



## TÍTULO

**SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO  
NEVADENSES  
UNA APROXIMACIÓN AGROECOLÓGICA  
EL CASO DE CAÑAR (GRANADA)**

## AUTOR

**Jaime Vila Traver**

<b>Tutores</b>	<b>Esta edición electrónica ha sido realizada en 2015</b> Isabel Vara Sánchez ; José María Martín Civantos
<b>Curso</b>	<i>Máster Oficial en Agroecología : un enfoque para la sustentabilidad rural (2014/15)</i>
<b>ISBN</b>	978-84-7993-683-9
©	Jaime Vila Traver
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
<b>Fecha documento</b>	2015



## Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

### Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

### Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
  - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
  - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
- 
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
  - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
  - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

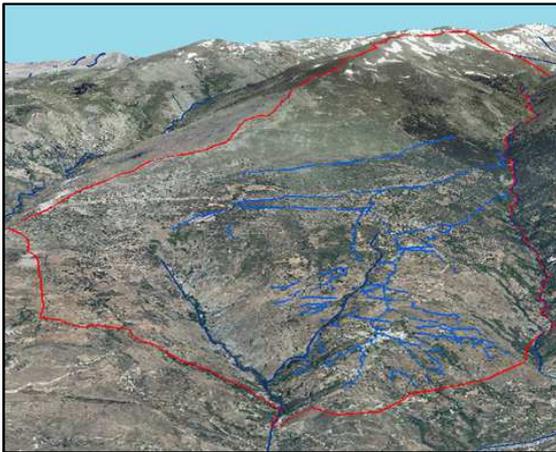


Máster oficial

# “Agroecología: un enfoque para la sustentabilidad rural”

Trabajo Fin de Máster

**Servicios ecosistémicos de los sistemas de riego nevadenses: una aproximación Agroecológica: el caso de Cáñar (Granada)**



Autor/a:

**Jaime Vila Traver**

Tutora:

Isabel Vara Sánchez

Co-tutor:

José María Martín Civantos

**Baeza, 2014-2015**

En primer lugar, quisiera agradecer especialmente a mis tutores, Isabel Vara Sánchez y José María Martín Civantos el sólido apoyo prestado.

A los trabajadores o colaboradores del Proyecto MEMOLA por su amabilidad y el apoyo prestado, en especial a Lara Delgado, Pablo Romero, Tere Bonet y a Eva Gibaja, con quien hice parte del trabajo de campo en Cáñar.

Agradezco también las conversaciones y los consejos que me han dado los investigadores del CEAMA para el diseño y la elaboración de este trabajo, Ricardo Moreno, Agustín Millares, Javier Herrero y Eladia Nuño.

A Millán Millán del CEAM por haberme atendido y ayudado en la parte de generación de tormentas.

A Crisanto Martín del IGME por haberme aconsejado en la parte de hidrogeología.

A Juan Reyes, Agente Medioambiental, por atendernos y guiarnos en la salida de campo al Dique 24.

Les doy gracias a todos los cañaretes que han participado en las entrevistas y en general a todos los que me crucé y que convirtieron el trabajo de campo en un auténtico placer: Alejandro, Fran, Rafael, Ramón el de Eusebia, Ramón el Cartero, el Tío Sam, Alfonso y Manolo. Muchísimas gracias a Cayetano por abrirnos las puertas del Cortijo del Cerromán y por haberme facilitado el contacto con los entrevistados. A Rafael Vílchez por haber continuado esta labor de enlace y hacerlo de una forma tan atenta y amable, además de guiarnos en nuestras salidas de campo. A Francisco Vílchez por atender todas mis dudas sobre el sistema de riego de Cáñar.

Gracias a María Zirión por aguantar estos meses, con una sonrisa, mis discursos interminables sobre sistemas de riego y servicios ecosistémicos. Así como por haberme acompañado a Cáñar en varias ocasiones, también junto a Claudia Martínez, Jaume Pallardó y Aitana Balaguer.

A mi hermano Alejandro por su apoyo, que ya es tradición en todos mis trabajos.

Aunque no tenga nada que ver con este trabajo, le agradezco a Ángel López haberme introducido en este tema.

A mi familia, siempre. A ti, mamá.

## Índice de contenidos

Índice de contenidos .....	1
Índice de figuras .....	1
Índice de tablas .....	5
1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	8
3. MARCO TEÓRICO.....	9
3.1. El ser humano depende de la naturaleza.....	9
3.2. Introducción a los servicios ecosistémicos. De Millenium Ecosystem Assessment (MA) a la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (EME).....	12
3.3. Los servicios ecosistémicos que prestan los agroecosistemas .....	14
3.4. Servicios hidrológicos de los sistemas de riego .....	16
3.5. Servicios ecosistémicos y agroecología.....	20
4. METODOLOGÍA.....	23
5. DESARROLLO .....	35
5.1. Caso de estudio .....	35
5.2. Contexto específico .....	37
5.3. Resultados .....	50
5.3.1. Servicios ecosistémicos ligados al sistema de riego en Cádiz .....	50
5.3.2. Trade-offs que se producen con los servicios de otros ecosistemas .....	84
5.3.3. Conflictos detectados en relación a la gestión del medio natural .....	88
5.3.4. Impulsores de cambio .....	90
6. CONCLUSIONES .....	101
7. PROPUESTAS FUTURAS DE ACCIÓN E INVESTIGACIÓN .....	105
8. BIBLIOGRAFÍA .....	107
ANEXO I: Vegetación edafohigrófila relacionada con los sistemas de riego tradicional en el ámbito de Sierra Nevada.....	113
ANEXO II: Datos y perfiles de las acequias .....	116
ANEXO III: Modelo de entrevista semi-estructurada .....	121

## Índice de figuras

Figura 1: "Modelo de flujos que sintetiza los intercambios que realiza P con la naturaleza y el resto de la sociedad" .....	10
Figura 2: Extensión que ocupan los agroecosistemas en la España Peninsular y Baleares. (Fuente: elaboración propia utilizando Corine Land Cover año 2000 como base, según las indicaciones de Gómez Sal, 2011).....	14

Figura 3: Servicios ecosistémicos, integridad del ecosistema, grado de intervención y bienestar humano. Fuente: Maass et al., 2015.....	15
Figura 4: Ciclo hidrológico simplificado en condiciones “naturales” en la zona de estudio. Elaboración propia utilizando como base el perfil del terreno que se muestra en la Figura. Fuentes: Naredo et al. 2009 y Millán, 2012. ....	17
Figura 5: Procesos ecológicos y la influencia que ejercen en los atributos hidrológicos y en la generación de servicios hidrológicos (Brauman et al., 2007). ....	18
Figura 6: Esquema de las interacciones entre el sistema de riego y el sistema fluvial natural. Fuente: Guzmán y Navarro, 2010. ....	19
Figura 7: El autor de este trabajo cerrando la compuerta de la Alberca después de su colaboración en las tareas de limpieza, una de las actividades de investigación realizadas utilizando la técnica de observación participante. ....	24
Figura 8: Cáñar en Junio de 2015 en una de las excursiones realizadas.....	35
Figura 9: Ubicación de la zona de estudio y áreas de protección de los Parques Nacional y Natural de Sierra Nevada a escala 1:750000 (izquierda), vista ampliada del municipio de Cáñar con la misma información temática y leyenda (derecha). Elaboración propia a partir del MDT200 (Distribuido por el Instituto Geográfico Nacional, <a href="http://www.ign.es">www.ign.es</a> ) y la capa “Límites de los Espacios Naturales Protegidos de Andalucía: 2015” (Distribuida por la Red Andaluza de Información Ambiental, REDIAM, <a href="http://www.rediam.es">www.rediam.es</a> ) .....	35
Figura 10: En la imagen de la izquierda vemos la zona históricamente regable (en azul) y en la del medio vemos el tipo de vegetación existente en la actualidad en esa zona (centro) acompañado de la leyenda (derecha). Escala: 1:45000 Fuente: elaboración propia a partir del área histórica regable según los datos aportados por la Comunidad de Regantes de Cáñar (basadas en el catastro y en cálculos que relacionan la capacidad de riego con las delimitaciones catastrales) y del Mapa de series de vegetación de la masa forestal de Andalucía, 1996-2006, elaborado por la Consejería Andaluza de Medio Ambiente y distribuido por la REDIAM, <a href="http://www.rediam.es">www.rediam.es</a> .....	36
Figura 11: Modelo vectorial de la superficie del término municipal de Cáñar en 3D (TIN) y leyenda. Escala: 1:45000 Fuente: elaboración propia a partir del MDT25 del Instituto Geográfico Nacional, <a href="http://www.ign.es">www.ign.es</a> . ....	37
Figura 12: Pisos bioclimáticos en Cáñar y leyenda. Escala: 1:45000 . Elaboración propia. Fuente de la información propia a partir de los Mapas de pisos bioclimáticos y ombroclimas a escala 1:10.000 de la masa forestal de Andalucía, año 1996-2006, <a href="http://www.rediam.es">www.rediam.es</a> .....	38
Figura 13: Ombroclimas en Cáñar y leyenda. Escala: 1:45000. Elaboración propia. Fuente de la información propia a partir de los Mapas de pisos bioclimáticos y ombroclimas a escala 1:10.000 de la masa forestal de Andalucía, año 1996-2006. <a href="http://www.rediam.es">www.rediam.es</a> .....	38
Figura 14: Diagramas bioclimáticos correspondientes a la Estación de la Casa Forestal de Soportújar y a la Estación de la localidad de Soportújar, en las proximidades de Cáñar. Fuente: <a href="http://www.globalbioclimatics.org">www.globalbioclimatics.org</a> .....	39
Figura 15: Unidades litológicas en el término municipal de Cáñar y leyenda. Escala: 1:45000. Elaboración propia. A partir del Mapa Litológico de Andalucía: Unidades Litológicas. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Escala 1:400.000. Año 1995. <a href="http://www.rediam.es">www.rediam.es</a> .....	39
Figura 16: Suelos en Cáñar y leyenda. Escala: 1:45000. Elaboración propia a partir del Conjunto de Datos de Geodiversidad de Andalucía: Geología, Edafología, Geomorfología y Georrecursos. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Año 2004. Fuente: REDIAM, <a href="http://www.rediam.es">www.rediam.es</a> .....	40

Figura 17: Cuencas y subcuencas hidrográficas presentes en el término municipal de Cáñar y leyenda, Escala: 1:45000. Fuente: Elaboración propia a partir del MDT25 del IGN, <a href="http://www.ign.es">www.ign.es</a> .....	41
Figura 18: Series de vegetación potencial y leyenda, Escala: 1:45000. Fuente: elaboración propia a partir del Mapa de series de vegetación a escala 1:10.000 de la masa forestal de Andalucía, 1996-2006. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. <a href="http://www.rediam.es">www.rediam.es</a> .	42
Figura 19: Evolución de la población en Cáñar. En los años 1842, 2001 y 2011 no hay datos disponibles para la Población de Hecho. Fuente: INE y elaboración propia.....	43
Figura 20: Mapa Catastral de Cáñar 1920. Fuente: Instituto Geográfico Catastral (1920), descargado del OCGSN.....	45
Figura 21: El barranco se agrandó a raíz del corrimiento de tierras que se desencadenó en la denominada Tormenta de Santa Ana y se llevó el pueblo de Barjas. En rojo está marcado el límite del corrimiento, marcado según las indicaciones del Agente Medioambiental de la zona .....	46
Figura 22: El emblemático Dique 24 en el Río Chico de Cáñar. ....	46
Figura 23: Tamaño de las propiedades regables por grupos. Elaboración propia a partir del Catastro de Cáñar, facilitado por la Comunidad de Regantes. ....	49
Figura 24: Relación entre las precipitaciones líquidas, sólidas, la fusión de la nieve y los caudales medios anuales en Sierra Nevada. Fuente: Cabello y Castro, 2012.....	52
Figura 25: El segmento (en rojo) delimita el perfil topográfico que se muestra en la siguiente figura y las acequias con las que intersecta. Escala: 1:45000. Se ha realizado buscando: 1 que intersectara con el mayor número de acequias posible (de la sierra) y 2 que estuviera orientado según la dirección de la línea de máxima pendiente, llegando a un compromiso entre ambos criterios, por lo cual el criterio 2 se aplica de forma aproximada. Elaboración propia a partir del MDT25 distribuido por el IGN, <a href="http://www.ign.es">www.ign.es</a> .....	53
Figura 26: Perfil topográfico que comienza en el límite entre los términos municipales de Lanjarón y Cáñar y finaliza en el límite entre Soportújar y Cáñar, intersectando en su recorrido con las acequias que se muestran y con el Punto de Careo del Cerro. ....	53
Figura 27: Rangos de pendientes en el término municipal de Cáñar en porcentaje. Escala: 1:45000. Elaboración propia a partir del MDT25 del IGN, <a href="http://www.ign.es">www.ign.es</a> .....	55
Figura 28: Alberca de la sierra en Junio .....	56
Figura 29: Recibo de la Alberca de la Sierra en Junio, estructura que sirve para retener los sedimentos y retrasar la colmatación de la alberca, durante las labores comunitarias de limpieza. ....	56
Figura 30: Launera cerca del conocido Dique 24. ....	57
Figura 31: A la izquierda la acequia del miércoles, revestida de losa en el transcurso de un salto de agua. A la derecha la acequia de Barjas en el lugar donde se parte su caudal con el injerto de la Hijuela del Cerromán.....	58
Figura 32: El segmento (en rojo) delimita el perfil topográfico de la siguiente figura. Comienza en el punto de Careo del Cerro y finaliza en la Fuente del Pueblo Alto y e intersecta con algunas en los puntos marcados. Fuente: Elaboración propia a partir del MDT25 del IGN ( <a href="http://www.ign.es">www.ign.es</a> ) el mapa Hidrografía del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente ( <a href="http://www.rediam.es">www.rediam.es</a> ) y los datos de las acequias aportados por la comunidad de regantes. ....	59
Figura 33: Perfil topográfico del terreno definido en la figura anterior y la línea de flujo subterráneo supuesto entre 1 y 4, correspondientes con el Punto de Careo y la Fuente beneficiada respectivamente.....	59
Figura 34: Fuente Ya bajo con los tres caños funcionando.....	60

