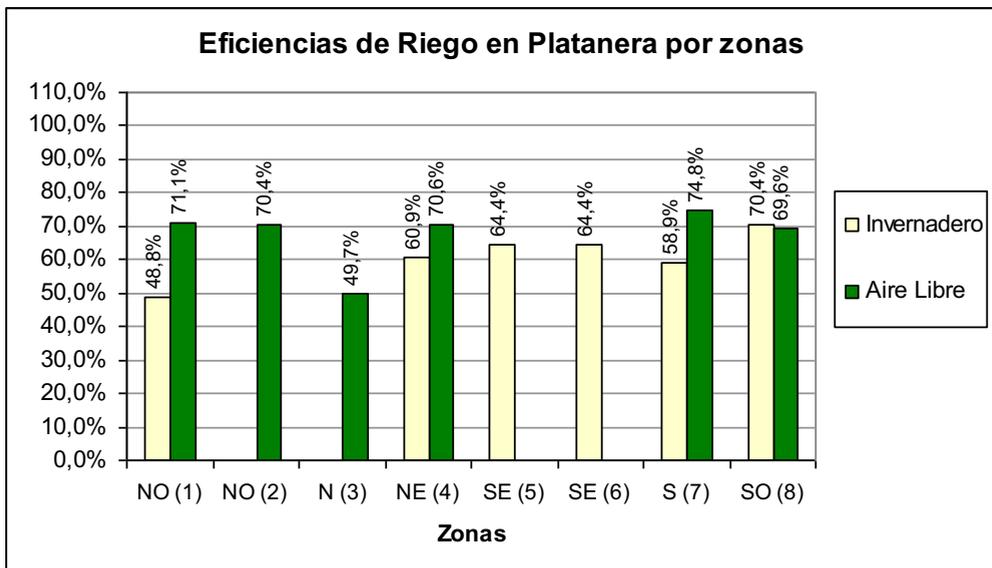
Como resultados de estas evaluaciones, en las explotaciones dedicadas al tomate en las vertientes suroeste y sureste, las UD_{global} estuvieron en torno al 80%, valores bastante respetables. Para el caso de la platanera, y en riego localizado, se alcanzan también valores altos, superiores al 80% en muchas zonas. En este caso se debe tener en cuenta que el número de emisores por elemento suele ser superior a uno, con lo cual los valores de uniformidad mejoran respecto al caso del tomate, donde suele haber un emisor por planta y las condiciones, por tanto, son más estrictas.

Estimación de las eficiencias de riego

Para cada zona del estudio se estimó la eficiencia de riego en los cultivos de platanera y tomate. Para ello se empleó la ecuación 16.1. Como valores de Volumen aplicado en finca (Vf) se tomaron los valores medios de los consumos resultantes de las encuestas. Las necesidades de riego (Nb) se tomaron de las recomendaciones de riego realizadas, para dichos cultivos, por el Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo de Tenerife.

En el caso de la platanera, las eficiencias medias de riego en finca para riego localizado se estimaron en un 70% al aire libre y un 60% en invernadero. Esta

Figura 18.5. Eficiencia de riego en finca para riego localizado en platanera en Tenerife



Fuente: Cabildo de Tenerife (2005)

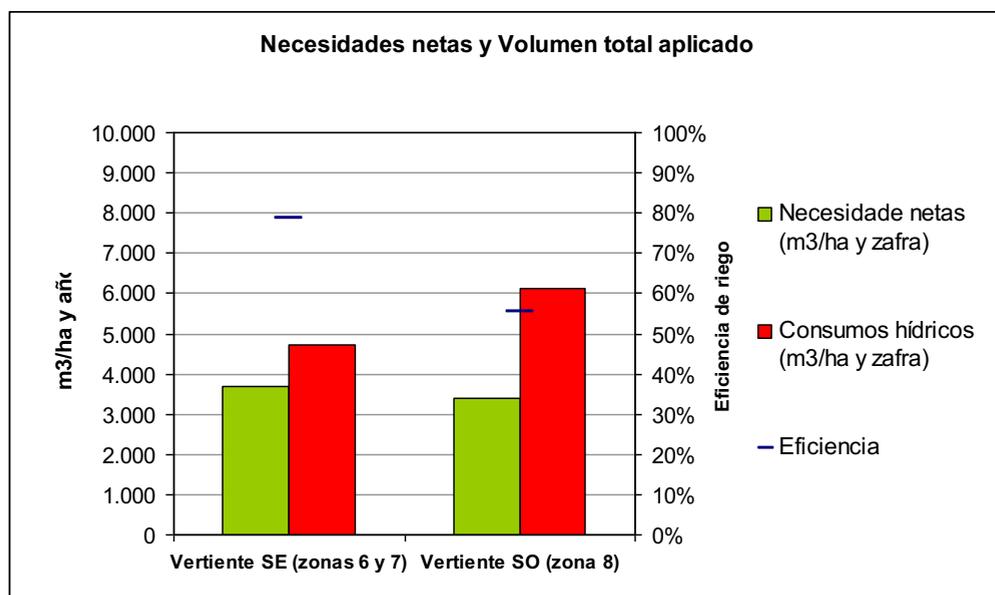
diferencia se debe a que, aunque las necesidades de riego en el interior de invernadero son menores, los consumos hídricos son muy similares. La zona con un riego menos eficiente fue la del Valle de la Orotava, con una media de menos del 50%.

Para riego por aspersión las eficiencias de riego fueron muy dispares, variando desde el 70% al aire libre en la zona suroeste hasta el 34% al aire libre otra vez en el Valle de la Orotava.

Para riego a manta se estimaron eficiencias inferiores al 30%.

Para el cultivo del tomate, se estimó la eficiencia de riego en las zonas suroeste y sureste, donde había mayor concentración de cultivos de tomate de exportación y para las que se hacían las recomendaciones de riego. Como resultado se estimó una eficiencia media del 79% en vertiente sureste y algo menos del 60% en vertiente suroeste. Esto se debió a que, aunque las necesidades de riego en esta vertiente eran inferiores, los consumos hídricos resultaban superiores.

Figura 18.5. Eficiencia de riego en finca en tomate en Tenerife



Fuente: Cabildo de Tenerife (2005)

Consumo Hídrico Global

Dentro del Estudio de Regadíos de la isla de Tenerife también se estimó el consumo hídrico global de la agricultura de Tenerife, en unos 97,5 Hm³ para el año 2004. Este consumo se desagregó por cultivos y por zonas, tanto para la zonificación del estudio como para la del Plan Hidrológico Insular. Destacaba el cultivo de la platanera con 50,75 Hm³, el 52% del consumo hídrico agrícola de la isla.

18.5. Encuesta de regadíos de Gran Canaria

Una vez concluido el estudio de regadíos en Tenerife la Consejería de Agricultura del Gobierno de Canarias se planteó replicar dicho estudio en la isla de Gran Canaria, llevándose a cabo el trabajo a través de la empresa pública GMR Canarias, con colaboración de la empresa TRAGSA.

Como ya se ha comentado, este estudio comparte base metodológica con el de Tenerife. Gracias a la participación en el nuevo trabajo de dos miembros del equipo que realizó el estudio de Tenerife (el Ingeniero Agrónomo Mauricio Labrador y la Ingeniero Informática Eva González), se pudo realizar una mejora importante en la aplicación empleada para la encuesta. En este caso se emplearon tablet en lugar de PDA.

Otras mejoras aplicadas fueron principalmente en la metodología de las evaluaciones de riego. Por la experiencia anterior, se dio menos énfasis a procedimientos como la medida de los drenajes desiguales, que en el anterior estudio se demostraron poco influyentes en los resultados y muy complejos de evaluar, en favor de las medidas de caudales y presiones en el sistema.

Los objetivos de este trabajo eran:

- Determinar el consumo unitario de los principales cultivos de la isla.
- Caracterización de los regadíos de Gran Canaria.
- Cálculo de la uniformidad de riego en los principales cultivos.
- Integración de los resultados en un Sistema de Información Geográfico.
- Desarrollo de un aplicativo para el cálculo de los consumos unitarios.

Las encuestas se realizaron entre los años 2007 y 2008. En principio se definió un número de 700 encuestas a realizar, repartidas entre los diferentes cultivos. Finalmente se realizaron 757, de las que se validaron 554. El cultivo que más encuestas recibió fue la platanera (257), seguido de los hortícolas y papa (156) y el tomate (108).

Consumos Hídricos Unitarios y Demanda Hídrica Global

Los resultados del Estudio se analizaron estadísticamente para comprobar si existían realmente diferencias entre las distintas zonas propuestas. En la siguiente imagen se muestra la zonificación adoptada por el estudio y su correspondencia con la zonificación del Plan Hidrológico de Gran Canaria.

También se estudiaron las posibles diferencias existentes en los consumos tanto por sistemas de riego empleados, la existencia o no de invernaderos o la diferente altitud de las parcelas encuestadas. En la mayoría de los casos, las diferencias existentes, cuando las había, no eran estadísticamente significativas, por lo que se llegaba a un único valor de consumo unitario para cada cultivo en toda la isla.

- Platanera: si bien se aprecia un menor consumo hídrico en los cultivos de la zona de la Aldea de San Nicolás, el bajo número de encuestas (3) realizadas en dicha zona no aconsejaba emplear ese dato, por lo que finalmente se consideró un valor de consumo unitario de 11.647 m³/ha y año.
- Tomate: en este caso se apreciaron diferencias en función del sistema de cultivo en suelo frente al hidropónico. Estas diferencias estarían en torno a los 2.000 m³/ha y año. Finalmente, se tomó un valor promedio de 7.089 m³/ha y año.
- Hortalizas: este grupo presentaba el problema de su gran heterogeneidad. Sin embargo, se observaba que los consumos dentro de invernadero eran inferiores a los de aire libre, y que las explotaciones mayores tenían consumos medios inferiores a las de menor tamaño. El valor unitario para invernadero estimado fue de 5.424 m³/ha y año y para aire libre de 7.117 m³/ha y año.
- Subtropicales y cítricos: este también es un grupo heterogéneo y además en él se hicieron pocas encuestas (26). Por ello, aunque a priori los consumos en el cultivo del aguacate parecían inferiores (2.873 m³/ha y año, 3 encuestas), finalmente se tomó un valor medio de consumo de 6.525 m³/ha y año.
- Ornamentales: este grupo era tremendamente heterogéneo, y con sólo 3 encuestas se obtuvo un consumo medio de 10.605 m³/ha y año, valor que hay que tomar con precaución.
- Frutales templados: este cultivo solo se riega en un 31%. Con solo dos encuestas válidas, el consumo unitario obtenido fue de 5.571 m³/ha y año.

Figura 18.6. Zonificación de la Encuesta de Regadíos de Gran Canaria



Fuente: GMR Canarias (2009)

Con los datos obtenidos, y apoyándose en los de Tenerife para aquellas categorías que no se encuestaron o para las que no se consideraban estadísticamente fiables los consumos obtenidos, se estimó la Demanda Hídrica, tanto por cultivos como por zonas, para la isla de Gran Canaria, resultando $65,29 \text{ Hm}^3$ anuales. De entre los cultivos destaca aquí también la platanera, con $21,07 \text{ Hm}^3$ (32 % del total).

Evaluación de los sistemas de riego

Como ya se mencionó anteriormente, de la experiencia del estudio de Tenerife se deducía que la complicación de medir drenajes y espaciamentos desiguales no se justificaba por la baja influencia que tenían en la uniformidad de riego, por lo que se centró la realización de las evaluaciones en la medición de presiones y caudales.

- Platanera: se realizaron 27 evaluaciones, 23 en goteo y 3 en microaspersión (la aspersión se estima que representa el 1 % de la superficie de cultivo). Los resultados dieron una uniformidad en torno al 80 %, algo menor en microaspersión. El empleo de emisores autocompensantes daba como resultado mejor uniformidad en las fincas evaluadas.
- Tomate y hortalizas: se realizaron 17 evaluaciones. 9 en riego por goteo en suelo y 8 en riego hidropónico. La uniformidad media fue del 75 %, con la curiosidad de que la uniformidad de las explotaciones evaluadas con hidroponía fue peor que la de cultivo en suelo. Como en el caso anterior, la presencia de goteros autocompensantes elevaba la uniformidad.

Eficiencia de regadíos

La Encuesta de regadíos de Gran Canaria no realizó una estimación de la eficiencia de riego. Pese a ello, vamos a intentar hacer una aproximación para una zona en concreto (zona norte), empleando los datos de una estación de la red SIAR, la estación de Gáldar, y para un cultivo en concreto, en este caso la platanera, muy abundante en el entorno de dicha estación.

Los datos de las distintas estaciones de la red SIAR están almacenados y disponibles en internet. Además aporta directamente los datos ya calculados de ET_0 , lo cual facilita enormemente los cálculos. Para calcular la evapotranspiración del cultivo usaremos los coeficientes K_c obtenidos por la Dra. Carmen Luisa Suárez (Méndez, C., 2014).

Para estimar la ET_c se han sumado las ET_0 por meses y se han multiplicado por su correspondiente K_c . Los resultados se exponen en la Tabla 18.5.

Tabla 18.5: Evapotranspiración de referencia del cultivo para platanera en la zona norte de Gran Canaria para el año 2008 (Estación de Gáldar)

Año 2008	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)
Ene	67,81	1,11	75,27
Feb	72,23	1,01	72,95
Mar	106,08	0,81	85,92
Abr	137,25	0,56	76,86
May	148,44	0,49	72,74
Jun	137,04	0,56	76,74
Jul	133,51	0,77	102,80
Ago	131,83	0,94	123,92
Sep	108,88	1,08	117,59
Oct	97,08	1,21	117,46
Nov	73,20	1,21	88,58
Dic	64,30	1,13	72,66
Total	1.277,65		1.083,50

Fuente: Red SIAR, ICIA

Para ese año, la precipitación registrada en dicha estación fue de 119,8 mm. Este valor tan bajo lo podemos despreciar y considerar por tanto una precipitación efectiva (Pe) igual a 0.

Para el cálculo de las necesidades de riego necesitaríamos la uniformidad de distribución de agua (dato obtenido en la Encuesta), y un valor medio de la Conductividad Eléctrica (CE) del agua de la zona (dato que finalmente no se obtuvo en la Encuesta). Supongamos que ese valor de CE fuera de 1,2 dS/m (valor alto pero aceptable para el cultivo de platanera). En ese caso, siguiendo las indicaciones de Méndez (2014), usaríamos la expresión:

Ecuación 18.7

$$Nr = \frac{ETc - Pe}{CU * 1 - LR}$$

Donde:

Nr: Necesidades de riego.

ETc: Evapotranspiración del cultivo.

Pe: Precipitación efectiva.

CU: coeficiente de uniformidad de riego.

LR: requerimientos de lavado (Se calcula LR= CE/8).

Dando como resultado 15.933 m³/ha de necesidades de riego para ese año, valor que comparado con el consumo hídrico del cultivo (11.648 m³/ha) nos da una eficiencia de aplicación superior al 135 % (es decir, los agricultores consumen mucha menos agua de la necesaria).

De todos los datos empleados, el único meramente orientativo era el de la calidad del agua, los demás eran reales y contrastados. Haciendo un análisis de sensibilidad respecto al valor de la CE, si aumentáramos ésta a 1,6 dS/m (valor muy malo), o lo redujéramos a 0,45 dS/m (valor muy bueno), las necesidades de riego oscilarían entre 16.929 m³/ha y 14.351 m³/ha, valores que siguen estando por encima del consumo realmente realizado por los agricultores.

Estos resultados se pueden interpretar de dos formas: o bien los agricultores están aplicando un riego deficitario de algo más del 25 % (poco probable), o bien los K_c empleados no son apropiados para esta zona y mayoran los consumos en exceso.

18.6. Reflexiones finales

La información sobre la eficiencia de los regadíos en Canarias es escasa, como hemos podido comprobar en la revisión bibliográfica realizada en este capítulo, existiendo solo datos concretos recientes para los cultivos de platanera y tomate de la isla de Tenerife. Es evidente que sería necesario ampliar los estudios sobre este tema a otras islas y cultivos, ya que esta información es vital para un correcto uso de un recurso escaso y costoso como es el agua en Canarias. Incluso, con los años ya transcurridos, quizá fuera necesario plantear una nueva actualización de los estudios ya realizados.

La existencia de zonas regables con presencia de redes de riego a presión, y por tanto con datos de consumos fiables, sería una buena oportunidad de ir recabando esa información.

Como ya se explicó anteriormente, el sistema de captación y distribución de agua en las islas es complejo y no es exclusivo de la agricultura, por lo que es difícil determinar datos concretos sobre la eficiencia de la captación y la distribución de agua para riego. Sin embargo, a nivel de zonas regables o comarcas dentro de las islas se pueden apuntar unas acciones que pueden estudiarse para cada caso particular dirigidas a mejorar la eficiencia en el uso del agua:

- Construcción de depósitos para almacenar excedentes invernales en cotas altas de las zonas regables: la experiencia de la red de balsas construidas en el norte de Tenerife demuestra que se puede hacer un uso más eficiente del agua cuando se dispone de estas infraestructuras.
- Redes de distribución a presión: la sustitución de las conducciones abiertas por cerradas y el control de los consumos mediante contadores son también una herramienta fundamental para disminuir las pérdidas de agua y obtener información fiable sobre los consumos reales. Además pue-

den permitir un ahorro de energía al reducir las necesidades de bombeo dentro de las explotaciones.

- Reutilización para el riego de aguas regeneradas: de este modo se le puede dar un segundo uso al agua, permitiendo bien un aumento de la superficie cultivable o una menor presión de extracción sobre los acuíferos.
- Gestión de la extracción en pozos: la aplicación de las medidas anteriores permitirían hacer una gestión racional de los pozos, que sólo serían explotados en caso de necesidad, o bien se podrían realizar extracciones de poco caudal de forma continuada para complementar otras fuentes y limitar así los riesgos de salinización por intrusión marina.
- Cierres hidráulicos en galerías: hay experiencias que demuestran que con la realización de cierres hidráulicos en galerías se pueden regular las extracciones adecuándolas a los consumos y eliminando la necesidad de crear depósitos de almacenamiento de grandes dimensiones (Luis Brito, E. 2009).

A nivel de explotación agrícola, la eficiencia de aplicación de riego tiene que estar basada en primer lugar en un buen diseño de la instalación de riego. Ese diseño es el que va a permitir aplicar agua de forma uniforme al cultivo. Con una buena uniformidad de aplicación de agua no necesitaremos aplicar excesos de agua para conseguir que todo nuestro cultivo reciba al menos el agua necesaria para desarrollarse adecuadamente. Empleando una expresión matemática, una buena Uniformidad de aplicación de agua es una condición necesaria, pero no suficiente para regar de forma eficiente.

Para instalaciones ya existentes, en los apartados precedentes se ha explicado la metodología que se puede aplicar para comprobar si existen problemas de falta de uniformidad, ya sea por mal diseño, obturaciones, etc. Es importante además realizar un buen manejo de la instalación, y un mantenimiento de los puntos críticos, como los elementos de filtrado.

Es muy conveniente instalar contadores en los cabezales de riego. Aunque se trata de un elemento costoso, su utilidad es innegable, ya que, además de darnos información sobre nuestros consumos reales de agua, puede avisarnos de la presencia de averías como fugas de agua, o electroválvulas que no abren, por poner dos ejemplos concretos.

Es muy recomendable la lectura de la hoja divulgativa «*Manejo eficiente del riego*» (Renz, O., 2020), elaborada por la Oficina Insular de Asesoramiento al Regante del Cabildo Insular de Tenerife, donde se condensan conceptos y recomendaciones para una mejora de la eficiencia del manejo de sistemas de riego en finca.

En cuanto a la determinación de las necesidades de riego de los cultivos, ya hemos comentado en apartados anteriores la existencia de las recomendaciones de riegos tanto de la Red SIAR (www.icia.es) como del Cabildo Insular de Tenerife (www.agrocabildo.org).

Para la aplicación de dichas recomendaciones, o para cultivos o zonas que no estén adecuadamente cubiertos por ellas, podemos optar por realizar nuestra propia recomendación mediante datos agroclimáticos (hoy en día el coste de una estación agrometeorológica fiable es bastante asequible), o bien del empleo de sensores de humedad de suelo.

El Instituto Canario de Investigaciones Agrarias llevó a cabo un proyecto de investigación sobre este tema: Manejo sostenible de sorribas: Evaluación de estrategias de distribución de agua en la zona no saturada (Ritter, A., y Regalado, C. 2008). El informe final está disponible en internet, y puede dar una orientación sobre las posibilidades de estas tecnologías.

Figura 18.7. Tensiómetro en cultivo de platanera



Como ejemplo de trabajo de investigación y desarrollo en el ámbito de la eficiencia de riego, merece la pena mencionar el proyecto «Valoración de la eficiencia del riego en el cultivo de la platanera en Canarias» (Zerolo et al, 2020) desarrollado por el Departamento Técnico de COPLACA (Cooperativa Platanera Canaria) durante los años 2015 y 2016. En el mismo contaron con la colaboración del Ingeniero Agrónomo Jorge Zerolo, consultor en gestión de riego y cultivos con experiencia en monitoreo de riego con sensores de humedad de suelo (Se recomienda visitar su página www.cuantoregar.com).

El proyecto consistió en implementar sistemas de monitoreo de la humedad del suelo con sondas capacitivas que miden contenido volumétrico de agua, combinadas con una sonda que mide potencial matricial y temperatura (conectadas a un datalogger y registrando datos en continuo) y un dispositivo full stop como indicador de avance del frente húmedo y extracción de muestras de drenaje. Este sistema de monitoreo, combinado con la toma de datos como Ritmo de Emisión de Hojas (LER) y lecturas de contador entre otros permite hacer recomendacio-

nes de riego para ajustar mejor el consumo a las necesidades reales de las plantas, aunque en ocasiones las mejoras se encuentran limitadas por deficiencias en el diseño agronómico o la uniformidad de los sistemas de riego existentes.