Figura 35: Careo del Cerro, introduciendo el agua en orificios artificiales de una antigua mina (izquierda), y la Fuente del pueblo Alto, donde se encuentra la captación de aguas para uso urbano de Cáñar (derecha) .....	60
Figura 36: Robles al borde de la acequia de Barjas (Izquierda). Castañar recién regado en junio, se aprecian los surcos que se hacen en el suelo para regar (Derecha). .....	65
Figura 37: La endémica <i>Adenocarpus decorticans</i> al lado de la acequia de Barjas. ....	66
Figura 38 Monte bajo de encinas abandonado (izquierda) y con las labores culturales pertinentes (derecha) según el juicio el entrevistado E4 (Hombre. 60-70años) en una salida de campo. ....	67
Figura 39: Flora edafohidrófila al borde de la acequia de Barjas. ....	69
Figura 40: El ciclo de tormentas convectivo-orográficas de verano en las costas del Oeste del Mediterráneo. Nótese que el agua evaporada en las costas precipita en el interior y así, el ciclo real del agua incluye la humedad del suelo, los marjales, el flujo de los ríos y los acuíferos que alimentan los marjales costeros (Millán, 2014). ....	70
Figura 41: Tormenta de principio de verano en Cáñar. ....	71
Figura 42: El segmento (en rojo) delimita el perfil topográfico de la siguiente figura. Comienza en la desembocadura del Río Guadalfeo y finaliza en el Pico Veleta, intersectando con diferentes ríos (en morado), un embalse (verde claro) y acequias en la zona de estudio (azul claro). Fuente: Elaboración propia a partir del MDT25 del IGN ( <a href="http://www.ign.es">www.ign.es</a> ), el mapa Hidrografía del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente ( <a href="http://www.rediam.es">www.rediam.es</a> ) y los datos de las acequias aportados por la comunidad de regantes. ....	72
Figura 43: Perfil topográfico del terreno definido por la imagen y la tabla anteriores. ....	72
Figura 44: Distribución en Sierra Nevada de las acequias de riego .....	73
Figura 45: Distribución en Sierra Nevada de las acequias de careo .....	73
Figura 46: A la izquierda era rematada con balate de piedra parcialmente derrumbado y a la derecha haza rematada en pendiente de tierra. En rojo están marcados los perfiles. ....	75
Figura 47: Representación gráfica de los dos tipos de terrazas que encontramos en la zona. Cada figura corresponde conceptualmente a su imagen superior. (Diseños de G. Branucci, G. Paliaga S/F) .....	75
Figura 48: Representación gráfica de los tipos de síntomas previos al derrumbe (izquierda)) y en las hazas (derecha). (Diseños de G. Branucci, G. Paliaga S/F) .....	76
Figura 49: Representación gráfica de los efectos del colapso del aterrazado en los balates de piedra y tendencia de la ladera a recuperar la pendiente original (izquierda) Diseños de G. Branucci, G. Paliaga S/F) Fotografía del proceso en Cáñar (derecha) En rojo está marcado el perfil de forma aproximada antes de derrumbarse. ....	76
Figura 50: Clasificación de las pendientes de Cañar en función de su relación con la existencia de terrazas y la influencia del abandono de éstas en el aumento de la erosión. Escala: 1:45000 Elaboración propia a partir del mapa de la Figura 27: Rangos de pendientes en el término municipal de Cáñar en porcentaje. Escala: 1:45000. Elaboración propia a partir del MDT25 del IGN, <a href="http://www.ign.es">www.ign.es</a> .....	77
Figura 51: Zonación de las transformaciones en los suelos en el término municipal de Cáñar, Escala: 1:45000. Realizada a partir de las entrevistas y el trabajo de campo. ....	78
Figura 52: En esta imagen, obtenida a través de un taller de cartografía participativo podemos ver hasta donde llegaban las áreas de cultivo más altas en Cáñar (Fuente: Bonet et al., 2014).79	
Figura 53: Dibujo donde se muestra el papel de las acequias en el modelado del paisaje. Fuente: Guzmán y Navarro, 2010). ....	83
Figura 54: Paisaje desorganizado a causa del abandono de la agricultura en Cáñar. ....	84

Figura 55: Comparación de las épocas de reproducción de la trucha común según diferentes autores. Fuente: OCGSN, 2014 .....	87
Figura 56: Relaciones entre racionalidad y esfuerzo campesino, servicios ecosistémicos, trade-offs y sinergias, bienestar humano, valoración e impulsores de cambio. ....	100
Figura 57. Perfil longitudinal de la Acequia Grande. Fuente elaboración propia con ArcMap.	118
Figura 58: Perfil longitudinal de la Acequia de Barjas. Fuente elaboración propia con ArcMap .....	119
Figura 59: Perfil longitudinal de la Acequia de la Era Alta. Fuente elaboración propia con ArcMap.....	119
Figura 60: Perfil longitudinal de la Acequia del Jueves. Fuente elaboración propia con ArcMap .....	120
Figura 61: Perfil longitudinal de la Acequia del Viernes. Fuente elaboración propia con ArcMap .....	120

## Índice de tablas

Tabla 1: Servicios ecosistémicos por tipos. Fuente: Elaboración propia a partir de EME, 2011.	13
Tabla 3 Relación de entrevistas, fechas y duración aproximada .....	25
Tabla 4 Códigos utilizados para la sistematización de la información en el Software informático Atlas.ti por temáticas y relacionados con el número de cuotas que tiene cada uno de ellos....	26
Tabla 5 Servicios seleccionados. Elaboración propia a partir de EME, 2011 .....	27
Tabla 6: Datos del sistema de coordenadas y la proyección utilizada en la edición de mapas con ArcMap 10.2. ....	28
Tabla 7 Relación de numeración de las entrevistas y los códigos de los entrevistados .....	29
Tabla 8: Actividades realizadas a lo largo del proceso de investigación y datos asociados, ordenadas por fases. ....	34
Tabla 9: Superficies regables por tipos. Elaboración propia a partir del Catastro de Cáñar, facilitado por la Comunidad de Regantes. ....	49
Tabla 10: Acequias. Fuente: elaboración propia a partir del TIN realizado para el Plano VI.....	54
Tabla 11: Ríos. Fuente elaboración propia a partir del TIN realizado para el Plano VI.....	54
Tabla 12 Puntos de intersección entre el segmento que delimita el perfil con los cuerpos de agua presentes. ....	72
Tabla 13: Resumen de los servicios potenciales abastecimiento, de regulación y culturales, las prácticas que los generan, la tendencia observada y los impulsores directos e indirectos que modifican el (agro)-ecosistema que los presta. Elaboración propia.....	95
Tabla 14: Principales Trade-off's detectados derivados del establecimiento y uso del sistema de riego tradicional de Cáñar. Elaboración propia.....	96
Tabla 15: Resumen de las sinergias que se producen entre los servicios de los sistemas riego y otros ecosistemas relacionados. Elaboración propia.....	99
Tabla 16 Vegetación edafohigrófila relacionada con los sistemas de riego tradicional en el ámbito de Sierra Nevada. Elaboración propia a partir de Lorite, J., F. Valle & C. Salazar (2003). ....	115
Tabla 17: Información de las acequias de Cáñar. Fuente: Comunidad de Regantes de Cáñar.	118
Tabla 18: Modelo de entrevista semi-estructurada. Preguntas e información que se desea obtener, generalmente servicio ecosistémico asociado a la práctica. ....	124

# 1. INTRODUCCIÓN

Sierra Nevada es un espacio de alto valor ecológico, que cuenta con diferentes figuras de protección. Entre ellas destacan las de Parque Nacional y Parque Natural. Los usos tradicionales del territorio orientados a generar los productos necesarios para abastecer gran parte de las necesidades de las poblaciones locales, han conllevado cambios importantes en la estructura de los ecosistemas, contribuyendo a aumentar su valor ambiental, cultural y paisajístico actual. Entre los diversos usos tradicionales los sistemas de riego tradicional han tenido un papel destacable. Esto se debe a que mediante la regulación de las cabeceras de los ríos, distribuyendo el agua en el espacio y en el tiempo, han contribuido a la generación y conservación de la biodiversidad y a aumentar la disponibilidad de agua en la zona en general. Por otro lado, las transformaciones masivamente realizadas en los suelos, las terrazas, permiten el desarrollo de la agricultura, pese a las elevadas pendientes que solemos encontrar en la zona, controlando la erosión por escorrentía.

Los sistemas de irrigación nevadenses tienen su origen en la época árabe y han ido modificándose a lo largo de once siglos de experimentación y transmisión del conocimiento ligado a los mismos. Durante el recorrido histórico de estos sistemas ha habido algunas etapas especialmente traumáticas, algunas desencadenadas por guerras o epidemias como la peste negra; otro momento histórico que tuvo grandes repercusiones en el paisaje fue la expulsión de los moriscos y el más reciente, el abandono de la agricultura tradicional de montaña, por su falta de competitividad frente a la agricultura industrial y el éxodo rural, que comenzó en la década de los 1960 (McNeill, 1992). En dichas etapas la población se ha visto drásticamente reducida y con graves efectos negativos en el paisaje y en otros aspectos, como la transmisión del conocimiento ecológico local, que se ha visto también mermada, con las consiguientes pérdidas (Gálvez García, 2015 y McNeill, 1992).

En la actualidad el abandono de los sistemas de riego tradicionales en Sierra Nevada conlleva también importantes cambios en los agroecosistemas, los ecosistemas naturales y por tanto en el paisaje debido a las interacciones que se producen entre estos ambientes. El municipio alpujarreño de Cáñar, nuestra zona de estudio, no es una excepción, algunas de sus acequias han estado durante prácticamente dos décadas sin funcionar, otras se han perdido completamente y el sistema en general está siendo escasamente utilizado por la falta de regantes. Recientemente en el marco del proyecto europeo MEditerranean MOuntain LAndscapes (MEMOLA), se ha recuperado la acequia de Barjas, una de las principales acequias de Cáñar que se encontraba parcialmente enterrada por su situación de desuso y se colabora anualmente con el mantenimiento de ésta. El proyecto MEMOLA se centra en diferentes zonas montañosas de ámbito mediterráneo, entre las que se encuentra Sierra Nevada, que ha servido de marco geográfico para este trabajo. Este proyecto dirige sus esfuerzos a investigar la configuración histórica del paisaje en relación al uso de los recursos naturales introduciendo una perspectiva histórica y multidisciplinar para el diseño de estrategias contextualizadas, mediante el análisis de los servicios ecosistémicos producidos, encaminadas a la conservación, difusión y puesta en valor del patrimonio cultural, tanto tangible como intangible y el medio ambiente ([www.memolaproject.eu](http://www.memolaproject.eu)).

La supervivencia de éstos sistemas a largo plazo, en el contexto de cambio global en el que nos encontramos depende de que se demuestren el valor que tienen los servicios ecosistémicos que generan para los diferentes actores sociales (Rivera, 2012). Para analizar el caso de Cáñar,

enlazando con los objetivos del proyecto MEMOLA, utilizaremos como eje central el marco teórico ligado al concepto de Servicios Ecosistémicos, con un lenguaje relativamente simple y comprensible por todos los actores potencialmente involucrados en esta problemática, permite establecer la relación directa entre la conservación de la biodiversidad, los Servicios Ecosistémicos y el Bienestar Humano. En ese marco se analizan las interacciones que se producen entre los usos tradicionales relacionados con el sistema de riego y el medioambiente en su versión más prístina y algunos de los efectos que éstas producen en la generación de algunos servicios ecosistémicos que se han elegido. Entre ellos están el abastecimiento de agua dulce, el acervo genético silvestre, la regulación del clima y de la dinámica morfosedimentaria de las laderas o los servicios culturales paisajísticos, de identidad cultural y pertenencia y el conocimiento ecológico local.

La meta de este trabajo es reforzar el apoyo que el proyecto MEMOLA hace a la comunidad de regantes de Cáñar y de Sierra Nevada en general. Por un lado, sistematizando la información existente en la literatura sobre los servicios ecosistémicos de los sistemas de riego, evidenciando la existencia de interesantes sinergias entre agroecosistemas y ecosistemas naturales. Por otro, aportando la visión compleja del enfoque agroecológico para encarar algunos de los problemas de gestión del territorio, derivados del conflicto entre dos modelos de gestión antagónicos que coexisten en el territorio: el propio de la racionalidad campesina, marginado científicamente y el moderno conservacionismo de los recursos naturales.

## 2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Considerando la información recabada en la fase previa de la investigación, la articulación con las necesidades del Proyecto MEMOLA y la Comunidad de Regantes de Cáñar, las consultas a algunos expertos del ámbito académico y una primera revisión bibliográfica se elaboró la siguiente **hipótesis de partida** expresada a través de la siguiente afirmación:

**Las prácticas de gestión tradicional de la agricultura de regadío en Cáñar generan potencialmente servicios (agro)ecosistémicos de abastecimiento, regulación y culturales; a la vez que importantes sinergias con los ecosistemas naturales adyacentes.**

Para tratar de abordar y validar dicha hipótesis se plantea esta serie de **cuatro objetivos**:

1. Identificar, analizar cualitativamente y tipificar los principales servicios ecosistémicos que se producen y se consumen, así como los principales trade-offs que tienen lugar a raíz del uso de los sistemas tradicionales de irrigación en Cáñar.
2. Determinar las formas en las que, potencialmente, el mantenimiento de las prácticas de riego tradicionales pueden producir beneficios adicionales, contribuyendo a la integridad de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad, la transmisión del conocimiento ligado a ellos y a la generación de servicios ecosistémicos.
3. Identificar y analizar los principales impulsores de cambio, directos o indirectos que llevan al abandono y/o limitan la conservación de estos sistemas.
4. Proponer líneas de acción futura, tanto investigativas como participativas, para llenar vacíos de conocimiento que se identifiquen y corregir los factores limitantes mencionados en el anterior objetivo.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. El ser humano depende de la naturaleza.

Durante los once siglos de historia en la comarca de la Alpujarra han tratado de obtener de la naturaleza un flujo constante de bienes y servicios necesarios para su supervivencia. Para ello, adaptándose a las condiciones locales y regionales, han tratado de modificar la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas y en particular del ciclo hidrológico, de forma que aseguraran flujo metabólico ininterrumpido entre la naturaleza y el medioambiente.

Esto no constituye un hecho excepcional, ya que las sociedades humanas a lo largo de toda su evolución han satisfecho sus necesidades creando las condiciones materiales necesarias para su existencia a partir de su metabolismo con la naturaleza. El proceso metabólico de una sociedad, integrado por la apropiación<sup>1</sup>, circulación, transformación, consumo y excreción de materiales y/o energías que provienen de la naturaleza, implica una determinación recíproca entre ambas partes, de manera que ambas partes resultan modificadas, ocurriendo así una socialización de la naturaleza y una naturalización de la sociedad (Toledo y González de Molina, 2007).

“El conjunto de actos por medio de los cuales la sociedad se apropia de bienes y servicios de la naturaleza” (Toledo, 2008) se llama metabolismo rural y forma parte del metabolismo social. Existen tres tipos de apropiación de la naturaleza en función del grado de alteración del ecosistema. En el primer tipo no se realizan cambios sustanciales en la estructura, arquitectura, dinámica y evolución de los ecosistemas y paisajes apropiados. Este modelo de apropiación corresponde a las sociedades primarias de caza y recolección (Toledo y González de Molina, 2007). El segundo tipo, propio de las sociedades agrarias campesinas, presenta sin embargo una limitada transformación de los ecosistemas debido a que su base energética es la energía solar. En este tipo se introducen especies domesticadas o en proceso de ello o se fabrican elementos tecnológicos básicos. Aunque la evolución de las sociedades modernas, con un abastecimiento energético basado en combustibles fósiles y energía atómica, permite transformaciones en los ecosistemas a una escala mayor (*íbid*, 2007). La tercera forma de apropiación de la naturaleza está relacionada con la conservación del medioambiente, de forma que busca una preservación de zonas prístinas, dedicadas a la producción de servicios tales como la protección de la diversidad biológica y genética, del clima, la captura de carbono, el esparcimiento, la educación, contemplación estética y la investigación científica (*íbid*, 2007). Estas tres formas de apropiación de la naturaleza dan lugar a tres diferentes mega-ambientes, por orden, el medio ambiente utilizado (MAU), medio ambiente transformado (MAT), medio ambiente conservado (MAC) y el cuarto tipo de medio ambiente existente sería el social, que podríamos definir como aquellos sectores que están fuera de la unidad de producción rural (P) y realizan intercambios con la misma (*íbid*, 2007).

Las unidades de producción rurales (P) se encuentran contextualizadas ecológica y económicamente ya que realizan intercambios de materiales tanto con la naturaleza como con el resto de la esfera social, éste último de carácter económico, debido a que se sitúan en la frontera entre ambas (Toledo, 1993). Por tanto, la producción rural puede ser empíricamente

---

<sup>1</sup> Apropiación (Toledo y González, 2007): La apropiación califica el acto por el cual un sujeto social hace suya una "cosa", y se aplica en este caso a la acción por la cual los seres humanos extraen un fragmento de la naturaleza para volverlo un elemento social.

reducida a flujos de materias, energía, trabajo, mercancías e información (Cf. Cook, S. 1973 en Toledo, 1993).