En una línea similar de trabajo, dentro del proyecto «*Optimización de los sistemas de producción de aguacate*», en el que participan, entre otros, el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA) y el Cabildo Insular de Tenerife, se está realizando un ensayo de eficiencia de riego en un cultivo de aguacates. Para ello se ha instalado una estación meteorológica y se ha monitorizado el riego de varios árboles con sondas TDR y tensiómetros con transductor de presión. En este caso se incluyen también sensores de flujo de savia, al ser un cultivo leñoso. Cuando este ensayo concluya previsiblemente se elaborará un informe final que se hará público con resultados y recomendaciones (Carlos Álvarez y Carlos Regalado, comunicación personal).

Además de las técnicas mencionadas de monitorización de la humedad de suelo mediante sensores, hay otras, dentro de las conocidas como técnicas de agricultura de precisión, que puede resultar interesante estudiar, como las referentes al empleo de imágenes obtenidas con cámaras infrarrojas (García et al, 2014), ya sea procedentes de satélites como obtenidas mediante el vuelo de drones. Estas imágenes tienen utilidad para determinar el estado de estrés hídrico de los cultivos y pueden usarse dentro de sistemas de monitoreo de riegos.

La eficiencia de riego en Canarias es un campo no digamos inexplorado, pero sí en el que aún queda mucho camino por recorrer y mucha información por recopilar. En función de dicha información, probablemente quedará margen para aplicar medidas de mejora en el camino de afrontar el reto de conseguir un uso más responsable de los recursos hídricos en el sector agroforestal.

Referencias bibliográficas

- Amblar-Francés, P., Casado, M.J., Pastor, A., Ramos, P., Rodríguez, E. 2017. *Guía de escenarios regionalizados de cambio climático sobre España a partir de los resultados del IPCC-AR5*. Agencia Estatal de Meteorología. Madrid. España.
- Burt, C.M., Clemmens, A.J., Strelkoff, T.S., Solomon, K.H., Bliesner, R.D., Hardy, L.A., Howell, T.A. y Eisenhauer, D.E. 1997. *Irrigation Performance Measures: Efficiency and Uniformity*. En: *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. Nov./Dec. Vol. 123 NO. 6 ASCE.
- Burt, C., Walker, R.E., Styles S.W., Parrish, J. 2004. *Irrigation Evaluation*. Irrigation Training and Research Centre (ITRC). Dept. of agricultural Engineering. California Polytechnic State University. San Luis Obispo. California.
- Cabildo Insular de Tenerife (2007) *Estudio sobre consumos hídricos agrícolas, evaluación de sistemas de riego y estimación de la eficiencia de los regadíos de la isla de Tenerife*. Memoria Inédita. Tenerife: Área de Aguas, Agricultura, Ganadería y Pesca. Servicio Técnico de Agroindustrias e Infraestructura Rural. Unidad de Infraestructura Rural.

- FAO (2006) *Estudio de riego y drenaje n°56: Evapotranspiración del cultivo. Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma: FAO.
- García-Tejero, I., Costa, J., Lima, R., Durán-Zuazo, V., Muriel, J., Chaves, M. 2014. *Aplicaciones de la termografía de infrarrojos en la agricultura moderna*. <https://www.innovagri.es/gestion-del-agua/termografia-infrarrojos-agricultura.html> [Consulta: 03/04/2020]
- GMR Canarias (2009) *Encuesta de regadíos de Gran Canaria. Informe Final de Síntesis y resultados*. Memoria Inédita. Canarias: Dirección General de Desarrollo Rural. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Gobierno de Canarias.
- Hernández Abreu, J.M. (Director). (2013) *Plan de Regadíos de Canarias. Versión preliminar*. Canarias: Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación Gobierno de Canarias.
- León, J. (1984) Capítulo I: *El Espacio Agrario*. En: Geografía de Canarias, Volumen 3, pp 10-40. Canarias: Editorial Interinsular Canaria.
- Luis Brito, E. (2009). *Los recursos hídricos de La Caldera de Taburiente*. En Afonso-Carrillo, J. (Ed.), *Misterios de la Gea: descifrando los enigmas ocultos en rocas, gases, agua y fuego*. pp. 41-70. Actas IV Semana Científica Telesforo Bravo. Puerto de la Cruz: Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias.
- Mendez, C. (2014) *Recomendaciones de riego en Tenerife*. En: Seminario: Clima, Fisiología y Producción de plátanos. Tenerife: UIMP. http://www.uimp.es/agenda-link.html?id_actividad=627U&anyaca=2014-15 [Consulta: 03/04/2020]
- Renz, O. 2020. *Manejo eficiente del riego*. Oficina Insular de Asesoramiento al Regante. Cabildo Insular de Tenerife. < http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otro_693_riego.pdf > [Consulta: 03/04/2020]
- Reyes Carlos, J.A. (1999) *Caracterización de la zona agrícola de Las Galletas, Tenerife, para el estudio del balance de agua de los cultivos*. Trabajo de Fin de Carrera de Ingeniero Técnico Agrícola Inédito. Universidad de la Laguna.
- Ritter, A., Regalado, C. (2008) *Manejo sostenible de sorribas: Evaluación de estrategias de distribución de agua en la zona no saturada*. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. <<https://www.icia.es/icia/download/suelosyriegos/RTA2005-205.pdf>> [Consulta: 03/04/2020]

Capítulo 19

Certificados de profesionalidad. Futuro con trabajo ejecutado de calidad

MERCEDES GARCÍA RODRÍGUEZ
Ingeniera de Montes

19.1. Solución a dos problemas

La finalidad de este primer epígrafe es exponer los pasos que hay que dar para dotar de cualificación profesional a personas que no la tienen y acceder a unas prácticas en una empresa tras lo cual les permita con mayor grado de alcance obtener un trabajo estable, incluso como continuidad a esas prácticas. Este procedimiento es común a cualquier sector por lo que sus posibilidades son enormes para mejorar el escenario existente en empleo en la Comunidad Autónoma.

En Canarias existe un elevado número de población activa carente de cualificación profesional en riesgo de exclusión social, y por otro lado, son muchos los trabajadores que a través de los convenios de empleo son asignados a realizar labores en el monte sin tener las competencias necesarias para ello. Estos dos son los problemas que se solucionan integrando los certificados de profesionalidad en los planes de empleo de una forma eficiente.

Entre los requisitos de los participantes y criterios de selección (ver anexo) para participar en un «convenio del plan de empleo» anual (convenios realizados con diferentes administraciones públicas para que durante unos meses organicen trabajos de escasa o nula cualificación y dirijan esos trabajos) se encuentra *mayor adecuación al puesto de trabajo ofertado* pero no es un requerimiento, es un criterio de baremación para los que cumplan el resto de requisitos. No se encuentra disponible, al menos en la fecha de elaboración de este texto, ni directa ni fácilmente, un informe que indique resultados evaluando la efectividad de estos convenios. No son visibles cambios en la empleabilidad de los participantes tras varios años de aplicación de esta medida que se sigue sucediendo en el tiempo.

Por otro lado, en los convenios de los planes de empleo se implica a técnicos de la administración que asumen responsabilidades que no deberían y que les quitan tiempo para ejercer sus funciones.

La partida presupuestaría que se destina a ello se debe dedicar, por un lado a subvencionar a las empresas que contraten durante esas prácticas de formación y en un periodo posterior mediante un contrato en prácticas y por otro, se deben

sacar licitaciones para realizar los servicios, suministros y obras necesarias, y posibilitar así tener un tejido empresarial estable y de calidad. Sin embargo, desde la entrada en vigor de la Ley 9/2017, de Contratos del Sector Público, no se están publicando licitaciones a las que puedan presentarse las empresas, al menos en el sector forestal, sino es a través de empresas públicas (a las que la administración pública contrata por medio de un encargo —antes encomienda— servicios, obras y/o suministros) de aquellas prestaciones que no pueden asumir las mismas, siendo su número muy escaso. Lo anterior repercute en que éstas no pueden generar trabajo estable al no poder dar continuidad a sus trabajadores ya que no tienen contratos de elevada cuantía por varios años que puedan asegurar su solvencia.

En estas licitaciones uno de los criterios debe ser el empleo que la empresa genere, y debe determinarse exactamente qué es lo que se puntúa, debiendo evitar que se caiga en premiar a nuevos contratos en lugar de permitir una continuidad a los existentes. Lo ideal es que se den ambas circunstancias y esto se consigue mediante un aumento de los contratos públicos. Junto con el empleo hay que añadir que el trabajo que da una empresa adjudicataria de una licitación mediante procedimiento abierto (concurso) es garantía de calidad porque los pliegos de los contratos así lo determinan.

El malestar mayor que generan los convenios, entre la población que conoce el siguiente detalle, es que en los planes de empleo se dedican unas horas para obtener el título de educación secundaria obligatoria, ESO, es decir, se están pagando las horas por asistir a realizar una obligación y por tanto las reglas del juego no son las mismas para todos. Esto es inaceptable, sobre todo para aquellos que han nacido a partir de una determina fecha, ya que la administración ha facilitado de diversas formas esa educación para los que de verdad demuestran que no tienen recursos. Muchos somos los que hemos estudiado gracias a un esfuerzo familiar, a la educación pública y/o a estar becado en diferentes aspectos como son transporte, libros,..., o incluso comedor, que han permitido completar esa educación obligatoria.

Como solución el Estado ha pensado una fórmula para dotar de cualificación a aquellos que no la tienen y son los CERTIFICADOS DE PROFESIONALIDAD (SEPE [1]), son regulados por el Ministerio de Trabajo, gestionados por el Servicio Canario de Empleo (SCE) y emiten un título válido ante las empresas en todo el territorio nacional. A diferencia de los ciclos formativos, que son regulados por el Ministerio de Educación, en los certificados de profesionalidad existe un nivel para aquellos que no tienen la ESO (nivel 1).

Actualmente:

- Si quieres hacer un curso para obtener un certificado de profesionalidad lo solicitas al SCE, y se te suspende sin intermediación, lo que significa que en el sistema no apareces como demandante de empleo, primer error (tienes que ir a tu oficina de empleo para que se modifique a «con intermediación» y evitar diversos problemas, que no son objeto del presente capítulo, y que a muchos esto les hace desistir de solicitar un curso).

- Es un sistema proactivo, es decir, yo tengo que solicitar cursar un determinado certificado de profesionalidad de los ofertados, segundo error.
- En los «convenios de los planes de empleo», al pagar por horas de formación obligatoria *se regala el dinero* (hay otras medidas sociales para suplir las necesidades básicas), tercer error.

La solución propuesta es que la administración haga el esfuerzo de selección de aquellas personas que lo necesitan y quieran conseguir el certificado de profesionalidad para estar más cerca de un empleo estable. También la administración debe estudiar de qué sectores empresariales proviene la oferta de empleo sin respuesta en el mercado laboral, facilitando aquellos relacionados y dotándoles de mayor número de plazas.

Se añade como motivación el poder elegir en función de los intereses personales, al existir certificados profesionales de diferentes sectores y diferentes niveles, entre los que se oferten.