La principal diferencia entre las dos primeras modalidades de apropiación de la naturaleza, es que mientras que en el primer caso, los ecosistemas no pierden sus capacidades intrínsecas de auto-mantenerse, auto-repararse y auto-reproducirse (Toledo, 2008); en el segundo, es estrictamente necesario el esfuerzo humano para que los procesos ecológicos funcionen y esto los hace especialmente particulares, dotándolos de unas características propias y originales (Gómez Sal, 2011). Cuando la gestión antrópica desaparece, bien tiene lugar una evolución hacia el ecosistema original o bien adquiere una forma "atípica e impredecible" (Toledo, 2008). La segunda modalidad incluye la agricultura tradicional, ecológica, convencional, industrial y sistemas ganaderos extensivos, que se corresponden con la categoría de agroecosistemas (Gómez Sal, 2011). En cuanto a los territorios conservados, pertenecientes al tercer modo de apropiación de la naturaleza, constituyen una respuesta a la demanda conservacionista que se encuentra en expansión en las sociedades modernas. En las últimas décadas ha tenido lugar una creciente respuesta institucional a esa demanda, plasmada en forma de territorios protegidos (Parques Nacionales, Parques Naturales, Lugares de Interés Comunitario, Zonas Especiales de Conservación, Reservas de la Biosfera, etc.) que se reparten en todo el planeta, entre otras medidas. De manera que en estas áreas los usos del territorio están regulados y limitados por diferentes normativas especiales dirigidas a la conservación del medioambiente, en función de su figura de protección en cada caso concreto. No obstante, en muchos casos esos paisajes considerados prístinos o que sin tener esa consideración se quieren preservar, son producto de la determinación recíproca entre sociedad y naturaleza, de forma que en realidad son paisajes antropogénicos (Toledo y Barrera-Bassols, 2008) como ocurre en el territorio protegido de Sierra Nevada. El macizo constituye un punto caliente de biodiversidad y de patrimonio cultural ligado a las prácticas ancestrales de manejo agrícola, como reconoce el propio Plan de Ordenación de Recursos Naturales del parque (1994).

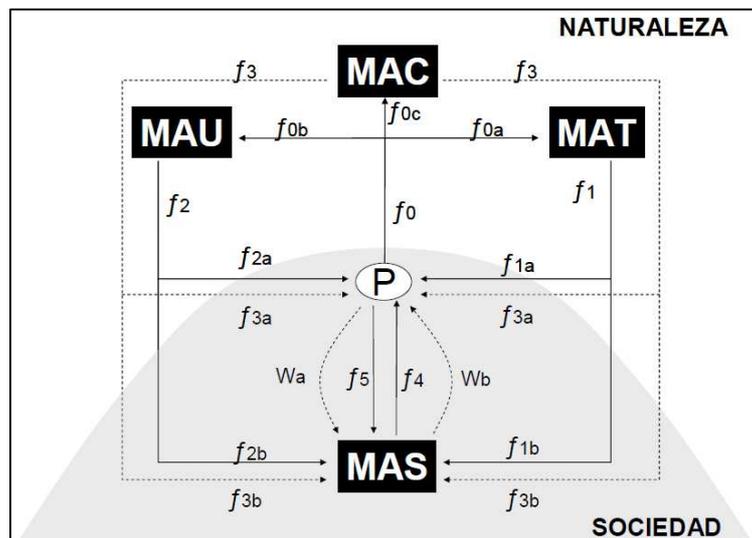


Figura 1: "Modelo de flujos que sintetiza los intercambios que realiza P con la naturaleza y el resto de la sociedad"

El flujo  $F_0$ , representa la fuerza que toda unidad P ejerce con el fin de realizar la apropiación, dirigida a obtener un flujo de retorno (bienes y/o servicios útiles).  $F_0$  se despliega a su vez en tres sub-flujos ( $F_{0a}$ ,  $F_{0b}$  y  $F_{0c}$ ) según se dirija a apropiarse componentes y/o procesos del MAT, MAU y MAC. Existen tres flujos de retorno ( $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$ ) cada uno proveniente del MAT, MAU y MAC respectivamente. Cada flujo de retorno se desdobra a su vez en dos sub-flujos según se dirija a satisfacer necesidades de la propia unidad P ( $F_{1a}$ ,  $F_{2a}$ ,  $F_{3a}$ ) o bien circulen y entren a los circuitos de otras esferas sociales (MAS) diferentes a P ( $F_{1b}$ ,  $F_{2b}$  y  $F_{3b}$ ). Finalmente el flujo  $F_4$  es el que va del MAS a P, y surge

por lo común, aunque no exclusivamente, como un flujo de retorno a lo recibido desde P (los tres sub-flujos F1b, F2b y F3b). El flujo F4 resulta excepcional porque inserta un nuevo elemento: las mercancías, que son bienes y servicios valorados por medio del dinero. Ello hace surgir un quinto flujo (F5) por el cual P emplea el dinero obtenido de su venta de sus mercancías para comprar otras mercancías requeridas, y con ello desencadena el surgimiento de un nuevo ámbito de intercambio (mercantil) entre el MAS y P, medido, mediado y determinado por el valor económico de lo que se intercambia". Fuente: Toledo, 2008

En la actualidad coexisten las tres formas de apropiación de la naturaleza. La primera tiene un carácter relíctico, la segunda es la forma mayoritaria de apropiación a día de hoy, mientras que la tercera se encuentra en expansión (Toledo y González de Molina, 2007). Mientras en las sociedades primitivas prácticamente todos sus integrantes se apropiaban directamente de la naturaleza, en las sociedades modernas solo una parte de los integrantes lo hace, aquella que conocemos como rural<sup>2</sup> (Toledo y González de Molina, 2011). Por tanto, también es ese sector de la sociedad quien potencialmente se encarga de mantener la estructura, la integridad, la funcionalidad y por tanto la generación de servicios de los ecosistemas más modificados antrópicamente, los agroecosistemas, a través del esfuerzo (flujo F0a en la Figura 1).

En las culturas tradicionales "se tiende a implementar y a gestionar sistemas ecológicamente correctos" de tal manera que "existe una racionalidad ecológica de la producción tradicional" (Toledo, 1993). La producción rural presenta un carácter dual por los dos tipos de intercambios que se realizan, económicos y ecológicos. En función de que la producción se oriente para el uso o para el cambio, existirá un tipo u otro de organización social que la lleve a cabo, creando toda una gama de situaciones posibles intermedias entre estos dos casos extremos, que pueden verse reflejadas en los tipos de sociedades que conocemos. Por ejemplo en el caso en que P pertenezca a una comunidad campesina, el tipo de intercambio que se dará estará orientado principalmente a la autosuficiencia y aunque esto no excluye la comercialización de los excedentes, hace que la producción se base más en intercambios ecológicos que económicos (Íbid, 1993). Así, los campesinos tienden a llevar a cabo una estrategia multiuso, que se basa en una producción no especializada utilizando para ello diversidad de recursos y prácticas productivas, lo cual "da lugar a una utilización de más de una unidad ecogeográficas, la integración y combinación de diferentes prácticas, el reciclaje de materias, energía, agua y residuos" (Íbid, 1993).

Dicho de otra manera, los agricultores de subsistencia basan su estrategia en un uso de baja intensidad de un alto número de servicios ecosistémicos. Asimismo otros actores sociales como los ganaderos, los agricultores industriales o las agencias de conservación de la naturaleza tienen otras estrategias. En función de éstas y de la capacidad de acción del actor social, se produce la toma de decisiones acerca de los usos del suelo y la gestión de los mismos. A través de esas decisiones e infraestructuras (vallas, carreteras, puntos de agua, sistemas de riego) y de diferentes grados de alteración de los ecosistemas, los diferentes actores "manipulan la vegetación, la diversidad funcional de la misma, las propiedades del ecosistema para obtener combinaciones particulares de servicios ecosistémicos que serán usados local o remotamente" (Díaz et al., 2010).

---

<sup>2</sup> Rural (Toledo y González de Molina, 2011): Aquel espacio social formado por el conjunto de unidades dedicadas a la apropiación de recursos terrestres y acuáticos (continentales y marinos).

### 3.2. Introducción a los servicios ecosistémicos. De Millenium Ecosystem Assessment (MA) a la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (EME)

Los servicios ecosistémicos, concepto base que propone Millenium Assesment, son los beneficios directos que obtiene el ser humano de los ecosistemas; éstos se clasifican en cuatro categorías, servicios de abastecimiento, regulación y culturales. La cuarta categoría, los servicios de soporte, se diferencia de las tres primeras porque no tiene un impacto directo en las sociedades humanas o bien lo tiene a muy largo plazo. Muchos de los servicios se encuentran fuertemente interrelacionados y dependen unos de otros; como por ejemplo en el caso de este trabajo, en el que el abastecimiento hídrico está estrechamente relacionado con la regulación hídrica que se produce mediante los sistemas de acequias tradicionales (MA, 2005).

El concepto nació motivado por el poco impacto que se había tenido en lo que ha conservación de la naturaleza, pese a los avances científicos. Buscando ese cometido, este nuevo marco teórico-conceptual aporta un cambio de enfoque en el conservacionismo, ya que aparte de reconocer el valor intrínseco de la naturaleza, reconoce explícitamente (Brauman et al., 2007) también el valor instrumental que tiene y su relación con el bienestar humano. Además el MA integra ciertas características interesantes, como que las evaluaciones pueden realizarse de una forma multiescalar adaptándose a las diferentes escalas espacio-temporales de los procesos biogeofísicos (local, cuenca hidrográfica, nacional, regional y global); abre la puerta a contemplar el conocimiento no científico generado por comunidades locales o indígenas, al igual que lo hacen otras disciplinas como la agroecología, de forma que a través de MA se puede permear más fácilmente en la metodología de las evaluaciones ambientales; contempla un amplio rango de impulsores de cambio en los ecosistemas y puede suponer un lenguaje común a nivel global de forma que contribuye al entendimiento de la comunidad científica internacional (EME, 2011). No obstante, existen ciertas diferencias entre MA y su homólogo español, la evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (EME). En el caso de EME, a diferencia de MA se ha elaborado una metodología para dar respuestas de gestión a los socioecosistemas en el contexto del cambio global (*Íbid*, 2011). Otra diferencia radica en la definición del concepto base de servicios ecosistémicos que propone EME, argumentando que la palabra beneficio que incluye la definición de MA puede malinterpretarse y relacionarse con el beneficio puramente económico, por tanto EME define los ecoservicios como: “las contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano”. Así mismo, EME no integra el cuarto tipo de servicios ecosistémicos que consideraba MA, los de soporte, por considerarse que en ocasiones daba lugar a una doble contabilidad de servicios (*Íbid*, 2011). Pero integra la idea de forma implícita mediante la utilización diferenciada de los conceptos de función y funcionamiento<sup>3</sup> de los ecosistemas.

EME tiene como objetivo general, “evaluar y suministrar información científica interdisciplinaria desde las ciencias biofísicas y sociales a gestores, empresas, ONGs y sociedad civil sobre las consecuencias que el cambio de los ecosistemas acuáticos y terrestres, insulares y peninsulares de España y la pérdida de la biodiversidad tienen en el bienestar humano de sus habitantes” (*Íbid*, 2011).

---

<sup>3</sup> Función y funcionamiento (EME, 2011): Función se entiende desde la perspectiva antropocéntrica como la potencialidad de un sistema ecológico de generar servicios a la sociedad, se relaciona por tanto con sus valores instrumentales (Martín-López et al., 2009 en *Íbid*, 2011). Mientras que por funcionamiento se entiende el conjunto de procesos biofísicos que determina la integridad ecológica de un ecosistema.

Los tres tipos de servicios considerados son (*Íbid*, 2011):

- **Abastecimiento**, se refiere a aquellas contribuciones directas al bienestar humano provenientes de la estructura biótica o geótica de los ecosistemas.
- **Regulación**, se refiere a aquellas contribuciones indirectas al bienestar humano provenientes del funcionamiento de los ecosistemas.
- **Culturales**, se refiere a aquellas contribuciones intangibles o no materiales que la gente obtiene.

TIPO DE SERVICIO	SERVICIO
<b>ABASTECIMIENTO</b>	Alimentos
	Agua dulce
	Materias primas de origen biológico
	Materias primas de origen mineral
	Energías renovables
	Acervo genético
	Medicinas naturales y principios activos
<b>REGULACIÓN</b>	Regulación climática
	Regulación calidad del aire
	Regulación hídrica
	Regulación morfosedimentaria
	Formación y fertilidad del suelo
	Regulación de las perturbaciones naturales
	Control de las perturbaciones naturales
	Polinización
<b>CULTURALES</b>	Conocimiento científico
	Conocimiento ecológico local
	Identidad cultural y sentido de pertenencia
	Disfrute espiritual y religioso
	Paisaje-Servicio estético
	Actividades recreativas y ecoturismo
	Educación ambiental

Tabla 1: Servicios ecosistémicos por tipos. Fuente: Elaboración propia a partir de EME, 2011.

Los impulsores de cambio considerados en EME se clasifican en dos grandes tipos (*Íbid*, 2011):

1. **Impulsores directos de cambio:** Cualquier factor que altera directamente a los ecosistemas. Son factores naturales o inducidos por los seres humanos que actúan de manera inequívoca sobre los procesos biofísicos. Los considerados por EME: cambio de usos del suelo, cambio climático, contaminación, especies invasoras, cambios ciclos biogeoquímicos y sobreexplotación.
2. **Impulsores indirectos de cambio:** Son un factor o proceso o conjunto de factores y procesos sociopolíticos que actúan de un modo más difuso alterando los ecosistemas a través de su acción sobre uno o más impulsores directos de cambio. Raramente pueden ser identificados mediante observaciones directas y sólo pueden ser caracterizados entendiendo su efecto sobre uno o más impulsores directos de cambio. Los

considerados por EME: económicos, procesos demográficos, de género, de ciencia y tecnología, sociopolíticos y culturales.

### 3.3. Los servicios ecosistémicos que prestan los agroecosistemas

Los agroecosistemas son el ecosistema que más extensión ocupa en el territorio español de los evaluados en EME, abarcando unos 25 millones de hectáreas, representando un 46% de la superficie nacional. El siguiente tipo de ecosistema en importancia sería el bosque y matorral esclerófilo con una superficie de unas 15 millones de hectáreas, ocupando un 28%; de forma que el porcentaje restante está cubierto con el resto de ecosistemas considerados en EME, no superando ninguno de ellos una cobertura relativa de más del 6% del total. Estos datos son aproximados, dada la complejidad que entraña la clasificación de los ecosistemas y que los límites entre ellos son difíciles de definir (*íbid*, 2011).



Figura 2: Extensión que ocupan los agroecosistemas en la España Peninsular y Baleares. (Fuente: elaboración propia utilizando Corine Land Cover año 2000 como base, según las indicaciones de Gómez Sal, 2011)

Tradicionalmente los agroecosistemas han sido considerados básicamente como proveedores de servicios ecosistémicos de abastecimiento (Power, 2010), debido a que la agroecología ha trabajado a escala de finca históricamente (Lovell et al., 2010) y a que se considerase que el objetivo principal del ser humano para la modificación de los mismos es la obtención de alimentos, fibras y otros materiales bióticos (Gómez, 2001). Sin embargo, en los últimos años la investigación a escalas mayores han permitido reconocer también la capacidad de los mismos para generar también servicios tanto de regulación, como culturales (Power, 2010; MA 2005; Lovell et al., 2010). Sobre todo en el caso de la agricultura tradicional, orientada al autoabastecimiento y la reducción de insumos externos, diseñada para su persistencia a lo largo de las generaciones, ha quedado marcada en nuestros paisajes a causa de la incorporación de “elementos estructurales y procesos que ayudan a mantener un cierto nivel de integridad ecológica y refuerza su capacidad para prestar servicios de regulación” (Gómez, 2011). Asimismo, tienen gran importancia los elementos culturales por su generación de servicios ecosistémicos; pueden ser las infraestructuras y las construcciones, como en el caso que nos ocupa, las acequias y el sistema de aterrazado y otros muchos como molinos hidráulicos, albercas, eras comunales, caminos, etc. (Montserrat, 2009 en Gómez, 2011).

La contribución a la generación de servicios por parte de la agricultura depende esencialmente de la estructura del sistema y del manejo que se le aplique (MA 2005; Power, 2010; Fernald, 2007). La problemática típica que acompaña a la agricultura en la generación de servicios ecosistémicos tiene que ver con los trade-offs<sup>4</sup>, tanto ecosistémicos (ET) que corresponden a la pérdida de integridad ecológica (EI), como sociales (ST), que corresponden al coste de oportunidad que supone el no-manejo antrópico del ecosistema; aunque también pueden darse sinergias entre servicios (Maass et al., 2015). De esta manera se puede ver la relación entre el aumento de producción de servicios de abastecimiento y la conservación del medioambiente, con las implicaciones en el bienestar humano correspondientes. Expresado de otro modo, la maximización de los servicios de abastecimiento en agricultura (por ejemplo el caso de un monocultivo intensivo) conlleva generalmente la minimización de los servicios de regulación y

<sup>4</sup> Trade-off (compromiso o sacrificio): Servicio de un ecosistema que solo puede obtenerse a expensas de otro servicio.

culturales (Power, 2010;). Según Maass y sus colegas (2015), todos los servicios de regulación y algunos de los culturales no requieren transformación de los ecosistemas, de forma que pueden generar un nivel alto de servicios manteniendo un nivel alto de integridad del ecosistema. En cambio en el caso de los servicios de abastecimiento y algunos culturales, cuanto más se modifica el ecosistema más servicios se pueden obtener de él, pero existe un coste en degradación de su integridad y su capacidad sustentable para producir otros servicios; de forma que puede calcularse el servicio neto (NS) que obtiene la sociedad de un ecosistema a través de su intervención y lo expresan matemáticamente en la siguiente ecuación:

$$NS = (ES + EI) - (ET + ST)$$

Asimismo proponen el siguiente gráfico que relaciona el grado de intervención, la integridad de los ecosistemas, la generación de servicios ecosistémicos y cómo influyen en el bienestar humano, no obstante a la complejidad que resaltan de ésta última relación. Según este modelo y como ya se ha dicho anteriormente, existen niveles de intervención que maximizan la generación de servicios ecosistémicos y a la vez permiten mantener un cierto nivel de integridad del ecosistema (Maass et al., 2015).

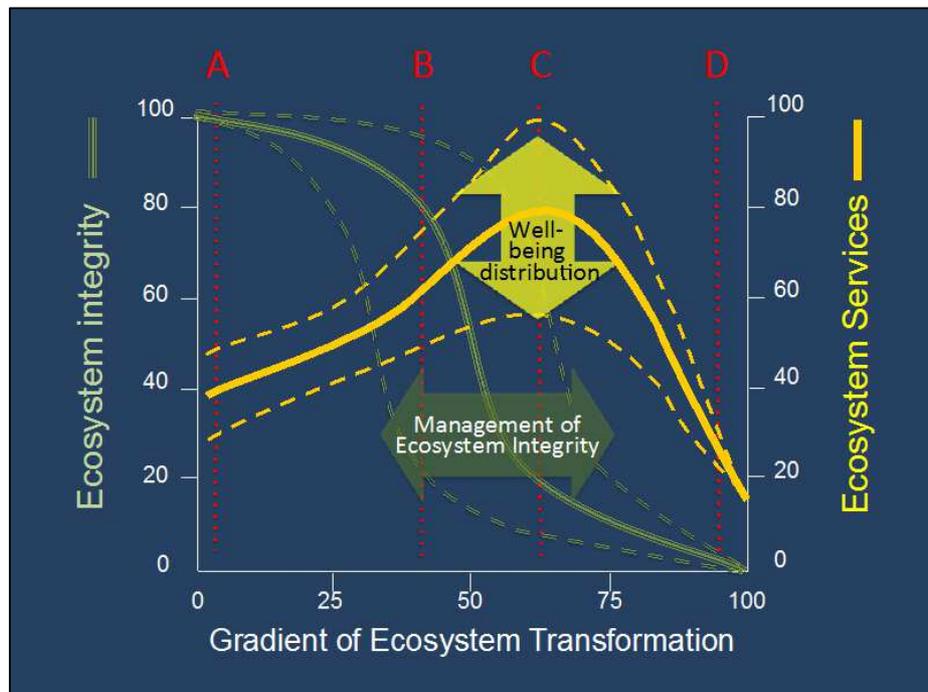


Figura 3: Servicios ecosistémicos, integridad del ecosistema, grado de intervención y bienestar humano. Fuente: Maass et al., 2015.

Los agroecosistemas se comportan como consumidores y como proveedores de servicios que fluyen desde y hacia a los ecosistemas, respectivamente, al mismo tiempo (Power, 2010). Por otro lado, los agroecosistemas potencialmente generan también *disservicios*, como pérdida de biodiversidad, contaminación agroquímica, sedimentación de cursos fluviales y emisiones de gases de efecto invernadero (Dale & Polasky, 2007 en Power, 2010; Zhang et al., 2007). Aunque también es cierto que existen ejemplos de paisajes bien gestionados, y presentan una matriz de usos del suelo que integra mosaicos de cultivos y zonas menos intervenidas, con interesantes sinergias entre ambas (Bennett y Balvanera, 2007), y que presentan una elevada multifuncionalidad, ya que generan diversos servicios y lo compatibilizan con la conservación de la biodiversidad, tanto cultivada como silvestre (Felipe-Lucía y Comín 2015). De esta manera los

enfoques de multifuncionalidad de la agricultura y el paisaje complementan los objetivos de la agricultura con vocación de sustentabilidad, como la Agroecología. De forma que un análisis integrado entre ambas permite ver la relación entre el manejo y la integridad del agroecosistema, al mismo tiempo que mostrar el valor potencial que tiene la agricultura desde los puntos de vista ecológico y social a escalas mayores (Fernald, 2007; Gómez, 2011).

Considerando que no son igualmente importantes todos los aspectos de la biodiversidad, para diferentes Servicios Ecosistémicos, que los diferentes actores sociales no tienen la misma percepción, ni las mismas necesidades, ni la misma capacidad de decisión y acción, en cuanto a gestión del territorio y por ende de los servicios ecosistémicos. Es necesario un análisis interdisciplinar que integre el enfoque social y el ecológico, para entender estas interacciones entre el ser humano y la naturaleza. Las decisiones de los diferentes actores sociales en cuanto a la gestión del territorio y los cambios que generan en la biodiversidad, redundan en cambios en la Diversidad Funcional, que a su vez modifican las propiedades del ecosistema y los servicios que se generan (Díaz et al., 2010).

### 3.4. Servicios hidrológicos de los sistemas de riego

En cuanto a la parte del metabolismo que concierne al agua, el metabolismo hídrico, en numerosas ocasiones no se incluye en los estudios de flujos realizados, pese a la importancia tanto cuantitativa como cualitativa que tienen en el metabolismo socioeconómico, por su carácter desequilibrante en términos cuantitativos (Velázquez y Beltrán, 2011). El agua es especialmente importante en para el metabolismo rural puesto que es un factor limitante para la producción de alimentos en muchas partes del mundo, y por consiguiente los sistemas de riego han cobrado gran importancia a la hora de aumentar la producción y las superficies cultivables. En ocasiones el uso de agua para riego ha causado graves problemas hidrológicos, de sobreexplotación de acuíferos, contaminación, (Gliessman, 1998), aunque como veremos en los también puede generar importantes servicios ecosistémicos.

El agua debería considerarse como “un activo ecosocial, entendiendo por tal la capacidad que tiene el agua de satisfacer todo un conjunto de funciones económicas, sociales y ambientales” de forma que “la gestión del agua, exige una gestión ambiental integrada del territorio, es decir, no hay gestión del agua sin gestión del territorio” (Aguilera, 2006). El agua cobra tal importancia debido a que su continuo movimiento a través del ciclo hidrológico en tierras emergidas, está posibilita la vida, fundamentalmente por dos reacciones que la sustentan, la fotosíntesis y el intercambio catiónico (Naredo et al., 2009).

El líquido elemento que circula a través del ciclo hidrológico anual es una mínima parte del agua del planeta- alrededor del 97% se encuentra en los mares y presenta una salinidad que la hace no apta para la mayoría de los usos en tierra- esto nos lleva a concluir que los problemas asociados a la escasez de agua están más ligados a la calidad y accesibilidad de la misma que a la cantidad. El ciclo hidrológico se rige por los dos primeros principios de la termodinámica, de forma que el primero determina la conservación de la cantidad de agua y el segundo la evolución de la calidad de la misma, de forma que todos los cambios de estado que se producen en el agua a lo largo del ciclo son gobernados por éstos y pueden interpretarse como un gradiente de potenciales. El potencial del agua es máximo justo después de su precipitación en altitud, puesto que presenta una elevada potencia física (ligada a la altitud) y una elevada capacidad de dilución o potencia química y por tanto, un nivel mínimo de entropía. El agua va perdiendo ambos potenciales en su descenso hacia el mar, donde éstos son mínimos. La energía del Sol invierte el proceso devolviendo el agua a la atmósfera para crear nuevas precipitaciones (Íbid, 2009).

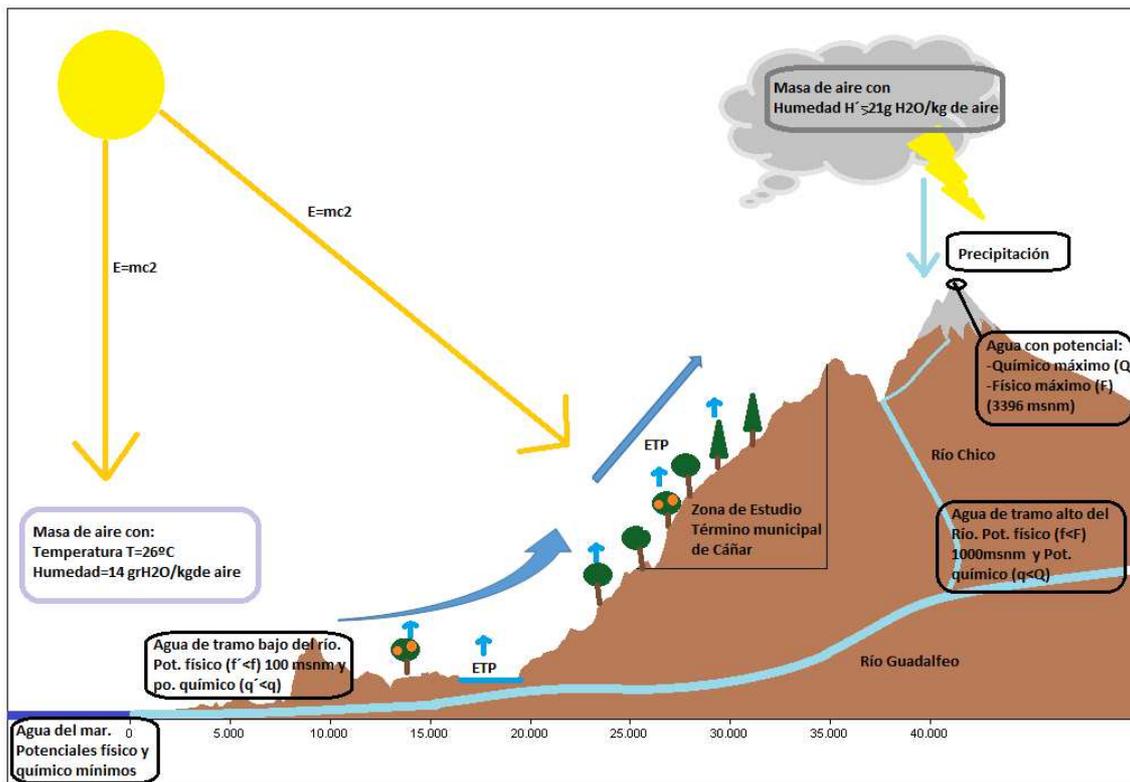


Figura 4: Ciclo hidrológico simplificado en condiciones “naturales” en la zona de estudio. Elaboración propia utilizando como base el perfil del terreno que se muestra en la Figura. Fuentes: Naredo et al. 2009 y Millán, 2012.

No obstante a lo dicho, los ecosistemas de una cuenca hidrográfica afectan a los atributos del agua que circula a través de ellos, lo cual modifica el funcionamiento de la misma y por tanto se producen servicios hidrológicos de “forma natural”, siendo la vegetación presente el factor general más determinante en la generación de los mismos. Los servicios hidrológicos se dan a una escala regional, de forma que lo que ocurra en las partes altas de la cuenca determina a las regiones de aguas abajo (Brauman et al., 2007).

Este tipo de servicios presenta una gran variedad, que va desde el abastecimiento de agua para consumo o riego, al control de eventuales avenidas, o los servicios culturales derivados de la estética paisajística o del conocimiento tradicional ecológico local; podemos definirlos como los beneficios que recibe la sociedad producidos por efectos de los ecosistemas terrestres en el agua dulce (Brauman et al., 2007; Zhang et al., 2007).

El atributo de cantidad se refiere al volumen de agua disponible y el factor que más afecta a la disponibilidad es la evapotranspiración; el atributo de calidad tiene que ver con los contenidos de químicos, patógenos, nutrientes, sales y sedimentos en el agua, y depende en gran medida de que el agua se infiltre, de forma que los ecosistemas que tienen características que impiden que el agua se circule a gran velocidad tienen más probabilidades de mejorar la calidad del agua, que debe presentar unas características u otras en función del uso que se le vaya a dar; el mayor efecto que tienen los ecosistemas en la localización, es modificar la cantidad de precipitación que acaba infiltrándose en el suelo o fluyendo superficialmente determinando la accesibilidad del agua; el tiempo de flujo describe cuando existe agua disponible, en una cuenca existen dos tipos de flujos, los caudales punta que son generados como respuesta rápida de una a la precipitación o del deshielo en el caso de cuencas pluvionivales (Cabello y Castro, 2012) y los

caudales base se producen en mayor medida por descarga de aguas subterráneas (Brauman et al., 2007).

Ecohydrologic process (what the ecosystem does)	Hydrologic attribute (direct effect of the ecosystem)	Hydrologic service (what the beneficiary receives)
Local climate interactions Water use by plants	→ Quantity (surface and ground water storage and flow)	<p><b>Diverted water supply:</b> Water for municipal, agricultural, commercial, industrial, thermoelectric power generation uses</p> <p><b>In situ water supply:</b> Water for hydropower, recreation, transportation, supply of fish and other freshwater products</p> <p><b>Water damage mitigation:</b> Reduction of flood damage, dryland salinization, saltwater intrusion, sedimentation</p> <p><b>Spiritual and aesthetic:</b> Provision of religious, educational, tourism values</p> <p><b>Supporting:</b> Water and nutrients to support vital estuaries and other habitats, preservation of options</p>
Environmental filtration Soil stabilization Chemical and biological additions/subtractions	→ Quality (pathogens, nutrients, salinity, sediment)	
Soil development Ground surface modification Surface flow path alteration River bank development	→ Location (ground/surface, up/downstream, in/out of channel)	
Control of flow speed Short and long-term water storage Seasonality of water use	→ Timing (peak flows, base flows, velocity)	

Figura 5: Procesos ecológicos y la influencia que ejercen en los atributos hidrológicos y en la generación de servicios hidrológicos (Brauman et al., 2007).