Figura 19.1. Familias de certificados de profesionalidad

Actividades físicas y deportivas	Administración y gestión	Agraria	Artes gráficas
Artes y artesanías	Comercio y marketing	Edificación y obra civil	Electricidad y electrónica
Energía y agua	Fabricación mecánica	Hostelería y turismo	Imagen personal
Imagen y sonido	Industrias alimentarias	Industrias extractivas	Informática y comunicaciones
Instalación y mantenimiento	Madera, mueble y corcho	Marítimo pesquera	Química
Sanidad	Seguridad y medioambiente	Servicios socioculturales y a la comunidad	Textil, confección y piel
Transporte y mantenimiento de vehículos	Vidrio y cerámica		

Fuente: (Certificados de profesionalidad)

Los certificados de profesionalidad se obtienen a través de dos vías:

1. Superando todos los módulos correspondientes al certificado mediante la asistencia al curso definido para ello y superando sus pruebas.
2. Certificar por medio de la experiencia laboral o cursos no formales de formación, y para ello hay definido un proceso a nivel estatal.

Lo ideal para sustituir los convenios de los planes de empleo es a través de la formación en alternancia con el empleo al poderse obtener los certificados de profesionalidad mediante contratos para la formación y el aprendizaje y la participación en los programas de Escuelas Taller y Talleres de Empleo, con lo que también se percibe un salario.

En el caso de nuestro sector, el forestal, ni puede trabajar ni supervisar cualquiera. Ejemplo de esto es que tras el paso de una cuadrilla de un convenio una salida de agua de un sendero se convierte en un escalón.

¿Por qué implantar este sistema es un reto digno de aparecer en este libro?

- Porque tenemos la obligación de que el medio natural y semi-natural sea cuidado como se merece.
- Porque hay que pensar en el bienestar humano y ser equitativos.
- Porque es necesario que el dinero público revierta en la sociedad de forma eficiente.
- Porque debe existir un tejido empresarial forestal profesional y fuerte que responda a las necesidades existentes.

19.2. Certificados de profesionalidad

Los certificados de profesionalidad son parte de la FORMACIÓN NO FORMAL siendo la administración laboral quien los emite, Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional y el REAL DECRETO 34/2008, de 18 de enero, por el que se regulan los certificados de profesionalidad.

Estos certificados acreditan el conjunto de competencias profesionales que se definen como:

«Conjunto de conocimientos y capacidades que permiten el ejercicio de la actividad profesional conforme a las exigencias de producción y el empleo» (Ley orgánica de las cualificaciones y la formación profesional 2002)

Sin que ello constituya regulación del ejercicio profesional.

Tienen carácter oficial y validez en todo el territorio nacional y son expedidos por el Servicio Público de Empleo Estatal, SEPE, y los órganos competentes de las Comunidades Autónomas.

Poseer un certificado de profesionalidad supone sin lugar a dudas incrementar sustancialmente tu *curriculum* profesional, ya que, al ser un documento oficial, se valora en cualquier proceso de selección que convoque la Administraciones Públicas, y te acredita profesionalmente ante la empresa privada.

Sus características más importantes son:

1. Definen las competencias profesionales de una profesión dada.
2. Definen contenidos mínimos de formación asociados a una ocupación.
3. Garantiza la adquisición de competencias vinculada al mundo profesional.

En Canarias se puede encontrar información al respecto en el servicio canario de empleo (SCE).

Los certificados de profesionalidad se agrupan por familias profesionales, estando los de temática forestal en la familia AGRARIA, en la familia de SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE y en la familia de MADERA, MUEBLE Y CORCHO.

Los certificados de profesionalidad se estructuran en módulos independientes, pero para obtener el título tienes que tener todos los módulos superados, si bien estos se pueden certificar independientemente. Cada módulo está formado por unidades formativas. Existen módulos comunes entre distintos certificados, normalmente de la misma área, por lo que se si ya has superado un módulo determinado en un certificado no es necesario volverlo a cursar.

Los certificados de profesionalidad se dividen en niveles, en función de los requisitos previos y de la cualificación a adquirir que para profesiones forestales, y simplificando, serían:

- NIVEL 1. Son actividades auxiliares, por lo tanto son trabajos de OPERARIO.
 - Requisito previo: no se exigirá requisito académico ni profesional alguno.
- NIVEL 2. Cualifica como OPERARIO ESPECIALISTA.
 - Requisito previo: EGB/ESO/ FPI / CFGM, ciclo formativo de grado medio o estar en posesión de un certificado de profesionalidad de nivel 1 de la misma familia y área profesional, entre otros.
- NIVEL 3. Cualifica a TÉCNICO FORESTAL Y/O SILVICULTURA.
 - Requisito previo: Bachiller / COU / FPPII, o estar en posesión de un certificado de profesionalidad de nivel 2 de la misma familia y área profesional, entre otros.

Se añade que para cursarlos debes tener más de 18 años, por tanto, se trata de educación para adultos.

19.2.1. Titulaciones de formación formal forestal para su comparación

Las titulaciones profesionales eran exclusivas de EDUCACIÓN, formación formal, estando vigente hoy en día en la rama forestal las siguientes:

UNIVERSITARIA

- Ingeniero/a Técnico Forestal (UPM [1])

Grado, 4 AÑOS

El título de Grado en Ingeniería Forestal tiene por objetivo la formación tecnológica, científica y económica de profesionales expertos en evaluación y gestión sostenible de las áreas forestales y del medio natural y en la

planificación y transformación industrial de productos forestales. Los titulados serán competentes en materias como hidráulica, construcción, electrificación, caminos forestales, maquinaria y mecanización, necesarios tanto para la gestión de los sistemas forestales como para su conservación.

Posee dos orientaciones Gestión Forestal e Industrias Forestales.

1. Gestión Forestal: El ingeniero de esta especialidad será un profesional con atribuciones en el manejo de recursos forestales y del medio natural, planificación, ordenación y aprovechamiento del monte, gestión de la caza y de la pesca, en el estudio, prevención y corrección de procesos de degradación de los recursos forestales como incendios forestales, plagas o contaminación.
 2. Industrias Forestales: El ingeniero de esta especialidad será un profesional con atribuciones en la transformación de productos forestales maderables y no maderables, procesos industriales en la fabricación de papel, manejo de recursos forestales, planificación, ordenación y aprovechamiento del monte.
- Ingeniero/a de Montes (UPM [2])

Máster Universitario en Ingeniería de Montes, 2 AÑOS

Profesional preparado para el desempeño de múltiples actividades en el campo forestal y del medio natural como son la gestión de recursos naturales, de industrias forestales, la planificación territorial y de espacios naturales, así como la dirección y asesoramiento técnico en proyectos de ingeniería, obras o peritaciones.

Formación Profesional

- Técnico en Aprovechamiento y Conservación del Medio Natural (MEFP [1]) (equivalente a capataz-operario especializado)
2000 horas en 2 años y requiere poseer título de Graduado en Educación Secundaria Obligatoria o de un nivel académico superior u otros.
Este profesional será capaz de:
 - Preparar el terreno con la maquinaria seleccionada, realizando la regulación de los equipos y garantizando que las labores se realizan según buenas prácticas.
 - Preparar y aplicar el tratamiento fitosanitario necesario interpretando la documentación técnica.
 - Realizar la recolección de frutos y semillas, la propagación y cultivo de plantas manteniendo las condiciones de seguridad y atendiendo a la programación de trabajo.
 - Realizar trabajos selvícolas utilizando la maquinaria y conservando el medio natural.
 - Vigilar el medio natural para detectar incendios forestales u otras incidencias siguiendo los protocolos de actuación establecidos.

- Realizar las labores de extinción de incendios forestales colaborando con otros cuerpos y utilizando los medios disponibles.
 - Realizar actividades de guía del medio natural elaborando itinerarios.
 - Conservar o mejorar el hábitat cinegético y piscícola siguiendo planes técnicos.
 - Controlar los aprovechamientos cinegéticos y piscícolas siguiendo la legislación de caza y pesca.
 - Manejar y mantener tractores, herramientas y maquinaria forestal en general, siguiendo las especificaciones técnicas.
- Técnico Superior en Gestión Forestal y del Medio Natural (MEFP [2]) (equivalente a técnico forestal y/o silvicultura- agente forestal) 2000 horas en 2 años y requiere poseer Título de Bachiller u otros
Este profesional será capaz de:
 - Realizar operaciones topográficas, manejando los instrumentos y aparatos de medida.
 - Realizar trabajos en altura, utilizando las herramientas y máquinas en condiciones de seguridad.
 - Planificar y realizar las actividades de repoblación forestal y de corrección hidrológica forestal, contribuyendo a la mejora del medio natural.
 - Programar la realización de tratamientos selvícolas, organizando los medios materiales y humanos requeridos.
 - Programar y organizar las actividades de aprovechamiento de los productos forestales, verificando los recursos del medio.
 - Programar las actuaciones de mejora del hábitat de las especies cinegéticas y acuícolas continentales, analizando el medio y las poblaciones de especies vegetales y animales.
 - Programar la producción de semillas y plantas en vivero, analizando los factores que garantizan la viabilidad y calidad de los productos.
 - Controlar y extinguir los incendios forestales. actuando sobre los factores de riesgo.
 - Controlar y proteger el medio natural, verificando que las actuaciones que se lleven a cabo se realicen siguiendo la legislación vigente.

Queda patente que el número de horas/años para obtener una titulación es muy superior en la educación formal que en la no formal (se indica en líneas siguientes según el certificado), y es imposible obtener un título sin ningún tipo de estudios previos.

19.2.2. Certificados de profesionalidad con relación forestal

Existen varios certificados de profesionalidad con contenido forestal siendo los que en mayor grado responden a necesidades en el ámbito canario los siguientes:

Nivel 1: (AGAR0309) actividades auxiliares en conservación y mejora de montes (RD 682/2011, de 13 de mayo) (SEPE [2])

COMPETENCIA GENERAL: Realizar las operaciones auxiliares necesarias para la conservación y mejora del monte siguiendo instrucciones o plan de trabajo, aplicando criterios de calidad y eficiencia, y respetando la normativa de prevención de riesgos laborales y medioambientales.

Duración horas módulos formativos 230 h+ 40h Módulo de prácticas profesionales no laborales.

Este es el certificado es al que se puede optar sin tener la ESO aprobada.

Nivel 2: (AGAR0208) repoblaciones forestales y tratamientos selvícolas (RD 682/2011, de 13 de mayo) (SEPE [3])

COMPETENCIA GENERAL: Realizar las actividades necesarias para la repoblación forestal, la corrección hidrológico-forestal y la ejecución de tratamientos selvícolas, cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y respetando el medio natural.

Duración horas módulos formativos 410h + 80h Módulo de prácticas profesionales no laborales.

Nivel 3: (AGAR0109) gestión de repoblaciones forestales y de tratamientos selvícolas (RD 682/2011, de 13 de mayo, modificado por el RD 627/2013, de 2 de agosto) (SEPE [4])

COMPETENCIA GENERAL: Programar y organizar las actividades necesarias para la repoblación forestal, la corrección hidrológica-forestal y la realización de tratamientos selvícolas, así como coordinar los recursos humanos y materiales disponibles cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y respetando el medio natural.

Duración horas módulos formativos 530 H+ 80h Módulo de prácticas profesionales no laborales.

Nivel 2: (AGAR0108) aprovechamientos forestales (RD 1211/2009, de 17 de julio, modificado por el RD 682/2011, de 13 de mayo, modificado por el RD 627/2013) (SEPE [5])

COMPETENCIA GENERAL: Realizar las operaciones necesarias para el aprovechamiento de los productos forestales, manejando los equipos, las máquinas y herramientas, en condiciones de seguridad y salud, aplicando criterios de

calidad y de rentabilidad económica, respetando la normativa medioambiental y de prevención de riesgos laborales.

Duración horas módulos formativos 520 h+ 80 h Módulo de prácticas profesionales no laborales.

El modulo formativo MF1120_2: Ejecución de trabajos de descorche de 50 h que desconozco su aplicabilidad en Canarias, salvo pies dispersos en Tegueste y que probablemente estén allí porque también está el centro de formación profesional y los necesitan para las prácticas. Hay que tener en cuenta que los certificados de profesionalidad son válidos en todo el territorio nacional y que se pueden certificar por módulos.

Nivel 3: (AGAR0110) gestión de aprovechamientos forestales (RD 1519/2011, de 31 de octubre) (SEPE [6])

COMPETENCIA GENERAL: Organizar y supervisar las actividades necesarias para el aprovechamiento de los productos forestales, gestionando los recursos materiales y humanos disponibles, aplicando criterios de calidad, rentabilidad económica y de sostenibilidad del medio natural, minimizando el impacto sobre el medioambiente y respetando la normativa vigente, especialmente la medioambiental y la de prevención de riesgos laborales.

Duración horas módulos formativos 550 h+ 80 h Módulo de prácticas profesionales no laborales.

19.2.3. Evaluación y acreditación de las competencias profesionales

Como se expuso anteriormente existe una segunda forma de obtener un certificado de profesionalidad y es a través de la evaluación y acreditación de las competencias profesionales adquiridas a través de la experiencia laboral o de vías no formales de formación (MITES) (BOE-A-2009-13781, 2009)

Para esa evaluación y acreditación existe un procedimiento común a todos los certificados y una guía de evidencia específica de cada competencia profesional a acreditar (documento reservado para uso exclusivo de personal asesor y evaluador).

Tanto los asesores como los evaluadores tienen que haber pasado un curso formativo específico (difiere el de asesor con el de evaluador) y que les habilita para el reconocimiento de las competencias profesionales de una determinada cualificación, por ejemplo «AGA399_1 Actividades auxiliares en conservación y mejora de montes» (INCUAL)

Lo primero es asesorar a los interesados acerca del procedimiento y de los requisitos y documentación a entregar, así como los cursos que necesita para completar su formación y obtener el título. Una vez presentada esa documentación son los evaluadores los que revisan el expediente, deciden si tienen que dar audiencia al interesado para obtener más pruebas, como pueden ser demostraciones o contestación de preguntas que demuestren los conocimientos no acreditados, y finalmente valoran si es apto o no para el certificado.

Para que esto se pueda llevar a cabo en Canarias lo primero que se debe comenzar es por formar en este procedimiento a los asesores y evaluadores de las cualificaciones que se determinen. En el sector forestal debería comenzarse por el nivel 1 AGAR0309 Actividades auxiliares en conservación y mejora de montes.

Posteriormente se publica en el BOC una resolución del Director del Servicio Canario de Empleo y del Director General de Formación Profesional y Educación de Adultos, por la que se convoca, en la Comunidad Autónoma de Canarias, el procedimiento de evaluación y acreditación de determinadas competencias profesionales adquiridas a través de la experiencia laboral o de vías no formales de formación, con un número de plazas.

Para ser admitido en el procedimiento se tienen que pagar unas tasas (exento demandante de empleo) y cumplimentar la solicitud, *curriculum vitae* y fotocopia del DNI, así como cumplir unos requisitos previos:

- a) Poseer la nacionalidad española, haber obtenido el certificado de registro de ciudadanía comunitaria o la tarjeta de familiar de ciudadano o ciudadana de la Unión Europea, o ser titular de una autorización de residencia o, de residencia y trabajo en España en vigor, en los términos establecidos en la normativa española de extranjería e inmigración.
- b) Tener 18 años cumplidos en el momento de realizar la preinscripción, cuando se trate de una cualificación profesional de nivel 1.
- c) Tener 20 años cumplidos en el momento de realizar la preinscripción, cuando se trate de una cualificación profesional de nivel 2.
- d) Tener experiencia laboral y/o formación relacionada con las competencias profesionales que se quieren acreditar:
 - En el caso de experiencia laboral. Para las cualificaciones profesionales de nivel 2: justificar, al menos 3 años, con un mínimo de 2.000 horas trabajadas en total, en los últimos 10 años transcurridos antes de realizarse la convocatoria. Para las cualificaciones profesionales de nivel 1: Justificar al menos 2 años de experiencia laboral, con un mínimo de 1.200 horas trabajadas en total, en los últimos 10 años transcurridos antes de realizarse la convocatoria.
 - En el caso de formación. Para las cualificaciones profesionales de nivel 2: justificar, al menos 300 horas, en los últimos 10 años transcurridos antes de realizarse la convocatoria. Para las cualificaciones profesionales de nivel 1: justificar, al menos 200 horas, en los últimos 10 años transcurridos antes de realizarse la convocatoria.

19.2.4. Aplicación a los Convenios

Es fundamental que primero sean los profesionales ya acreditados para la realización de los trabajos forestales los primeros que accedan a los convenios de este sector. Y en segundo lugar los *no acreditados* que quieran trabajar estén dispuestos a recibir esta formación sin cobrar por ello. En caso de que se cobre por

formación ya hay herramientas para que así sea, como son las escuelas taller, casas de oficio,... y no debe ser en un convenio de empleo, ya que debería ser exclusivo para trabajar.

Si el objetivo es tener mano de obra para realizar trabajos selvícolas (dependiendo de la formación previa de los seleccionados) se deben ofrecer los dos primeros certificados expuestos:

NIVEL 1: (AGAR0309) ACTIVIDADES AUXILIARES EN CONSERVACIÓN Y MEJORA DE MONTES

NIVEL 2: (AGAR0208) REPOBLACIONES FORESTALES Y TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS

Estos certificados sólo los pueden impartir docentes habilitados por el SCE y es requisito que dispongan del certificado de profesionalidad de DOCENCIA DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL PARA EL EMPLEO (SSCE0110), además de la formación y experiencia requerida según el certificado.

19.3. Anexo. Requisitos de los participantes y criterios de selección

(Ejemplo «Subvenciones que se regulan mediante el Acuerdo Marco de colaboración entre el SCE y la FECAM para el desarrollo de tareas de utilidad y de reinserción social, en el marco de del Programa Extraordinario de Empleo Social para el período 2018-2019¹».)

Requisitos de los participantes y criterios de selección:

1. Serán requisitos necesarios para participar en el procedimiento de selección:
 - Tener 18 años cumplidos y menos de 65 años.
 - Estar inscrito como demandante de empleo desempleado, en el SCE durante un periodo mínimo de 6 meses en los últimos 24 meses.
 - Figurar empadronado en el Municipio que ejecute el proyecto, con una antigüedad superior a seis meses. Se podrá obviar la antigüedad mínima, así como este requisito, únicamente cuando queden puestos por cubrir, o en los casos de personas víctimas de violencia de género.
 - Para participar en este programa se aplicará el criterio de rotación y no repetición, es decir,
 - No haber participado en los últimos 12 meses de ninguna Política Activa de Empleo ni Planes de Empleo Social en que haya sido subvencionada la contratación del desempleado, salvo que haya sido por un período inferior a seis meses.

¹ Subvenciones que se regulan mediante el Acuerdo Marco de colaboración entre el SCE y la FECAM para el desarrollo de tareas de utilidad y de reinserción social, en el marco de del Programa Extraordinario de Empleo Social para el período 2018-2019. https://sede.gobcan.es/empleo/procedimientos_servicios/tramites/5399 [En línea 13/01/2020]

- No se aplicará el criterio de rotación y no repetición, en los municipios en los que no exista desempleados para cubrir las plazas ofertadas, con el objeto de que puedan participar el mayor nº de desempleados del municipio.
2. Los criterios para la selección de los participantes serán:
- a) En el caso de las personas demandantes de empleo desempleadas que sean preseleccionadas por el Ayuntamiento para participar en un proyecto, de conformidad con el objeto de este Acuerdo y en el marco del mismo, éstas deberán, además de cumplir los requisitos del punto 1, tener informe de los servicios sociales de la entidad correspondiente, en el que se haya contemplado los siguientes criterios:
 - 1. Personas desempleadas integrantes de unidades familiares cuya media de ingresos no supere un importe de a 450 €/persona. En ningún caso podrán trabajar en este programa más de una persona por unidad familiar, salvo que no hubiera otros demandantes de empleo y existieran puestos a cubrir, y
 - 2. Personas en situación de exclusión social atendiendo a los criterios de los servicios sociales de la entidad correspondiente.
- Asimismo, las personas propuestas por la entidad deben cumplir con lo establecido en el punto 3 de esta cláusula, de lo contrario podrá ser rechazada su propuesta de preselección.
- b) Por otro lado, las entidades podrán solicitar la selección de trabajadores al SCE a través de oferta entre demandantes de empleo desempleados que cumplan los requisitos del punto 1, a los que aplicará preferentemente los siguientes criterios de selección para la cobertura de la oferta:
 - 1. Mayor adecuación al puesto de trabajo ofertado.
 - 2. Demandantes de empleo parados de larga duración, teniendo prioridad la persona que tenga un mayor período de desempleo.
 - 3. Para aquellas entidades que tengan un número superior a 442 demandantes mayores de 55 años, será prioritario, sobre el punto 2) de este apartado, incorporar demandantes de empleo mayores de 55 años al menos en un 60% del total de trabajadores.
3. De acuerdo con los criterios establecidos en el Plan Anual de Políticas de Empleo (PAPE), se tendrá en cuenta preferentemente la participación de los siguientes colectivos:
- Mujeres en una proporción superior al cincuenta por ciento. En el caso del apartado 2.a), si en la lista presentada por la entidad no se llegue a esa proporción, la entidad deberá justificar el motivo por escrito.
 - Más de la mitad de los participantes deberán ser personas mayores de 45 años, desempleadas de larga duración, excepto en aquellas entidades que tengan un número superior a 442 demandantes mayores de 55 años, que están obligadas a incorporar como mínimo el 60% de este colectivo sobre el total de trabajadores del proyecto.

- La entidad correspondiente deberá dar preferencia a participar en este programa, dentro de las personas previstas en esta cláusula, a personas con discapacidad.