Recientemente se han obtenido evidencias mediante la modelización de escenarios, que muestran que según el manejo de los diferentes usos del suelo en una cuenca que integra zonas agrícolas, se pueden generar también servicios de regulación hidrológica y culturales, manteniendo niveles altos de productividad en la agricultura (Posthumus, 2010). Los agroecosistemas y en particular los sistemas de riego y sistemas de terrazas al igual que el resto de los ecosistemas de una cuenca modifican los atributos hidrológicos del agua cuando ésta transcurre por ellos, con impactos positivos para algunas de las funciones del agua y por tanto de los servicios ecosistémicos (según los servicios se requieren unos atributos u otros): la evaluación de las comunidades de regantes de las acequias tradicionales de Río Hondo en Nuevo México, de origen español, mostró que mantener un porcentaje elevado de paisaje irrigado (75%) aumenta la superficie de hábitats riparios en más de 10 veces (Fleming et al., 2014) y de esa forma la contribución de la agricultura a los servicios ecosistémicos es excelente (Miller, 2013), **así las acequias modifican el atributo de localización del agua aumentando la superficie de disponibilidad, lo cual tiene importantes beneficios para la vegetación y la fauna** (Fernald, 2012).

**Estos sistemas, modifican igualmente el atributo del tiempo de flujo del agua favoreciendo la infiltración y por tanto la recarga de acuíferos por las pérdidas que se producen en el sistema de riego, siempre que sean acequias no impermeabilizadas.** En el caso de Sierra Nevada además, a través de la práctica ancestral de los careos<sup>5</sup> se fuerza la infiltración del agua en puntos de gran permeabilidad conocidos por los regantes. El agua infiltrada se recupera posteriormente en forma de retornos. Esto reduce los caudales punta que tienen lugar en

<sup>5</sup> **Careo:** Práctica consistente en guiar las aguas del deshielo en alta montaña a determinados lugares (simas, matas, calaeros o guiaeros) que permiten su infiltración y posterior afloramiento aguas abajo y tiempo después. Presumiblemente el término careo tiene su origen en una práctica ganadera: carear es sinónimo de pastar o pacer y los careos mantienen los pastos (Guzmán y Navarro, 2010).

**Careo:** Los árabes entre los Siglos IX y XV y según algunos autores (Sabovik, 1973, desviaban el agua de los ríos a través de acequias no revestidas (Pulido Bosh y Ben Sbih 1993), hacia lugares más permeables bien identificados, en las áreas deficitarias; este método es conocido bajo el nombre de careo.

primavera con el deshielo, disminuyendo el riesgo de avenidas y aumenta la disponibilidad de agua en la estación seca, manteniendo los caudales base (Fernald et al., 2007; Fernald et al., 2012; Sbih et al., 1995).

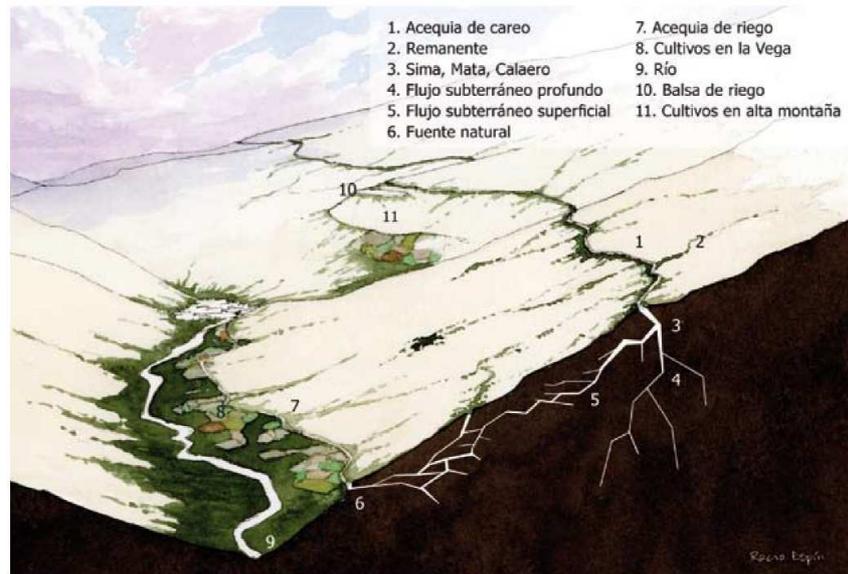


Figura 6: Esquema de las interacciones entre el sistema de riego y el sistema fluvial natural. Fuente: Guzmán y Navarro, 2010.

En la región donde se ubica la zona de estudio, la Alpujarra Granadina, al igual que en Nuevo México (Fernald et al., 2012) se ha evidenciado también la mejora de la calidad del agua para su uso urbano en Cádiz, debido a la infiltración de la misma y como consecuencia el aumento de la mineralización debido a las interacciones hidrogeológicas que tienen lugar (Sbih et al., 1995) ya que el agua procedente del deshielo presenta un contenido salino demasiado bajo y no es adecuada para su consumo.

Por último, aunque la cantidad total de agua circulante en el ciclo hidrológico permanece constante, según el primer principio de la termodinámica, la cantidad de agua disponible a nivel regional también puede verse modificada por los usos del suelo, como describe Millán (2010, 2012 y 2014) en el Este de la cuenca mediterránea, ya que al aumentar la superficie de localización de la humedad, los sistemas de riego tradicional, aumentan la cantidad de agua evapotranspirada, lo cual en la cuenca del Mediterráneo tiene repercusiones en la formación de tormentas. Puesto que dos de las tres fuentes de precipitación que existen en el Mediterráneo, los tipos convectivo-orográficas y ciclogénesis mediterránea están fuertemente relacionadas con retroalimentaciones entre usos del suelo, la atmósfera y el Mar Mediterráneo (Íbid, 2010; 2012 y 2014). Estos ejemplos se explican más detalladamente en el apartado de resultados de este trabajo, en mayor o menor medida aplicados al caso de Cádiz en función de los datos existentes.

Por otro lado, las situaciones de compromiso entre servicios, en inglés trade-off, son inherentes a la prestación de servicios hidrológicos, de forma que la modificación de los atributos del agua puede resultar positiva para unos servicios ecosistémicos y negativa para otros (Brauman et al., 2007). Por otra parte, como se ha dicho anteriormente, la minimización de servicios de regulación y culturales que se le presuponen en la literatura científica a la agricultura y al manejo humano de los ecosistemas en general, es aplicable también cuando se considera el impacto de la agricultura y/o de los sistemas de riego, en los servicios hidrológicos en concreto. Por ejemplo al afirmar que los cambios que genera el ser humano en los ecosistemas afectan a la producción de servicios hidrológicos, como que los usos del suelo (pastoreo, explotaciones forestales,

carreteras) reducen la infiltración de agua (Brauman et al., 2007). La consideración de que las derivaciones para riego repercuten negativamente en los servicios de regulación hídrica, de calidad del agua, de regulación de perturbaciones y en los servicios culturales como el disfrute de paisajes o el sentido de identidad (Santos-Martín, et al., 2015). Se evidencia que en muchas ocasiones en parte de la literatura científica relacionada con la conservación del medio ambiente se considera que el manejo humano es en esencia perjudicial para la integridad los ecosistemas y los servicios que estos generan para la sociedad. Lo cual no deja de ser cierto en muchas ocasiones, pero eso no lo convierte en la única posibilidad. No obstante al visibilizarse únicamente las gestiones antrópicas desastrosas, obviando que existen modelos de gestión tradicional y nuevas propuestas, como la agroecológica, que han resultado exitosos debido a su fuerte vocación de sustentabilidad, se distorsiona la realidad al fomentar la idea de que la gestión antrópica es necesariamente incompatible con la conservación de la naturaleza.

### 3.5. Servicios ecosistémicos y agroecología.

El marco teórico que se presenta para este trabajo es el resultado de la hibridación del marco agroecológico y el de servicios ecosistémicos. Ambos marcos se complementan para alcanzar las metas de revalorizar los usos tradicionales sustentables, el conocimiento asociado a ellos, y las formas de organización social que los sustentan; siendo éstas propias de la agroecología en general y de este trabajo en particular.

Por su lado, el marco de EME resulta estratégicamente útil para este propósito ya que permite traducir las prácticas agrarias sustentables a través de la sistematización de las funciones de los ecosistemas en servicios ecosistémicos, un concepto atractivo para una gran parte de la sociedad y para las instituciones ya que explicita los beneficios de la conservación de la naturaleza en el bienestar humano (EME, 2011) de forma que está mucho más en consonancia con el imaginario moderno de la utilidad. Por tanto, de manera implícita se introduce, se avala y se legitima la racionalidad campesina de una forma fácil de entender desde los puntos de vista de los diferentes actores sociales implicados en los posibles conflictos de gestión del territorio. De la misma manera y modo de resumen de algunas ideas expuestas en los anteriores epígrafes, el estudio de los servicios que prestan ecosistemas con diferente grado de intervención antrópica del medio natural, permite defender la necesidad de dicha intervención para obtener sobre todo los servicios de abastecimiento (Maass et al., 2015), pero también los de regulación y culturales necesarios para el bienestar humano (Power, 2010; MA 2005; Lovell et al., 2010). A la vez muestra que es posible hacerlo manteniendo cierto nivel de integridad de los ecosistemas compatibilizándolo con la conservación de la misma, mostrando sinergias entre MAT, MAU y MAC aportando la visión realista que nos ofrece el análisis los trade-offs sociales y ecológicos, que tienen lugar (Power, 2010; Zhang, 2007). Asimismo, el análisis de los trade-offs generados entre los servicios ecosistémicos y agroecosistémicos también puede ser de utilidad para la agroecología en el diseño de agroecosistemas sustentables, uno de sus principales objetivos.

Por su lado, la agroecología “desarrolla una crítica al pensamiento científico, para desde él, generar un enfoque pluriépistemológico que acepte la biodiversidad sociocultural” y plantea que del conocimiento generado por los agroecosistemas a lo largo de su historia pueden obtenerse soluciones a problemas sociales y medioambientales (Alonso y Sevilla, 1995). Por consiguiente bebe del estudio de la agricultura tradicional y la etnoecología, que constituyen las fuentes fundamentales de información útil para establecer criterios para el diseño, mejora de agroecosistemas que posibilite la conservación de los recursos (aguas, suelo y biodiversidad) de forma que se minimicen los riesgos y la utilización de inputs externos, se promueva la autosuficiencia y la sustentabilidad, y la capacidad de adaptación a las variaciones ambientales y del contexto económico (Altieri, 2004). Los modelos de agricultura tradicional sirven de

referente para esta tarea “ya que han surgido a través de siglos de evolución histórica y cultural, y representan experiencias acumuladas de interacción entre el ambiente y agricultores sin acceso a insumos externos, capital o conocimiento científico” (Altieri y Anderson, 1986). Por tanto reflejan la perspectiva de la sustentabilidad agraria a largo plazo, mostrando que existe un breve elenco de principios básicos comunes para todos los sistemas sustentables: “diversidad específica, acumulación de materia orgánica, círculos cerrados de biomasa y nutrientes, minimización de pérdida de recursos mediante la cobertura del suelo, la cosecha del agua y el mantenimiento de altos niveles de biodiversidad funcional” (Altieri, 2004). Por otro lado, los modos de apropiación de la naturaleza ancestrales en numerosas ocasiones llevan asociados complejos sistemas socioecológicos de gestión de recursos comunes, como los montes, los sistemas tradicionales de riego o los recursos pesqueros, que también constituyen una fuente de información para la agroecología política, en cuanto al diseño de instituciones para la gestión cooperativa de los recursos naturales (Ostrom, 1990; Garrido, 2012).

Desde un punto de vista socioeconómico, la agroecología asume que las prácticas sostenibles de gestión de recursos naturales, dependen tanto de aspectos tecnológicos y ecológicos, como de componentes sociales y relacionales, organizados de una forma diferente a la propuesta del discurso industrializador (Gliessman, 2002). Este modelo industrial lleva implícitamente asociado el modelo de conservación de la naturaleza *Land sparing*, basado en islas de conservación de la biodiversidad, separadas de la actividad humana, que se contraponen al modelo de *Land sharing* que defiende que la conservación de la biodiversidad puede darse en contacto con complejos socioecológicos, produciéndose entre ambas interacciones interesantes (Fischer et al., 2008).

La corriente de pensamiento *Land sparing* comparte la visión de la ecología política oficial que pretende conseguir un “desarrollo sostenible” sin cuestionar las bases del sistema capitalista. Lógicamente, la existencia de territorios protegidos dentro del modelo *Land Sparing*, exige e incluye explícitamente que haya otras zonas de explotación intensiva que generen los servicios de abastecimiento, tal y como declara Alfonso San Miguel Ayanz, del Comité Científico de Parques Nacionales (MAGRAMA, 2014):

“España es un país con una densidad de población bastante elevada (...) de carácter mayoritariamente urbano y que a menudo, precisamente por ello, se beneficia con más intensidad de sus servicios ambientales (de regulación y culturales, de acuerdo con la terminología de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio) que de los de abastecimiento (de productos como alimentos, madera, frutos, agua o minerales), porque éstos últimos puede importarlos de otros territorios. Una población que, en definitiva, exige una alta calidad ambiental en su medio natural, en especial en los Espacios Naturales Protegidos y que quiere, puede y debe participar en sus estrategias de gestión”.

Es obvia la existencia de territorios especializados consumir recursos naturales (servicios de abastecimiento) y otros en aportarlos estableciéndose así un “intercambio ecológico desigual que el desarrollo del capitalismo ha generado a través de una distribución mundial del poder Centro-Periferia” (Alonso y Sevilla, 1995), dinámica que también podemos identificar a escalas regionales. Como sucede en el caso de España, donde debido a la modernización agraria se ha creado una creciente dependencia de los recursos agrarios de otros países de forma que se importan materiales y se exporta huella ecológica <sup>6</sup>a otros países de una forma creciente

---

<sup>6</sup> Huella Ecológica: Es el área de terreno necesario para producir los recursos consumidos y para asimilar los residuos generados por una determinada población con un modo de vida específico, donde quiera que se encuentre esa población (MARM, 2007).

(Carpintero, 2006). Así este modelo contribuye a hacer posible el establecimiento de territorios protegidos que se dediquen solamente a la conservación de la biodiversidad, a fines científicos, recreativos, etc. ya que pueden exportarse a otros territorios (otros países u otras regiones del mismo país) parte de los trades-offs que genera la producción agraria que satisfaga las necesidades de abastecimiento.

El discurso ecotecnocrático propio de la ecología política oficial, marca las bases para la gestión del territorio priorizando unas formas culturales sobre otras. Esta presión se ejerce desde el centro hacia las periferias (Alonso y Sevilla, 1995), desde los países desarrollados a los que se encuentran en “vías de desarrollo” y de igual manera desde las culturas urbanas o modernas a las rurales tradicionales. Considerando que estas últimas gestionan la naturaleza inadecuadamente por encontrarse fuera de la influencia de las ciencias agropecuarias y forestales que establecen cuales son las formas correctas de apropiación de la naturaleza que posibilitan el desarrollo sostenible. De forma que los planes de gestión de los territorios protegidos se redactan basándose en el conocimiento científico-técnico e invisibilizando y desvalorizando la existencia de un conocimiento rural tradicional. Lo cual deriva en que los integrantes de las comunidades rurales que se ubican en el ámbito de los territorios protegidos se ven obligados a acatar las restricciones de sus usos tradicionales y a hacer una gestión modélica de su territorio, en contraposición a la desmesurada utilización de recursos naturales que se realiza en las zonas agrarias de usos intensivo en el modelo Land Sparing.

En cambio el *Land sharing* se encuentra más en consonancia con la relocalización de los sistemas agroalimentarios propuesta por la agroecología, en vista de los graves efectos sociales, ambientales y económicos que tiene el sistema agroalimentario global. El establecimiento de sistemas agroalimentarios ligados a los territorios, obligaría a éstos a asumir y a minimizar los trade-offs que se generan derivados de los servicios de abastecimiento. Incentivándose así la búsqueda de las sinergias que generan soluciones ganador-ganador entre agricultura y ecosistemas naturales. Esto puede hacerse desde el enfoque agroecológico, revalorizando científica y socialmente la racionalidad campesina y basándose en ella para tratar de solucionar situaciones concretas. De la misma manera esta corriente de pensamiento entra en sintonía con la “racionalidad campesina basada en la autosuficiencia que constituye el punto de partida para un desarrollo alternativo ecológicamente relevante” (Toledo, 1993) y se alinea con demandas políticas de los movimientos sociales, como la Soberanía Alimentaria de los pueblos.