Referencias bibliográficas

- BOE-A-2009-13781. (s.f.). *Real Decreto 1224/2009, de 17 de julio, de reconocimiento de las competencias profesionales adquiridas por experiencia laboral*. BOE» núm. 205, de 25 de agosto de 2009. Ministerio de la Presidencia. <<https://www.boe.es/buscar/pdf/2009/BOE-A-2009-13781-consolidado.pdf>> [Consulta: 13 de enero de2020].
- Certificados de profesionalidad. (s.f.). <<https://www.certificadosprofesionalidad.com/certificadospublicados.php>> [Consulta: 13 de enero de2020].
- INCUAL. (s.f.). *Guía de la evidencia de la competencia profesional. Cualificación profesional: Actividades auxiliares en conservación y mejora de montes. Procedimiento de evaluación y acreditación de las competencias profesionales*. Instituto Nacional de las Cualificaciones. Ministerio de Educación. <https://incual.mecd.es/documents/20195/1873859/AGA399_1+-+A_PROC_Documento+publicado/bc9344ae-6b16-492d-b724-62696da39103> [Consulta: 13 de enero de2020].
- MEFP [1]. (s.f.). *Técnico en Aprovechamiento y Conservación del Medio Natural*. Ministerio de Educación y Formación Profesional. <<http://todofp.es/que-como-y-donde-estudiar/que-estudiar/familia/loe/agraria/aprovechamiento-conservacion-medio-natural.html>> [Consulta: 13 de enero de2020].
- MEFP [2]. (s.f.). *Técnico Superior en Gestión Forestal y del Medio Natural*. Ministerio de Educación y Formación Profesional. <<http://todofp.es/que-como-y-donde-estudiar/que-estudiar/familia/loe/agraria/gestion-forestal-medio-natural.html>> [Consulta: 13 de enero de2020].
- MITES. (s.f.). *Reconocimiento de las competencias profesionales adquiridas por experiencia laboral y/o formación no formal*. Inspección de Trabajo. Ministerio de Trabajo y Economía Social. <http://www.mitramiss.gob.es/es/Guia/texto/guia_4/contenidos/guia_4_10_8.htm> [Consulta: 13 de enero de2020].
- SCE. (s.f.). *Certificados de Profesionalidad*. Servicio Canario de Empleo. Gobierno de Canarias. <https://www3.gobiernodecanarias.org/empleo/portal/web/sce/contenido_web_estatico/contenidos_web_iccp_certificados_de_profesionalidad> [Consulta: 13 de enero de 2020].
- SEPE [1]. (s.f.). *Certificados de profesionalidad*. Servicio Público de Empleo Estatal. Ministerio de Trabajo y Economía Social. <<http://www.sepe.es/HomeSepe/Personas/formacion/certificados-profesionalidad.html>> [Consulta: 13 de enero de2020].
- SEPE [2]. (s.f.). *Actividades auxiliares en conservación y mejora de montes (AGAR0309)*. Servicio Público de Empleo Estatal. Ministerio de Trabajo y Economía Social. <<https://sede.sepe.gob.es/especialidadesformativas/RXBusca>>

dorEFRED/DetalleEspecialidadFormativa.do?codEspecialidad=AGAR0309>.

SEPE [3]. (s.f.). *Replantaciones forestales y tratamientos silvícolas (AGAR0208)*. Servicio Público de Empleo Estatal. Ministerio de Trabajo y Economía Social. <<https://sede.sepe.gob.es/especialidadesformativas/RXBuscadorEFRED/DetalleEspecialidadFormativa.do?codEspecialidad=AGAR0208>> [Consulta: 13 de enero de2020].

SEPE [4]. (s.f.). *Gestión de repoblaciones forestales y de tratamientos silvícolas (AGAR0109)*. Servicio Público de Empleo Estatal. Ministerio de Trabajo y Economía Social. <<https://sede.sepe.gob.es/especialidadesformativas/RXBuscadorEFRED/DetalleEspecialidadFormativa.do?codEspecialidad=AGAR0109>> [Consulta: 13 de enero de2020].

SEPE [5]. (s.f.). *Aprovechamientos forestales (AGAR0108)*. Servicio Público de Empleo Estatal. Ministerio de Trabajo y Economía Social. <<https://sede.sepe.gob.es/especialidadesformativas/RXBuscadorEFRED/DetalleEspecialidadFormativa.do?codEspecialidad=AGAR0108>> [Consulta: 13 de enero de2020].

SEPE [6]. (s.f.). *Gestión de aprovechamientos forestales (AGAR0110)*. Servicio Público de Empleo Estatal. Ministerio de Trabajo y Economía Social. <<https://sede.sepe.gob.es/especialidadesformativas/RXBuscadorEFRED/DetalleEspecialidadFormativa.do?codEspecialidad=AGAR0110>>.

UPM [1]. (s.f.). *Grado en Ingeniería Forestal*. Universidad Politécnica de Madrid. <http://www.upm.es/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/EstudiosOficiales-Grado/ArticulosRelacionados?fmt=detail&prefmt=articulo&id=-dcd68778b9bc6210VgnVCM10000009c7648a___> [Consulta: 13 de enero de2020].

UPM [2]. (s.f.). *Programa Académico de Ingeniero/a de Montes con GIF 2010-CURSO 2020-21*. Universidad Politécnica de Madrid. [5]<<http://www.montes.upm.es/Estudiantes/EstudiosTitulaciones/GIF-MIM>> [Consulta: 13 de enero de2020].

Fichas de los autores



Juan Carlos Santamarta Cerezal
Doctor Ingeniero de Montes
Universidad de La Laguna

Breve trayectoria profesional

Doctor en Ingeniería Hidráulica y Energética por la UPM en la ETSICCP y Doctor con mención internacional en Geología Aplicada y Ambiental por la Universidad de León en la Escuela Técnica y Superior de Ingenieros de Minas. Ingeniero Civil, Ingeniero en Recursos Energéticos e Ingeniero Técnico de Minas por la UPM. Profesor de la Universidad de La Laguna desde el año 2008, fue científico colaborador del Water Resources Research Center (WRRC) de EE.UU. Profesor Visitante de la George Mason University, College of Science, Virginia, EE.UU. Investigador colaborador del Instituto Universitario del Agua y las Ciencias Ambientales (IUACA) de la Universidad de Alicante e investigador adscrito al Instituto del Agua de la Universidad de Barcelona. Profesor del programa de doctorado en Ingeniería y Gestión del Medio Natural de la UPM. Su actividad investigadora se resume en 187 publicaciones científicas (47 artículos científicos, 55 capítulos de libros, 19 libros editados, 66 congresos nacionales e internacionales) relacionadas con el agua y el medioambiente en las islas volcánicas. Ha participado en 27 proyectos de investigación. Ha dictado más de 30 asignaturas relacionadas con el agua, el medioambiente, la ingeniería civil e industrial. Más de 140 seminarios y cursos impartidos relacionados con el agua en diferentes universidades españolas y europeas, ha dirigido más de 100 cursos de verano, de extensión universitaria y cursos técnicos profesionales. Experiencia profesional de más de 20 años en proyectos y dirección de obras y proyectos de ingeniería civil y ambiental. Decano del Colegio Oficial de Ingenieros de Montes en Canarias. Premio en Innovación Docente en 2013 (menciones de calidad en 2012, 2014 y 2015). Premio de Investigación de Canarias en materia de ingeniería civil «Agustín de Betancourt» 2018.

Situación profesional actual y contacto

Director Adjunto de la Sección de Ingeniería Agraria
Escuela Politécnica Superior de Ingeniería. Universidad de La Laguna
E-mail: jcsanta@ull.es
Teléfono: 922 316 502 Extensión 6053



Jorge Naranjo Borges
Doctor Ingeniero de Montes
Gobierno de Canarias

Breve trayectoria profesional

Ingeniero de Montes por la Universidad de Freiburg im Breisgau (Alemania). Doctor Ingeniero de Montes por la Universidad de Göttingen (Alemania). Técnico redactor del Plan Forestal de Canarias. Técnico coordinador y redactor de Planes y Normas de Espacios Naturales Protegidos. Miembro del equipo organizador de las Jornadas Forestales de Gran Canaria. Representante de la ComuInsular s Forestales durante los años 2003-2012. Miembro del Panel de Expertos durante la elaboración del borrador de la Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de los Recursos Genéticos Forestales y el Documento Técnico preparado para la elaboración de la Estrategia en 2005. Dirección y supervisión de proyectos y obras de repoblación forestal y restauración hidrológico-forestal. Desde 2016 en tareas de implantación de Planes Especiales de Protección Civil por incendios forestales e inundaciones. Docente en cursos de especialización. Autor de 40 publicaciones (15 artículos, 21 capítulos de libros, 4 congresos y conferencias internacionales) relacionadas con el sector forestal y medioambiental. Miembro de la Asociación de Profesionales Forestales de España (PROFOR) en Canarias. Vicedecano del Colegio Oficial de Ingenieros de Montes en Canarias.

Situación profesional actual y contacto

Técnico de la Dirección General de Seguridad y Emergencias. Gobierno de Canarias
E-mail: jnarbor@gobiernodecanarias.org
Teléfono: 928 117 426



Jesús Barranco Reyes
Ingeniero de Montes
Universidad Politécnica de Madrid

Breve trayectoria profesional

Jesús Barranco Reyes es Ingeniero de Montes por la Universidad Politécnica de Madrid, y Máster Interuniversitario en Incendios Forestales, Ciencia y Gestión Integral MásterFUEGO 2.0 por las Universidades de Lérida, León y Córdoba.

Ha trabajado en Planificación, Formación y Gestión de campañas de Prevención y Extinción de Incendios Forestales en Canarias con las empresas públicas Tragsa y Gesplan, en especial en la isla de El Hierro. Como integrante del Cabildo Insular de esta isla apoyó las tareas de dirección de extinción, y como Técnico de Seguridad y Emergencias supervisó y dirigió el Centro de Coordinación Operativa Insular, al cargo de un amplio espectro de intervenciones y emergencias.

En 2015, junto a un pequeño grupo de Ingenieros de distintas ramas, fundó el Gabinete Multidisciplinar de Ingeniería GMI, especializado en seguridad, autoprotección, y desarrollos tecnológicos ambientales. Han impartido formación en seguridad en la extinción de incendios forestales en diferentes islas, y coordinan los principales eventos desarrollados en el ámbito natural en su entorno.

Hasta la fecha, ha participado en una docena de Campañas de Incendios, ha redactado varios planes estratégicos de incendios, setenta proyectos selvícolas, más de un centenar de eventos de pública concurrencia en el medio natural, y ha impartido más de mil horas de formación en incendios forestales. Ha publicado un Manual de Lucha contra Incendios Forestales, que se encuentra ya en su segunda edición.

Situación profesional actual y contacto

Co-fundador del Gabinete Multidisciplinar de Ingeniería (GMI)
E-mail: info@gabinetegmi.com



Dr. Alfonso S. Alonso Benito
Ingeniero de Montes
Docente Teledetección y Consultor

Breve trayectoria profesional

Doctor en Física aplicada al Medioambiente por la ULL en la Facultad de Física. Investigador colaborador del Grupo de Observación de la Tierra y la Atmósfera (GOTA) de la Universidad de La Laguna. Ha trabajado en proyectos de hidrología forestal por todas las islas Canarias. Ha trabajado como responsable de Prevención de Riesgos Laborales. Ha sido investigador contratado por la ULL en dos proyectos internacionales de aplicación de la teledetección a los recursos naturales. Docente de los cursos de Teledetección Forestal y Teledetección en Agricultura de Precisión, desarrollados online, también ha impartido clases en el Grado de Ingeniería Civil de la ULL en temas de hidrología. Su actividad investigadora se resume en 60 publicaciones científicas (5 artículos científicos, 2 capítulos de libros, 53 congresos nacionales e internacionales) relacionadas con la aplicación de la teledetección a recursos naturales e incendios forestales. Ha participado en 5 proyectos de investigación. Miembro de los Comités Técnicos de Teledetección, Gestión Forestal (Bosques y Cambio Climático) y Comunicación Ambiental de CONAMA 2020 (Congreso Nacional de Medioambiente). Miembro del Comité de I+D+i del Instituto de la Ingeniería de España.