Por último, la agroecología puede contribuir a establecer los límites para que el marco de los servicios ecosistémicos no sea mercantilizado en el contexto de la economía ambiental, como propone el Banco Mundial a través de los Pagos por Servicios Ambientales (Pagiola y Platais, 2002) o la Política Agraria Común (PAC) de forma que las prácticas sustentables se mantengan por su valor de uso y no por su valor de cambio (Sevilla, 2006).

Por estas razones, la simbiosis entre los servicios ecosistémicos como herramienta comunicativa y el corpus teórico de la agroecología resultan idóneos para el objetivo de defender desde la academia los usos tradicionales del agua en Sierra Nevada, mostrando las relaciones que tienen con el bienestar humano y la conservación de la naturaleza. Y en líneas generales dentro del ámbito de la Agroecología política, la conjugación del marco EME y la Agroecología puede considerarse un insumo para la construcción de herramientas de diseño tanto de políticas públicas como de procesos endógenos de gestión territorial y convivencia social.

## 4. METODOLOGÍA

Hasta este punto hemos intentado presentar algunos elementos de enlace entre dos marcos teóricos con el fin de aportar a la interpretación de los procesos de integración de las prácticas productivas sustentables en torno a los recursos hídricos con la gestión institucional de los espacios naturales de carácter conservacionista.

A través del caso de estudio de Cáñar (Granada) trataremos de identificar y analizar cómo las prácticas sustentables de gestión del agua producen de forma directa e indirecta servicios ecosistémicos que contribuyen al bienestar humano (EME, 2011) de la población local, regional y en algunos casos de la sociedad en general, a la vez que sinergias con algunos de los ecosistemas naturales relacionados.

La investigación se concibió desde un planteamiento cualitativo típico de las Ciencias Sociales. Se diseñó una investigación y plan de trabajo orientados a conocer las prácticas históricas de gestión del agua dentro de los espacios naturales protegidos del Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada y la posibilidad de interpretación de las mismas en servicios ecosistémicos. De esta manera, la intención es comprobar qué confluencias y diferencias existen entre la gestión local tradicional del agua en Sierra Nevada y los recientes planteamientos conservacionistas impuestos desde la DMA<sup>7</sup> y qué problemáticas se derivan de la existencia de los dos modelos de gestión.

Para abordar la investigación se contó con una fase previa de la investigación en la que se realizaron las actividades de aproximación a la misma. En primer lugar la elaboración del perfil de investigación (Actividad 0, Tabla 8) fue útil para dar los primeros pasos de una forma conceptualmente estructurada desde el enfoque agroecológico. La asistencia al seminario “Sistemas históricos de regadío: entre la conservación y la modernización” (Actividad 1, Tabla 8) me sirvió para recabar información de la realidad, el funcionamiento, los servicios y las problemáticas que giran en torno a la situación actual en la que se encuentran los sistemas de riego tradicional, ya que hubo la oportunidad de apreciar la diversidad de discursos y de matices existente. Del mismo modo la asistencia a la jornada voluntariado para la limpieza de la Acequia de Barjas (Actividad 2, Tabla 8) junto con otras 60 personas significó comprender mediante la observación participante el ingente esfuerzo de mantenimiento que conllevan estos sistemas.

Se identificó como zona de estudio el caso de Cáñar (Granada), municipio parcialmente dentro los límites de los Parques Nacional y Natural de Sierra Nevada (ver Figura 8 en el siguiente capítulo) y que posee un sistema de riego de origen medieval, construido por las poblaciones árabes de dicha época histórica. Las razones para elegir el caso de Cáñar fueron (i) que el Proyecto MEMOLA y la Comunidad de Regantes llevan ya varios años trabajando en la recuperación y revalorización del sistema de riego de Cáñar, de forma que el hecho de que hubiera una relación previa entre el proyecto y la Comunidad de Regantes facilitó la tarea de aproximación al conocimiento local. Y (ii) que hay otros proyectos de investigación en curso alrededor la temática de los sistemas de riego en Cáñar, llevados a cabo por diferentes grupos de investigación que colaboran o forman parte del Proyecto MEMOLA ([www.memomaproject.eu](http://www.memomaproject.eu)), de forma que se facilitaba el acceso a información publicada y a consultas a expertos sobre el caso concreto de Cáñar. En esta línea, la investigación se diseñó y

---

<sup>7</sup> DMA: Directiva Marco del Agua

se llevó a cabo en todas sus fases de una forma consensuada y articulada dentro de dicho Proyecto.

Durante la primera fase se planteó la hipótesis y los objetivos (Actividad 8, Tabla 8), se diseñó la investigación de campo y posteriormente se llevó a cabo, según la perspectiva de investigación social cualitativa, utilizando principalmente dos técnicas para el acercamiento a las fuentes primarias de información, en este caso los informantes locales: la observación participante y las entrevistas semi-estructuradas. Estas dos técnicas fueron seleccionadas por la interesante complementariedad existente entre ellas, de forma que juntas aportan una mayor fiabilidad y significatividad de los datos obtenidos, ya que por su parte la “observación proporciona el contraste de la realidad –de la objetividad- a la que a veces imaginativamente se comunica en la entrevista. La entrevista, a su vez, proporciona sentido a las acciones a veces incomprensibles que se observan, o corrige las inferencias a veces precipitadas que se obtienen por observación” (Velasco y Díaz de Rada, 1997).

La observación participante ha incluido entrevistas informales con diferentes informantes en Cáñar durante la estancia para el trabajo de campo en Cáñar, los días 23 de abril, 18 de mayo y 9, 10 y 11 de junio, que constó de diferentes actividades clasificadas en: (i) salidas de campo acompañados por informante locales (Actividades 12, 14, 17 y 19, Tabla 8), organizadas por el Proyecto MEMOLA (Actividades 2 y 7, Tabla 8) o por cuenta propia del investigador (Actividad 3, Tabla 8).



*Figura 7: El autor de este trabajo cerrando la compuerta de la Alberca después de su colaboración en las tareas de limpieza, una de las actividades de investigación realizadas utilizando la técnica de observación participante.*

Para las entrevistas, en un primer momento, se hizo un diseño de los guiones (Actividad 9 Tabla 8) después de haber hecho una revisión bibliográfica (Actividad 6, Tabla 8) para contextualizarlos y buscar los vacíos de información que se podían cubrir. Se utilizó como base el listado de servicios ecosistémicos propuesto en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (EME, 2011) que puede consultarse en la Tabla 1 que se encuentra en el anterior capítulo. Las preguntas de las entrevistas están relacionadas con prácticas agrarias concretas, las percepciones de los entrevistados sobre el estado actual de los agroecosistemas y los ecosistemas naturales de la zona de estudio y opiniones acerca de las problemáticas y los conflictos de gestión presentes en el territorio; desde un primer momento la mayoría de las

preguntas se diseñaron para relacionarse directamente con uno o varios servicios ecosistémicos. Los modelos de las entrevistas se encuentran en el ANEXO III.

En cuanto al diseño muestral, la elección de los informantes (Actividad 10, Tabla 8) se hizo con la ayuda de varios informantes clave (Rafael y Cayetano) propuestos por José María Civantos, co-tutor de este trabajo, coordinador del proyecto MEMOLA y conocedor de la realidad local en Cáñar, en relación al tema propuesto. Tratamos de incluir a diferentes expertos del conocimiento ecológico local de con distintos perfiles, definidos básicamente por su edad, profesión, intereses y discurso, para asegurar la diversidad de discursos y perspectivas relacionados con la investigación. Se seleccionaron en total nueve personas para que fueran entrevistadas.

Las entrevistas se realizaron en Cáñar y en Granada entre el tres y el diez de Junio (Actividades 11, 13, 15, 16, 18 y 20, Tabla 8) y fueron grabadas con el consentimiento previo de los entrevistados. Los entrevistados se mostraron dispuestos a colaborar con la investigación y a compartir su conocimiento y puntos de vista en todo momento, de forma que las entrevistas transcurrieron con normalidad y de una forma agradable (al menos desde el punto de vista del investigador). Durante las entrevistas se utilizó material cartográfico de la zona de estudio para trabajar sobre él, para facilitar la tarea de ubicar las referencias que los informantes hicieron a diferentes lugares o áreas de su territorio.

Número entrevista	Fecha	Duración aproximada
Entrevista 1	03/06/2015	2h
Entrevista 2	03/06/2015	2h
Entrevista 3	09/06/2015	2h
Entrevista 4	09/06/2015	1h
Entrevista 5	10/06/2015	2,5h
Entrevista 6	10/06/2015	2,5h
Entrevista 7	10/06/2015	1h
Entrevista 8	11/06/2015	1h
Entrevista 9	11/06/2015	1h

*Tabla 2 Relación de entrevistas, fechas y duración aproximada*

Las transcripciones (Actividad 23, Tabla 8) se realizaron reproduciendo textualmente y literalmente tanto las preguntas realizadas por el entrevistador, como las respuestas emitidas por los entrevistados. Para un posterior análisis de la información obtenida y mientras se concluía la transcripción de las entrevistas, se preparó su sistematización (Actividad 23, Tabla 8) con el software informático Atlas.ti. Se construyeron cinco atributos categóricos relacionados con las diferentes temáticas: (i) Agricultura y alimentación, (ii) Ámbito Forestal y ecosistemas naturales (iii) Ciencia y la gente (iv) Agua, hidrología e hidrogeología (v) Cuestiones sociales y 28 códigos diferentes (Ver Tabla 3) sobre los que clasificar el contenido de las entrevistas. A cada código se le fueron asignando un número de cuotas (referencias en la entrevista) sobre el tema en cuestión, habiéndose obtenido en total 300 cuotas en las 9 entrevistas realizadas. De esta manera utilizando el software indicado, pudimos, una vez realizada la sistematización, acceder de forma sencilla y organizada a la información generada.

Temáticas	Códigos	Cuotas
Agricultura y alimentación	Agricultura tradicional	62
	Producción de alimentos	13
	Clases sociales y agricultura	1
	Importación de servicios de abastecimiento	18
Ámbito forestal y ecosistemas naturales	Silvicultura y aprovechamientos forestales	43
	Aumento de la superficie forestal	1
	Incendios	2
	Biodiversidad	13
	Fauna salvaje	4
Ciencia y la gente	Cambio climático	20
	Concepto servicios ecosistémicos	36
	Conocimiento tradicional vs conocimiento científico	31
Agua, hidrología e hidrogeología	Disponibilidad y abastecimiento de agua	5
	Erosión	25
	Truchas	13
	Vegetación de Ribera	5
	Molinos hidráulicos	10
	Neveros	4
	Riego	42
	Careos	20
	Caudales ecológicos	8
	Regulación hidrológica	5
Cuestiones sociales	Pertenencia	14
	Paisajes culturales	6
	Relaciones entre gente y administración	52
	Futuros usos tradicionales	12
	Estrategia del actor social	1
Total	28 códigos	300 cuotas

*Tabla 3 Códigos utilizados para la sistematización de la información en el Software informático Atlas.ti por temáticas y relacionados con el número de cuotas que tiene cada uno de ellos.*

A la vista de que como resultado de las entrevistas y de la revisión bibliográfica, se obtuvo un gran volumen de información, constatamos que el procesado y análisis de toda la información de campo generada, constituía un volumen de trabajo inabarcable dados la cantidad limitada de tiempo marcada por el calendario académico, de forma que decidimos acotar la investigación, la cual se rediseñó con el objetivo de reducir la proporción de información analizada respecto a la generada en un primer momento. Con este objetivo y priorizamos algunos de los servicios agroecosistémicos considerados anteriormente, manteniendo la hipótesis y los objetivos planteados (Actividad 8, Tabla 8). Los criterios para su priorización fueron:

- Que existiera información suficiente y equilibrada procedente tanto de fuentes primarias como secundarias en relación al servicio considerado.
- Que fueran servicios directamente relacionados con los sistemas de riego o lo más directamente relacionados posible.
- Que reflejaran las principales problemáticas de gestión y los conflictos relacionados con el agua.
- Que reflejaran las relaciones sinérgicas y los trade-offs principales con otros ecosistemas.
- Que representaran de forma equilibrada los tres tipos de servicios ecosistémicos, abastecimiento, regulación y culturales.

Pese a que no cumplía algunos de los criterios decidimos añadir el servicio de abastecimiento de alimentos por la importancia que tiene desde la perspectiva agroecológica. El resultado de la aplicación de estos criterios, más la adición del servicio de abastecimiento de alimentos, dio como resultado el elenco de los nueve servicios ecosistémicos seleccionados, tres de cada tipo.

Tipo servicio	Servicio potencial
Abastecimiento	Producción de alimentos
	Acervo genético de la biodiversidad cultivada local y de vegetación silvestre
	Regulación del abastecimiento hídrico
Regulación	Regulación del ciclo hidrológico
	Prevención de desastres naturales (incendios y avenidas)
	Regulación morfosedimentaria artificial de la ladera
Cultural	Conocimiento ecológico local ligado al agua y a la biodiversidad ligada local
	Identidad cultural y sentido de pertenencia
	Paisaje

*Tabla 4 Servicios seleccionados. Elaboración propia a partir de EME, 2011*

De los diferentes trade-offs encontrados entre los servicios del agroecosistema y los de otros ecosistemas relacionados se seleccionaron dos para su análisis. El primero de ellos relacionado con los caudales ecológicos del Río Chico, se seleccionó por ser de los principales conflictos de gestión hídrica entre regantes y administración. El segundo de ellos tiene que ver con la pérdida de la capacidad de autorregulación morfosedimentaria de las laderas posteriormente al aterrazado y fue seleccionado para su análisis por su gran alcance y la gravedad de los procesos erosivos en la historia de la comarca y porque no se han encontrado, en la revisión bibliográfica, referencias al respecto de considerar el aterrazado como un trade-off.

En cuanto a las fuentes secundarias de información, se realizaron diversas consultas a cinco expertos del ámbito académico (Actividad 5, Tabla 8) que se detallan a partir del comienzo de esta fase y durante toda la investigación. De forma que en ese sentido, fue muy enriquecedor para este trabajo poder contar con el apoyo de algunos de los investigadores que trabajan o colaboran con el equipo multidisciplinar del proyecto MEMOLA y así como otros no vinculados a este proyecto, como en el caso de Manuel Millán. Las consultas se realizaron la temática alrededor del tema de investigación y me ayudaron a orientar la investigación (Ricardo Moreno

del Grupo de Ecología Terrestre del CEAMA<sup>8</sup>), con el diseño de las entrevistas (Margarita García de la Universidad de Córdoba) y a interpretar algunos resultados (Crisanto Martín del IGME; Agustín Millares y Javier Herrero del grupo de Dinámica Fluvial e Hidrología del CEAMA; Manuel Millán del CEAM<sup>9</sup>). Además de la ayuda brindada para la confección del marco teórico en relación a la formación de tormentas aportada por éste último.

Resultó también provechosa la asistencia a los eventos organizados por el proyecto MEMOLA durante esta fase de la investigación, como la jornada de trabajo en Lugros (Actividad 7, Tabla 8) o la salida de campo realizada en la misma localidad para ver el funcionamiento de los careos (actividad X), ya que hubo la ocasión de conocer el funcionamiento de otros sistemas de riego y careo relativamente diferentes al de Cáñar, como el de Lugros que me ayudó a triangular y a tener una visión más amplia. También conté con la posibilidad de ir a trabajar al laboratorio del Proyecto MEMOLA (Actividad 4, Tabla 8) para resolver dudas con José María Civantos y con otros investigadores que trabajan en el marco del proyecto, que me orientaron en algunas temáticas y me proporcionaron información cartográfica (Teresa Bonet y Pablo Romero (Proyecto MEMOLA), parte de la cual había sido generada por o en colaboración con la Comunidad de Regantes de Cáñar (Francisco Vílchez).

Para el tratamiento de la información geográfica local se contó con el apoyo de Francisco Vílchez Pablo Romero y para algunas cuestiones relacionadas con la edición de cartografía con el Software utilizado (ArcMap 10.2.) fui aconsejado por Roberto Tjesse (Universidad de Fachhochschule Karnten, Austria). La cartografía generada está incorporada en el texto del trabajo a diferentes escalas (Figuras 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18).

<b>Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N</b>
<b>Projection: Transverse Mercator</b>
<b>Datum: ETRS 1989</b>
<b>False Easting: 500.000,0000</b>
<b>False Northing: 0,0000</b>
<b>Central Meridian: -3,0000</b>
<b>Scale Factor: 0,9996</b>
<b>Latitude Of Origin: 0,0000</b>
<b>Units: Meter</b>

*Tabla 5: Datos del sistema de coordenadas y la proyección utilizada en la edición de mapas con ArcMap 10.2.*

El trabajo de campo realizado los días 3, 8, 9, 10 y 11 de Junio (Actividades 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20; Tabla 8) se realizó con la compañía de Eva Gibaja, que se encontraba realizando el trabajo de campo de su Trabajo Final del Máster de Conservación, Gestión y Restauración de la Biodiversidad en la Universidad de Granada, en torno al conocimiento tradicional del sistema de riego y careo en Cáñar, también en el marco del proyecto MEMOLA. El apoyo de la Comunidad de Regantes de Cáñar durante estos días de trabajo de campo y en concreto las visitas de campo realizadas con Rafael Vílchez (Actividades 15 y 17, Tabla 8) en las que visitamos la Fuente del Pueblo Alto y tuvimos la oportunidad de ver cómo se cargaba de agua el punto de Careo del Cerro y la Alberca del Molino resultaron esenciales para comprender el funcionamiento de los riegos y careos. Así como las indicaciones y explicaciones posteriores de Francisco Vílchez resultaron fundamentales para comprender el funcionamiento general del

<sup>8</sup> CEAMA: Centro Andaluz de Medio Ambiente

<sup>9</sup> CEAM: Centro Estudios Ambientales del Mediterráneo

sistema de riego de Cáñar. Por otro lado, para la interpretación de la información geográfica (Actividades 21) también se contó con el apoyo de Francisco Vílchez.

Durante la salida de campo realizada con Juan Reyes (Agente Medioambiental) al Dique 24 (Actividad 19, Tabla 8) se trataron diversos temas, aunque principalmente se obtuvo información sobre el deslizamiento de tierras que destruyó el pueblo de Barjas y el trade-off relacionado con los caudales ecológicos. Esta salida sirvió para ver los efectos producidos por las captaciones de las acequias en el Río Chico de Cáñar y contrastar la visión de nuestro acompañante con la de los agricultores locales.

En cuanto a la segunda fase, la redacción del trabajo (Actividad 25, Tabla 8) en general se ha realizado en estrecha colaboración con ambos tutores y en especial con Isabel Vara. El texto se presenta estructurado y desarrollado por el autor con el apoyo de los tutores, incorporando figuras (incluye material fotográfico, geográfico e ilustraciones) y tablas interrelacionadas con el mismo. Intercala también citas de publicaciones científicas (en su mayoría no literales) con fragmentos de texto extraídos de las transcripciones de las 9 entrevistas realizadas a expertos locales, expuestos literalmente en todas las ocasiones. La única variación que se ha realizado en los discursos ha sido la no reproducción de algunas partes de los fragmentos generalmente por resultar redundantes, por ser de difícil interpretación o por resultar las grabaciones ininteligibles y por tanto no constar en las transcripciones. Las citas de los expertos locales se han codificado, tratando de asegurar el anonimato de los entrevistados. Los códigos incorporan el número de la entrevista, el sexo del entrevistado y el grupo de edad utilizando intervalos regulares de 10 años para su clasificación.

Número entrevista	Código entrevistado
Entrevista 1	E1. Hombre. 30-40años
Entrevista 2	E2. Hombre. 30-40años
Entrevista 3	E3. Hombre. 90-100años
Entrevista 4	E4. Hombre. 60-70años
Entrevista 5	E5. Hombre. 70-80años
Entrevista 6	E6. Hombre. 70-80años
Entrevista 7	E7. Hombre. 70-80años
Entrevista 8	E8. Hombre. 30-40años
Entrevista 9	E9. Hombre. 60-70años

*Tabla 6 Relación de numeración de las entrevistas y los códigos de los entrevistados*

La investigación concluye en la tercera fase con la entrega (Actividad 26, Tabla 8) y defensa del trabajo (Actividad 27, Tabla 8) y la devolución a la comunidad de Regantes de Cáñar (Actividad 28, Tabla 8), que constituye una meta para el mismo y para el autor, como se ha dicho previamente en la introducción.

Fases	Nº	Actividad	Lugar	Fecha	Organizado	Objetivo
<b>Fase previa</b>	0	Elaboración del perfil de la investigación		01/12/2014 al 01/05/2015	Jaime Vila e Isabel Vara	Primer diseño del tema de investigación y toma de contacto con el proyecto MEMOLA
	1	Asistencia al Seminario: "Sistemas históricos de regadío: entre la conservación y la modernización"	Palacio de la Madraza (Granada)	15/12/14 al 18/12/2014	Proyecto MEMOLA y Secretariado de Extensión Universitaria de la Universidad de Granada	Toma de contacto con las diferentes realidades, visiones y problemáticas ligadas al tema de estudio
	2	Colaboración en el voluntariado de limpieza y mantenimiento de la Acequia de Barjas	Acequia de Barjas (Cáñar)	14/03/2015	Proyecto MEMOLA y Comunidad de Regantes	Observación participante
	3	Visita de campo	Puente Palo, Acequia Grande, Cerromán, Acequia de Barjas (Cáñar)	23/04/2015	Jaime Vila	Toma de contacto con el contexto ecológico local
<b>Fase 1</b>	4	Asistencia al Laboratorio del Proyecto MEMOLA	Universidad de Granada	01/05/15 al 20/06/15	Jaime Vila y Jose María Civantos	Establecer relaciones con otros investigadores del Proyecto MEMOLA
	5	Consultas a expertos del ámbito académico	CEAMA y ON-LINE	01/05/15 al 5/10/15	Jaime Vila y Jose María Civantos	Orientar la investigación e interpretar resultados
	6	Revisión bibliográfica	Laboratorio del Proyecto MEMOLA (Granada)	04/05/15 al 20/05/2015	Jaime Vila	Comienzo de la elaboración del marco teórico general y obtención de información local/regional tanto actual como histórica
	7	Visita de campo	Dehesa del Camarate en Lugros (Granada)	18/05/2015	Proyecto MEMOLA	Observación participante. Comprensión funcionamiento de las acequias de Careo

		Actividad	Lugar	Fecha	Organizado	Objetivo
<b>Fase 1</b>	<b>8</b>	Planteamiento de hipótesis y objetivos		20/05/2015	Jaime Vila, Isabel Vara y Jose María Civantos	Diseño de la investigación
	<b>9</b>	Elaboración de los criterios de selección de las personas informantes clave y selección		21/05/2015 al 02/06/2015	Jaime Vila, Isabel Vara, Jose María Civantos	Establecer los criterios de selección de las personas colaboradoras coincidiendo con los objetivos de la investigación
	<b>10</b>	Elaboración del guión las entrevistas		21/05/2015 al 02/06/2015	Jaime Vila, Jose María Civantos e Isabel Vara	Diseño de las entrevistas, en base a la metodología de las ciencias sociales que permita el acercamiento a los conocimientos de los sujetos seleccionados implicados en el caso de estudio que permita relacionar las prácticas agrarias con los servicios agroecosistémicos, trade-offs, sinergias y conflictos de gestión
	<b>11</b>	Entrevistas 1 y 2	Vivienda Jaime Vila (Granada)	03/06/2015	Jaime Vila y Eva Gibaja	Acercamiento a los conocimientos locales para relacionar las prácticas agrarias con los servicios agroecosistémicos trade-offs, sinergias y conflictos de gestión
	<b>12</b>	Limpieza del recibo de la Alberca de la Sierra	Alberca de la Sierra (Cáñar)	09/06/2015	No prevista	Observación participante

		Actividad	Lugar	Fecha	Organizado	Objetivo
<b>Fase 1</b>	<b>13</b>	Entrevistas 3 y 4	Huerto del entrevistado 3 (Cáñar)	09/06/2015	Jaime Vila, Eva Gibaja y Rafael Vílchez	Acercamiento a los conocimientos locales para relacionar las prácticas agrarias con los servicios agroecosistémicos trade-offs, sinergias y conflictos de gestión
	<b>14</b>	Visita de campo	Cáñar (Acequia miércoles, cultivos de castaños y frutales, antigua era comunal, Acequia del Pueblo, vivienda de un entrevistado y huerto doméstico)	09/06/2015	Jaime Vila, Eva Gibaja y Rafael Vílchez	Observación participante. Visualización y comprensión del funcionamiento del sistema de riego y los aterrizados
	<b>15</b>	Entrevistas 5	Vivienda entrevistado 5 (Cáñar)	10/06/2015	Jaime Vila, Eva Gibaja y Rafael Vílchez	Acercamiento a los conocimientos locales para relacionar las prácticas agrarias con los servicios agroecosistémicos trade-offs, sinergias y conflictos de gestión
	<b>16</b>	Entrevistas 6 y 7	Plaza (Cáñar)	10/06/2015	Jaime Vila, Eva Gibaja y Rafael Vílchez	Acercamiento a los conocimientos locales para relacionar las prácticas agrarias con los servicios agroecosistémicos trade-offs, sinergias y conflictos de gestión
	<b>17</b>	Visita de campo	Fuente del Pueblo Alto, punto de Careo del Cerro, Alberca del Molino (Cáñar)	10/06/2015	Jaime Vila, Eva Gibaja y Rafael Vílchez	Observación participante. Visualización y comprensión del funcionamiento de los careos, las albercas y el sistema de riego en general

		Actividad	Lugar	Fecha	Organizado	Objetivo
<b>Fase 1</b>	<b>18</b>	Entrevistas 8	Plaza (Cáñar)	11/06/2015	Jaime Vila, Eva Gibaja y Rafael Vílchez	Acercamiento a los conocimientos locales para relacionar las prácticas agrarias con los servicios agroecosistémicos trade-offs, sinergias y conflictos de gestión
	<b>19</b>	Visita de campo	Dique 24, captación de la acequia de la Vega de Soportújar, tramo seco del Río Chico por captaciones acequias, corrimiento de tierras del antiguo pueblo de Barjas (Cáñar y Soportújar)	11/06/2015	Jaime Vila, Eva Gibaja y Juan Reyes	Observación participante. Comprensión de la problemática ligada a la desecación de tramos del Río Chico, en concreto el tramo visitado
	<b>20</b>	Entrevista 9	Sala de Juntas del Ayuntamiento (Cáñar)	11/06/2015	Jaime Vila, Eva Gibaja	Acercamiento a los conocimientos locales para relacionar las prácticas agrarias con los servicios agroecosistémicos trade-offs, sinergias y conflictos de gestión
	<b>21</b>	Revisión bibliográfica, tratamiento de la información geográfica con ArcGis		11/06/2015 al 30/07/2015	Jaime Vila	Relacionar la información teórica con la cartográfica
	<b>22</b>	Jornada de trabajo en torno a los Sistemas Tradicionales de Riego	Ayuntamiento de Lugros (Granada)	17/06/2015	Proyecto MEMOLA	Debate y lluvia de ideas para realizar una exposición sobre sistemas de riego tradicional

		<b>Actividad</b>	<b>Lugar</b>	<b>Fecha</b>	<b>Organizado</b>	<b>Objetivo</b>
<b>Fase 2</b>	<b>23</b>	Transcripción de las entrevistas y sistematización con Atlas.ti		01/08/2015 al 20/08/2015	Jaime Vila	Clasificar la información de una forma útil para su tratamiento
	<b>24</b>	Edición de cartografía con ArcGis		20/08/2015 al 30/08/2015	Jaime Vila	Representar gráficamente la información geográfica existente y generada
	<b>25</b>	Redacción del documento		20/08/2015 al 07/10/2015	Jaime Vila, Jose María Civantos e Isabel Vara	Elaboración del marco teórico, análisis de resultados y conclusiones. Debate y discusión de los mismos. Plasmear la investigación en el documento a entregar
<b>Fase 3</b>	<b>26</b>	Entrega del documento	ON-LINE	07/10/2015	Comisión académica Máster	Lectura y evaluación del documento
	<b>27</b>	Defensa del TFM	Sede de la UNIA en Baeza	23/10/2015	Comisión académica Máster	Presentación de la investigación
	<b>28</b>	Devolución a la Comunidad de Regantes de Cáñar	Sede de la Comunidad de Regantes (Cáñar)	nov-15	Jaime Vila y Comunidad de Regantes	Cumplir la meta de colaborar en el apoyo que brinda el proyecto MEMOLA a las comunidades de regantes tradicionales

*Tabla 7: Actividades realizadas a lo largo del proceso de investigación y datos asociados, ordenadas por fases.*

## 5. DESARROLLO

### 5.1. Caso de estudio

La zona de estudio corresponde con el término municipal de la localidad alpujarreña de Cáñar, provincia de Granada (Ver Plano VII). Como podemos observar, el municipio se encuentra situado en una gran ladera, con orientación al Sur, muy próxima al Mar Mediterráneo y ocupa una extensión de 2633 hectáreas.



Figura 8: Cáñar en Junio de 2015 en una de las excursiones realizadas.

Los ecosistemas semiáridos y la montaña mediterránea son los más vulnerables de la Península Ibérica al cambio climático y a los cambios en los usos del suelo (EME, 2011). Los cambios de usos, identificados como impulsores directos de cambio, están afectando junto a otros factores a la generación de servicios ecosistémicos de los sistemas de riego por el abandono que está sufriendo la agricultura de montaña, en el entorno de Sierra Nevada desde mediados del S. XX.