Situación profesional actual y contacto

Docente Teledetección y Consultor autónomo
E-mail: asaloben@gmail.com



Javier Blanco Fernández
Ingeniero Forestal
Cabildo de Gran Canaria

Breve trayectoria profesional

Ingeniero Técnico Forestal y Grado en Ingeniería Forestal por la Universidad de Lleida, Máster en incendios forestales, ciencia y gestión integral por las Universidades de Córdoba, León y Lleida, así como Máster en intervención y coordinación operativa en emergencias y catástrofes por la Universidad de Alcalá.

Su actividad profesional la ha desarrollado por buena parte del territorio español, aportando a las administraciones y empresas en las que ha trabajado, soluciones de ingeniería en el ámbito de la gestión del riesgo, protección civil, seguridad y emergencias, permitiéndole integrar la planificación en la gestión de los riesgos con la realidad del sector de las operaciones de protección civil, sobre todo en el ámbito rural, forestal y la zona de interfaz de éstas con la trama urbana.

Colaborador en docencia de varios cursos de postgrado y másteres con las universidades de Lleida y Valencia, alberga una dilatada experiencia en docencia sobre gestión y prevención de incendios forestales y de riesgos laborales, sumando una decena de artículos en revistas de impacto y capítulos de libros.

Situación profesional actual y contacto

Ingeniero Forestal de la Consejería de Medio Ambiente
Cabildo de Gran Canaria
E-mail: jblancof@grancanaria.com
Teléfono: 669793962



Pablo Carretero Díaz
Ingeniero de Montes

Breve trayectoria profesional

Ingeniero de Montes por la UPM. Ha ejercido la profesión de forma principalmente autónoma, desarrollando su actividad en campos de índole diversa, tanto para la Administración Pública como para particulares. Desde su inicio profesional, ha desarrollado labores de planeamiento y proyectos, mediante la elaboración de Planes de Gestión Forestal Sostenible en la isla de Gran Canaria o de La Gomera, o la redacción de proyectos de silvicultura de mejora y preventiva en masas arboladas. Ha ejercido como director facultativo en obra forestal de repoblación, en el marco del Fondo Verde 2018. Desde ese mismo año, ejerce como técnico gestor cinegético de un coto privado de caza, a través de la elaboración de memorias anuales de gestión y actuaciones en el mismo, así como con la redacción de la revisión de su Plan Técnico de Caza. Ha colaborado en la redacción de diversos informes de arbolado urbano, asumiendo funciones de perito forestal. Se ha desempeñado como técnico de base durante la campaña de incendios forestales 2017 en la base BRIF de Puntagorda, en la isla de La Palma, trabajando para la empresa Tragsa, corporación para la que presta actualmente servicios, en funciones de jefe de obras de mejora y acondicionamiento de pistas forestales o rehabilitación y construcción de muros de mampostería, entre otras.

Paralelamente al ejercicio forestal, ha ejercido como docente de matemáticas en la etapa Secundaria, posibilitado por el Máster en Formación del Profesorado obtenido en 2016 por la Universidad Isabel I de Burgos.

Situación profesional actual y contacto

Técnico Superior de Obras
Empresa de Transformación Agraria S.A., S.M.E., M.P. (TRAGSA)
E-mail: pcarrete@tragsa.es / pacadi_87@hotmail.com
Teléfono: 610 592 073 / 615 415 433



Diego (Dídac) Díaz Fababú
Ingeniero Técnico Forestal
Cabildo de Gran Canaria

Breve trayectoria profesional

Ingeniero Técnico Forestal y Master en Gestión de Fuegos Forestales por la Universitat de Lleida (UdL). Master en Protección Civil y Gestión de Emergencias por la Universitat de València (UV). Funcionario de Carrera en el Servicio de Medio Ambiente del Cabildo de Gran Canaria. Director de Extinción y Analista de incendios forestales. Ha participado en proyectos europeos *Eufirelab* y *Fire Paradox* de implantación, desarrollo y monitorización del fuego prescrito y *FireShepherds* de pastoreo para la prevención de incendios forestales. Docente en más de 50 cursos relacionados con incendios forestales (Básico, Avanzado, Brigada Helitransportada, Autoprotección, Interfaz Urbano-forestal, Sistema de manejo de Emergencias, Análisis de incendios, Manejo del fuego y Quemadas prescritas). Autor y coautor de varios artículos en revistas especializadas y diversas comunicaciones en congresos. Coautor de los libros «Análisis del incendio forestal: Planificación de la extinción» e «Incendios Forestales I: Módulo Básico».

Situación profesional actual y contacto

Servicio de Medio Ambiente. Cabildo de Gran Canaria
E-mail: ddiazf@grancanaria.com
Teléfono: 928 21 94 21 Extensión 44116



Theo Hernando Olmo
Ingeniero Técnico Agrícola

Breve trayectoria profesional

Ingeniero Técnico Agrícola por la ULL, Máster en Prevención de Riegos Laborales y Docente de Formación Profesional para el Empleo, en 2002 inició su PFC sobre la captación de las nieblas en Tenerife junto con el ICIA y la ULL, y que finalizó en 2005. Desde entonces, fue jefe de proyectos internacionales de cooperación en Natural Aqua SL, sobre el diseño e instalación de sistemas artificiales de captación de nieblas para uso humano y forestal. En 2008, desarrolla y patentó el captador tridimensional de agua de niebla, rocío y precipitaciones NRP 3.0 y crea su primera empresa de ingeniería, Montes Verdes Ingeniería. En 2012 crea la empresa Agua de niebla de Canarias SL, con la que crea la primera instalación del mundo para la obtención y embotellado de agua procedente de las nieblas bajo la marca Alisios en Gran Canaria. En 2015 crea las empresas Mist Water International SA de CV con sede en México y Agualternativa SL, en Tenerife, con embotelladora propia bajo la marca Garoé.

En 2020 se incorpora como responsable del departamento técnico y como parte del equipo docente en ASAGA Canarias ASAJA, la asociación de agricultores y ganaderos de Canarias, donde también realiza labores de modernización y digitalización de la asociación.

Es autor de varias publicaciones técnicas y ha sido consultor y asesor en varios proyectos nacionales e internacionales sobre la captación de nieblas y su uso. Algunos de sus colaboraciones han sido con empresas como Sacyr Construcción SA, la Fundación Un Alto en el Desierto (Chile) e instituciones públicas como el ICIA. Además ha sido tertulio y conferenciante en multitud de eventos nacionales e internacionales.

Entre las distinciones recibidas destacan: Premio Joven empresa en investigación y desarrollo de S/C de Tenerife 2008, Premio Emprendedor de Canarias 2008, Premio Emprendedor XXI de Canarias 2012, Premio Empreverde España 2012, Premio Empresa mejor valorada para inversión verde en España 2013, Premio Europeo al medioambiente a la empresa 2014, accésit al producto o servicio para el desarrollo sostenible y el Premio Emprendimiento e Innovación 2014 de EIE España.

Situación profesional actual y contacto

Departamento Técnico de ASAGA Canarias ASAJA
E-mail: departamentotecnico@asaga-asaja.com
Teléfono: 922 237 750 Extensión 4



Anastasia Hernández Alemán
Doctora en Ciencias Económicas
Gobierno de Canarias

Anastasia Hernández Alemán
Dra. en Ciencias Económicas
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Breve trayectoria profesional

Doctora en Ciencias Económicas por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Valladolid. Diploma en Estudios Avanzados en el programa de Economía Cuantitativa por la Universidad Nacional a Distancia. Máster Internacional en Ingeniería de la Tasación y Valoración por la Universidad Politécnica de Valencia. Formación académica de especialización en el análisis de políticas públicas: «The Political Economy of Public Policy», curso de especialización realizado presencialmente en *The London School of Economics and Political Science*; «Quantitative Methods for Public Policy Evaluation», «Econometrics of Cross-section Data with Applications», ambos realizados presencialmente en la *Graduate School of Economics* de Barcelona; «Evaluación de Impacto de Programas Sociales» por el Massachusetts Institute of Technology. Investigadora asociada del Instituto Universitario de Turismo y Desarrollo Económico Sostenible (TiDeS) de la ULPGC. De su actividad investigadora destacar algunas publicaciones relacionadas con la materia ambiental: «Valoración económica de atributos ambientales a través del método multicriterio: aplicación a la palmera canaria», publicado en la Revista Montes; «CO₂ Emissions and Tourism in Developed and Less Developed Countries», publicado en Applied Economics Letters; «La valoración del suelo rural. Reflexión acerca del método», publicado en Actas de la XLII Internacional Coference on Regional Science: 30 years of integration in Europe from the regional perspectives: past lessons and future challenges; «Estrategias Sostenibles de Espacios Urbanos ante el Antropoceno y el Cambio Climático», capítulo publicado en *Las Islas como Laboratorio del Antropoceno*, dirigido por Vicente Mirallave, Flora Pescador y Jin Taira, Cabildo Insular de Gran Canaria (eds.).

Situación profesional actual y contacto

Técnico Economista del Servicio de Valoraciones
Conserjería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial. Gobierno de Canarias.
E-mail: aherale@gmail.com



Noel Machín Barroso

Ingeniero Agrónomo

Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca. Gobierno de Canarias

Breve trayectoria profesional

Ingeniero Agrónomo por la Universidad de La Laguna (ULL) y Licenciado en Ciencias Ambientales por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Durante su trayectoria profesional ha participado en la elaboración del Mapa de Cultivos de la Isla de Tenerife (Campaña 2003-2004) y en el Estudio sobre consumos hídricos agrícolas, evaluación de sistemas de riego y estimación de la eficiencia de los regadíos de la isla de Tenerife (Campaña 2004-2005), ambos en el Cabildo Insular de Tenerife. También ha sido Tecnólogo contratado en el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA), donde participó en el proyecto de investigación «Manejo sostenible de sorribas: Evaluación de estrategias de distribución de agua en la zona no saturada» durante dos años. De nuevo en el Cabildo Insular de Tenerife participó en los trabajos previos a la redacción del Plan Territorial Especial de Ordenación de la Actividad Agrícola de Tenerife, realizando diversas publicaciones divulgativas sobre temas de ordenación territorial y agricultura (disponibles en www.agrocabildo.org). Dentro del Cabildo Insular de Tenerife también ha desarrollado su actividad en la Unidad de Enología del Servicio Técnico de Calidad y Valorización Agroalimentaria, con algunas publicaciones divulgativas relacionadas con la viticultura (también disponibles en www.agrocabildo.org) así como en el Servicio Administrativo de Ordenación del Territorio. Actualmente es Técnico en el Servicio de Producción y Registros Agrícolas de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca del Gobierno de Canarias. En el ámbito profesional privado también se ha dedicado a la gestión de explotaciones y asesoramiento técnico en cultivos subtropicales.

Situación profesional actual y contacto

Técnico del Servicio de Producción y Registros Agrícolas
Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca. Gobierno de Canarias.

E-mail: nmacbar@gobiernodecanarias.org

Teléfono: 922 475280



Francisco Javier Navarro Knecht
Ingeniero de Montes
Cabildo de Gran Canaria

Breve trayectoria profesional

Ingeniero de Montes por la UCAV e Ingeniero Técnico Forestal por la UPM. Técnico Superior en PRL por la UFV. Ha sido investigador colaborador de la UPM. Técnico de Brigada Helitransportada en equipos PRESA, BRIF, ELIF y CUPA. Técnico de prevención de incendios forestales en equipos EPRIF y BLP. Ha recibido formación en manejo del fuego prescrito en España, Estados Unidos y Portugal. Ha sido formador de brigadas de extinción y prevención de incendios forestales y ha colaborado como instructor en la formación de unidades de bomberos y UME. Ha colaborado como docente en la UDL y en otros centros de formación agraria y forestal. Ha sido ponente y colaborador en diferentes seminarios técnicos relacionados con la extinción y prevención de incendios forestales.

Situación profesional actual y contacto

Ingeniero de Montes del Servicio Técnico de OOPP e Infraestructuras
Cabildo de Gran Canaria
E-mail: fjnavarrok@grancanaria.com / f_javier_n@hotmail.com



Juan Guzmán Ojeda

Ingeniero Técnico Forestal
Graduado en Ingeniería del Medio Natural

Breve trayectoria profesional

Ingeniero Técnico Forestal por la UPM (1993) y Grado en Ingeniería del Medio Natural por la UCAV (2014). Trabajos forestales desde la Administración Pública (Gesplan y Cabildo de Gran Canaria), empresa privada y consultor en distintas épocas e islas. Gerente en primera época de la Fundación Foresta. Primeros trabajos relacionados con el Mapa Forestal de España en Canarias y con la redacción del Plan Forestal de Canarias. Varios trabajos relacionados con control de obras, gestión y extensión forestal. Formación específica en Prevención de Riesgos Laborales, Incendios Forestales y Accesibilidad Universal en el medio natural. Diferentes artículos incluyendo la serie «Arboles de Canarias» sobre árboles singulares en la revista digital Pellagofio. Textos y diseño creativo en la publicación «Guía de Arboles de Canarias» (2008).

Situación profesional actual y contacto

Ingeniero Técnico Forestal
Cabildo de Gran Canaria. Consejería de Medio Ambiente
E-mail: juanguzmanojeda@gmail.com
Teléfono: 638132506



Yeray Martínez Montesdeoca
Ingeniero de Montes
Genea Consultores

Breve trayectoria profesional

Emprendedor y consultor en sostenibilidad y gestión forestal con 20 años de experiencia. Ha tenido la oportunidad de promover tres empresas y de relanzar una asociación profesional. Siempre acompañado de grandes personas. Su pasión son los bosques y la naturaleza, el trabajo en equipo y el liderazgo entendido como el darle voz a nuestra propia naturaleza, como el compromiso y la determinación de desarrollar nuestro propio potencial.

A lo largo del camino, ha podido ver el valor de las personas y la sinergia que se libera cuando se crean unas bases humanas sólidas. En estos años de emprendimiento ha participado en la creación de dos empresas, Agresta Sociedad Cooperativa Madrileña (2000-2003), y Genea Consultores (desde 2003). También lanzó una start-up para vivir dejando un legado de huella ambiental positiva, Mirlo Positive Nature. Ha dirigido y ejecutado más de 85 proyectos de consultoría e ingeniería forestal en materias de gestión forestal sostenible, repoblaciones, selvicultura, aprovechamiento, pistas forestales, restauración ecológica, Certificación FSC, defensa contra incendios forestales, ordenación del territorio, áreas protegidas, implantación de nuevas tecnologías, mejora de procesos, mejora de equipos, responsabilidad corporativa, sostenibilidad o políticas de compra pública sostenible. Por último, está más enfocado en proyectos de liderazgo, dirección estratégica y gobernanza para la acción climática y la transición ecológica en el sector público. Ha trabajado con clientes de las islas Canarias, Madrid, Navarra, Castilla León y el País Vasco.

Situación profesional actual y contacto

Director
Genea Consultores
E-mail: yeray@geneaconsultores.com
Teléfono: 617 732 748



David Ramírez Medina
Ingeniero Técnico Forestal

Breve trayectoria profesional

Titulado por la Escuela Técnica Superior de la Universidad de Huelva como Ingeniero Técnico Forestal, y por el Instituto de Educación Secundaria de San Mateo como Técnico en Trabajos Forestales y Conservación del Medio Natural. En sus inicios ha sido operario en repoblaciones forestales y retén en varias campañas de incendios en Gran Canaria, así como capataz forestal y encargado general. En los últimos años su actividad como Freelance se ha centrado en la dirección, redacción y ejecución de planes y proyectos de carácter forestal, tanto para la administración pública como el sector privado. Decano Territorial de las Islas Canarias del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales y Graduados en Ingeniería Forestal y del Medio Natural.

Situación profesional actual y contacto

Compatibiliza la docencia con actividades Freelance.

E-mail: canarias@forestales.net

Teléfono: 616941373



Eduardo Rojas Briales
Doctor Ingeniero de Montes
Universitat Politècnica de València

Breve trayectoria profesional

Ingeniero de Montes por la Universidad de Freiburg (1985), Dr. Ingeniero de Montes por la Universidad Politécnica de Madrid (1996). Profesor de las Universidades de Lleida (1994-2000) y Politécnica de Valencia (2001-). Gerente del Consorci Forestal de Catalunya (1992-98). Responsable del Área de Política Forestal del CTFC (1996-99). Subdirector de la ETSI Agrónomos de la Universitat Politècnica de València (2004-10). Decano del Colegio en la Comunitat Valenciana (2004-10). Subdirector general y responsable del Departamento Forestal de la FAO (2010-15) y Presidente del Collaborative Partnership on Forests (2010-15). Co-presidente de ONU-REDD (2014), Comisario general de la ONU para la Exposición Universal de Milán 2015. Miembro del Consejo Científico Asesor del EFI (1998-2002), Miembro del Board of Directors de PEFC-International. Decano del Colegio y Presidente de la Asociación de Ingenieros de Montes y Presidente de la Fundación Capital Natural (2016-), Secretario de la UPCI (2018-).

Situación profesional actual y contacto

Profesor de la Universitat Politècnica de València
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural
E-mail: edrobr@prv.upv.es
Teléfono: 963877000 Extensión 73322



María de las Mercedes García Rodríguez
Ingeniera de Montes
Gestión y Planeamiento Territorial y Medioambiental, S.A.

Breve trayectoria profesional

Ingeniera de montes, especialidad silvopascicultura, por la Universidad Politécnica de Madrid en 2003.

Máster en Medio Ambiente.

Docente de la formación profesional para el empleo en 2015. Evaluadora para el reconocimiento de las competencias profesionales de «AGA3099_1, actividades auxiliares en conservación y mejora de montes».

Desde 2005 ha desarrollado su experiencia en el sector de la consultoría en el ámbito forestal y de los espacios naturales protegidos en las Islas Canarias, principalmente para las administraciones públicas. Ha realizado la coordinación y/o desarrollo de más de 50 proyectos y planes, así como direcciones de obra; en los campos de defensa del monte (deslindes y amojonamientos), uso público, infraestructuras forestales, selvicultura, repoblaciones, cartografía....

Los últimos trabajos desarrollados han sido en el campo de la infraestructura verde.

Actualmente desarrolla una asistencia técnica, para el Servicio de Biodiversidad de la Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial del Gobierno de Canarias, analizando la adecuación de los resultados obtenidos en materia de conservación de la naturaleza en el marco de proyectos europeos suprarregionales del Programa Operativo FEDER Canarias 2014-2020.

Situación profesional actual y contacto

Técnico superior del Área de Medio Ambiente, Infraestructuras y Cambio Climático
Gestión y Planeamiento Territorial y Medioambiental, S.A.
E-mail: mmgarguez@gmail.com



Nerea Romano García

Ingeniera de Montes

Aeropuerto Adolfo Suarez Madrid-Barajas. Aena S.M.E. S.A.

Breve trayectoria profesional

Ingeniera de Montes por la U.P.M. (2000-2006), Master en Gestión Integral de Residuos y Vertederos. (2011-2012) y Máster en Prevención de Riesgos Laborales por la U.E.M., Especialidades de Ergonomía y Psicosociología, Higiene Industrial y Seguridad (2018-2019)

Trabaja en la Division de Servicios Aeroportuarios del Aeropuerto Adolfo Suarez Madrid-Barajas, en AENA S.M.E. S.A. como directora de diferentes contratos de servicios.

Desde 2015 trabajó durante 5 años en el Cabildo de Gran Canaria en la Consejería de Obras Públicas, Infraestructuras, Transporte y Movilidad, como directora de los contratos de conservación, mantenimiento y mejora del arbolado y las zonas verdes.

Anteriormente trabajó como jefa de obras de restauración ambiental, selvicultura, repoblaciones, parques y jardines y obra civil; así como jefa de servicio de diferentes servicios urbanos, principalmente en Gran Canaria.

Situación profesional actual y contacto

Tecnico de Calidad y Medio Ambiente

Aeropuerto Adolfo Suarez Madrid-Barajas. Aena S.M.E. S.A.

E-mail: nromano@aena.es



Carlos Velázquez Padrón

Ingeniero de Montes, Servicio de Medio Ambiente-Cabildo de Gran Canaria

Breve Trayectoria profesional

Ingeniero de Montes-Universidad de Freiburg i.Br. (Alemania)

Asesor Forestal-Administración Forestal Estado Federal de Baden-Württemberg-Alemania. Coordinador Forestal del Servicio de Medio Ambiente del Cabildo de Gran Canaria. Co-director de las Jornadas Forestales de Gran Canaria. Presidente regional de la Asociación de Profesionales Forestales de España (PROFOR-Canarias)

Situación profesional actual y contacto

Técnico del Servicio de Medio Ambiente del Cabildo de Gran Canaria

cvelazquez@grancanaria.com

928/219421 Ext 44130

Este libro pretende concienciar sobre los retos a los que se enfrentan los montes en las Islas Canarias y forma parte de una trilogía de libros dedicados a los espacios naturales de Canarias. En el libro "Ingeniería Forestal y Ambiental en Medios Insulares" editado en 2013, los mismos coordinadores redactaban el primer capítulo sobre los retos de futuro de los recursos naturales y los bosques en Canarias. En la edición de dicha obra, realizada en conmemoración del Año Internacional de los Bosques de 2011, ya se contemplaban a los montes canarios como generador de recursos económicos y de energía, como regulador de recursos hídricos, pero también con amenazas y retos de futuro. Durante el año 2015, se redacta el libro Restauración de la cubierta vegetal y de espacios degradados en la región de Macaronesia, aportando soluciones a los impactos producidos por diferentes actividades, resaltando el papel de la restauración de la cubierta vegetal y el problema del cambio climático en las Islas. Una década más tarde, los autores han querido centrarse en los retos a los que nos enfrentamos en el presente y futuro inmediato con el presente libro.

Los doctores Juan Carlos Santamarta Cerezal y Jorge Naranjo Borges, son Ingenieros de Montes, actualmente son los representantes de la profesión en las Islas Canarias, como decano y vicedecano respectivamente. Con una amplia experiencia profesional, académica y divulgadora en materia de ingeniería forestal y ambiental, con este libro quieren cerrar el ciclo de diferentes publicaciones relacionadas con los montes canarios y el medioambiente, planteando los retos y desafíos a los que se enfrentan los terrenos forestales en las Islas Canarias.



9 788409 249589