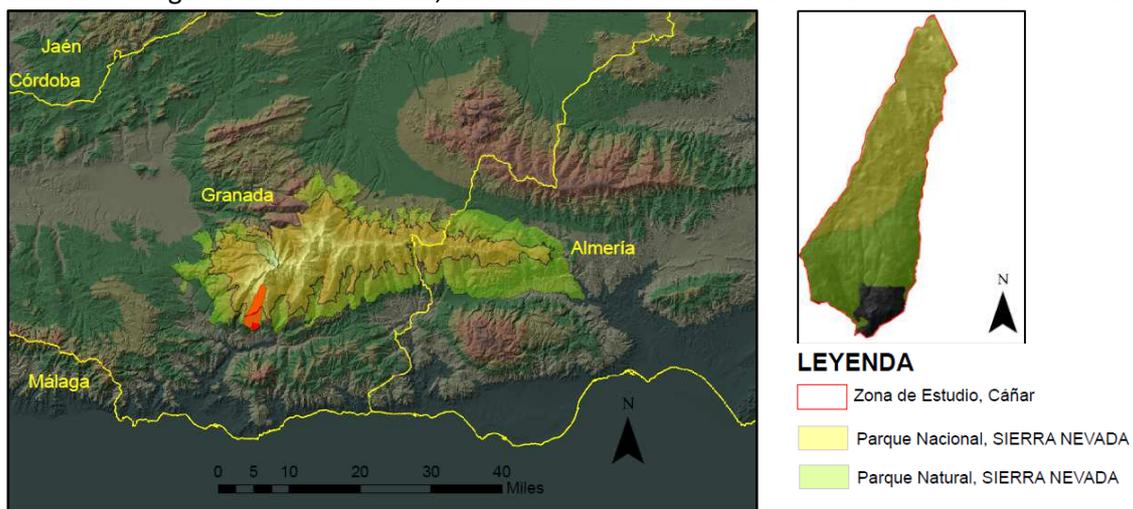


Figura 9: Ubicación de la zona de estudio y áreas de protección de los Parques Nacional y Natural de Sierra Nevada a escala 1:750000 (izquierda), vista ampliada del municipio de Cáñar con la misma información temática y leyenda (derecha). Elaboración propia a partir del MDT200 (Distribuido por el Instituto Geográfico Nacional, [www.ign.es](http://www.ign.es)) y la capa "Límites de los Espacios Naturales Protegidos de Andalucía: 2015" (Distribuida por la Red Andaluza de Información Ambiental, REDIAM, [www.rediam.es](http://www.rediam.es))

Según el Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) de Sierra Nevada, “el criterio de ordenación que se propone para las zonas de cultivos agrícolas y cultivos abandonados que han sido colonizados por vegetación incipiente, consiste en el mantenimiento de la capacidad agrológica de los suelos, así como de las actividades agrarias y de aquellas otras que, compatibles con éstas, aseguren la preservación de los ecosistemas y paisajes agrarios”. Aunque por ejemplo, si en lugar de vegetación incipiente es una zona colonizada por matorral o arbolado autóctono de interés ecológico, como en el caso del robledal de Cáñar, que se encontraba adhesionado formando parte de un mosaico de cultivos y actualmente se está densificando, se le aplicaría la siguiente norma dedicada a las Zonas de regulación especial “se persigue hacer compatibles los usos científico-didácticos, el uso público controlado y los aprovechamientos primarios en régimen extensivo. La rehabilitación o nueva construcción de infraestructuras y edificaciones sólo se permite cuando está asociada a los usos compatibles (fundamentalmente ganadero y forestal) y a la conservación y gestión del espacio. Se limitan los cambios de uso del suelo”.

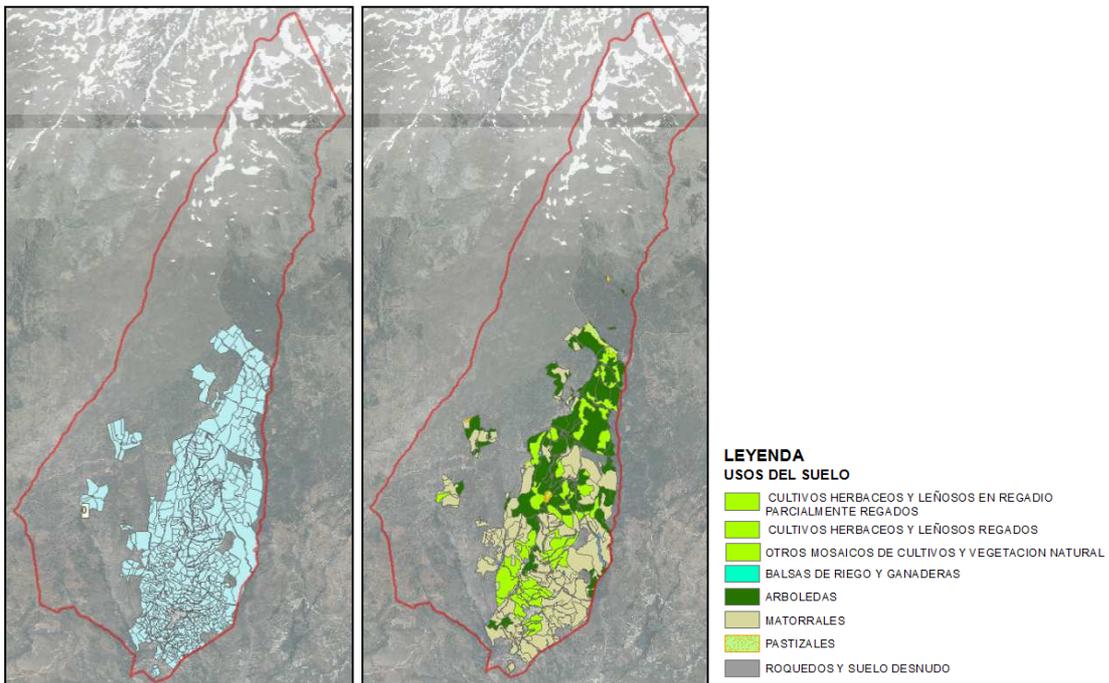


Figura 10: En la imagen de la izquierda vemos la zona históricamente regable (en azul) y en la del medio vemos el tipo de vegetación existente en la actualidad en esa zona (centro) acompañado de la leyenda (derecha). Escala: 1:45000 Fuente: elaboración propia a partir del área histórica regable según los datos aportados por la Comunidad de Regantes de Cáñar (basadas en el catastro y en cálculos que relacionan la capacidad de riego con las delimitaciones catastrales) y del Mapa de series de vegetación de la masa forestal de Andalucía, 1996-2006, elaborado por la Consejería Andaluza de Medio Ambiente y distribuido por la REDIAM, [www.rediam.es](http://www.rediam.es).

Lo cierto es que a causa del abandono de la agricultura en Cáñar se debilita el esfuerzo que realizan los agricultores para sostener la transformación del medioambiente (flujo FOa en la Figura 1) y por tanto está ocurriendo un proceso espontáneo y generalizado de re-naturalización de las zonas agrícolas, muchas de ellas regadas o parcialmente regadas. Si comprobamos el registro del área regable históricamente vemos que había en el municipio, una superficie regable de 824,67 ha. Al superponer el área histórica regable con la vegetación actual, vemos que en la actualidad se ha perdido gran parte de la superficie regable. Estos datos son solamente aproximativos y habría que seguir investigando la evolución histórica y el estado actual, pero nos sirve para tener una idea general de dicha evolución. En las siguientes imágenes podemos comprobar que una gran cantidad de superficie, anteriormente regable, se encuentra en proceso de matorralización y también, aunque en menor medida, se puede observar cómo va creciendo la superficie arbolada y/o boscosa.

Esta misma tendencia es generalizable al ámbito de Sierra Nevada, donde se observa un que está teniendo lugar la colonización espontánea de vegetación silvestre de antiguas zonas de cultivos abandonadas. La vegetación que principalmente está ocupando estas áreas son los pinares de repoblación y los matorrales y, en menor medida, cierta expansión de bosques autóctonos relictos, los robledales (OCGSN, 2014).

Obviamente, como ya se ha dicho, estos cambios en la superficie regable tienen importantes y en ocasiones impredecibles implicaciones en el paisaje y en la generación de servicios ecosistémicos, algunas de los cuales posteriormente veremos en detalle, como el mantenimiento de vegetación y fauna silvestres, influencia en el clima regional por su contribución a la formación de tormentas, generación y mantenimiento de manantiales favorecido por la infiltración en las acequias y control de la erosión por escorrentía por el mantenimiento de las terrazas; además de la pérdida del valioso conocimiento ecológico local necesario para gestionar todo el sistema.

## 5.2. Contexto específico

### Los bioclimas y ombroclimas

El término municipal de Cáñar presenta un elevado gradiente altitudinal que abarca desde los 647,5 msnm del punto más bajo en la zona sur del municipio, a los 3086 msnm de la cota más elevada en la zona norte del mismo. Ello explica la existencia de diferentes pisos bioclimáticos y ombroclimas.

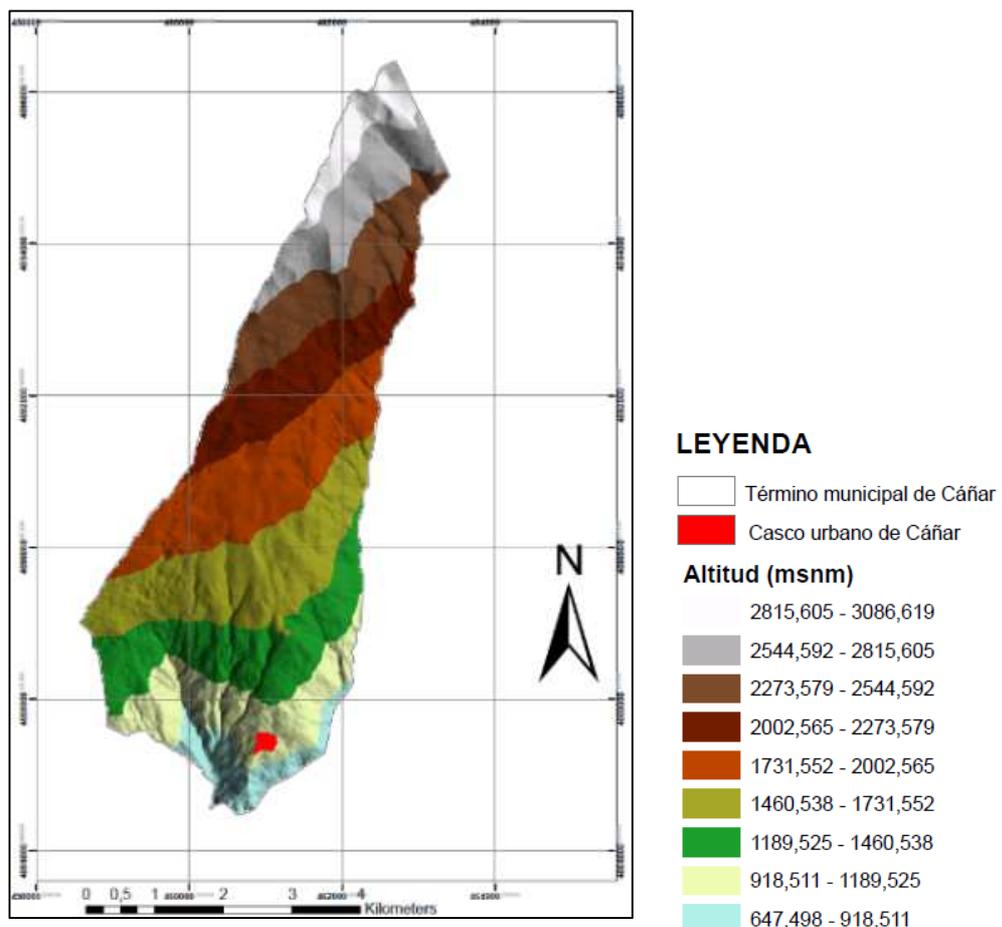


Figura 11: Modelo vectorial de la superficie del término municipal de Cáñar en 3D (TIN) y leyenda. Escala: 1:45000  
Fuente: elaboración propia a partir del MDT25 del Instituto Geográfico Nacional, [www.ign.es](http://www.ign.es).

El gradiente altitudinal permite la existencia de los pisos bioclimatológicos: crioromediterráneo, oromediterráneo, supramediterráneo y mesomediterráneo. Así como los ombroclimas hiperhúmedo, húmedo y seco.

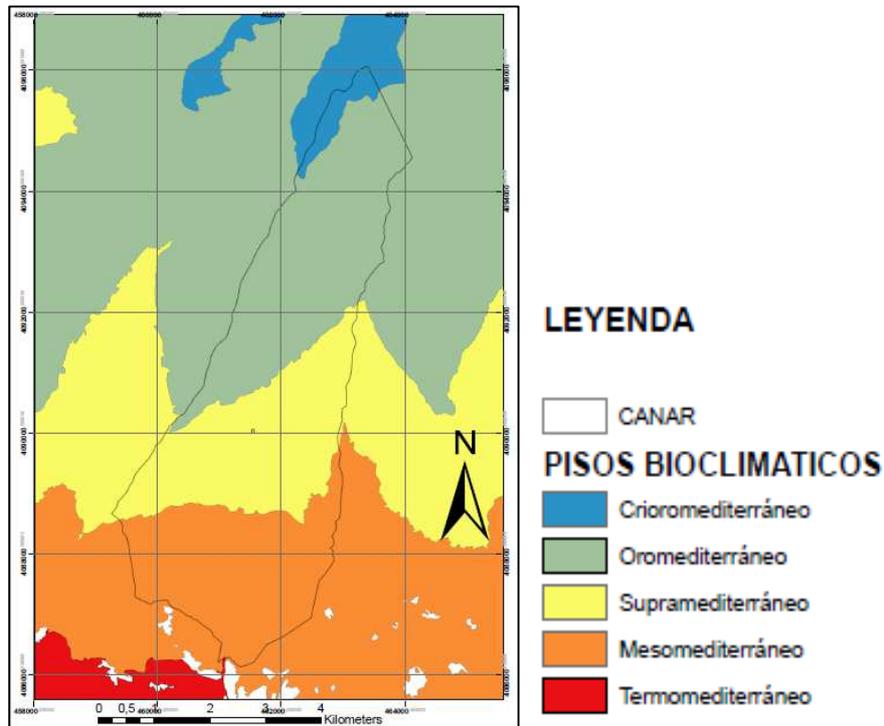


Figura 12: Pisos bioclimáticos en Cañar y leyenda. Escala: 1:45000 . Elaboración propia. Fuente de la información propia a partir de los Mapas de pisos bioclimáticos y ombroclimas a escala 1:10.000 de la masa forestal de Andalucía, año 1996-2006, [www.rediam.es](http://www.rediam.es)

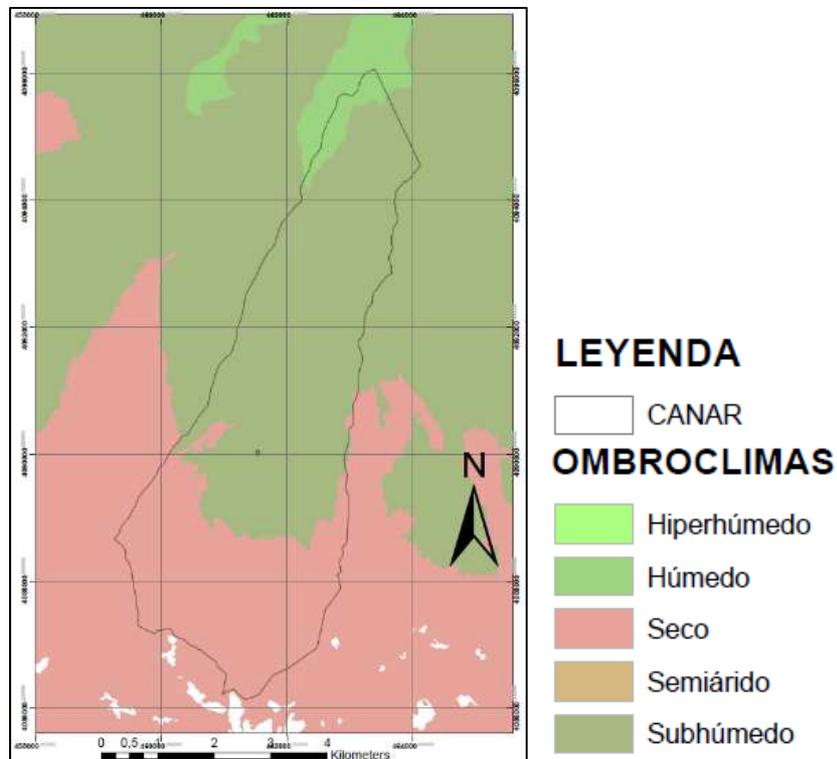


Figura 13: Ombroclimas en Cañar y leyenda. Escala: 1:45000. Elaboración propia. Fuente de la información propia a partir de los Mapas de pisos bioclimáticos y ombroclimas a escala 1:10.000 de la masa forestal de Andalucía, año 1996-2006. [www.rediam.es](http://www.rediam.es)

Las estaciones meteorológicas más cercanas y que, por tanto mejor representan la climatología del lugar son las dos que se encuentran en el contiguo municipio de Soportújar

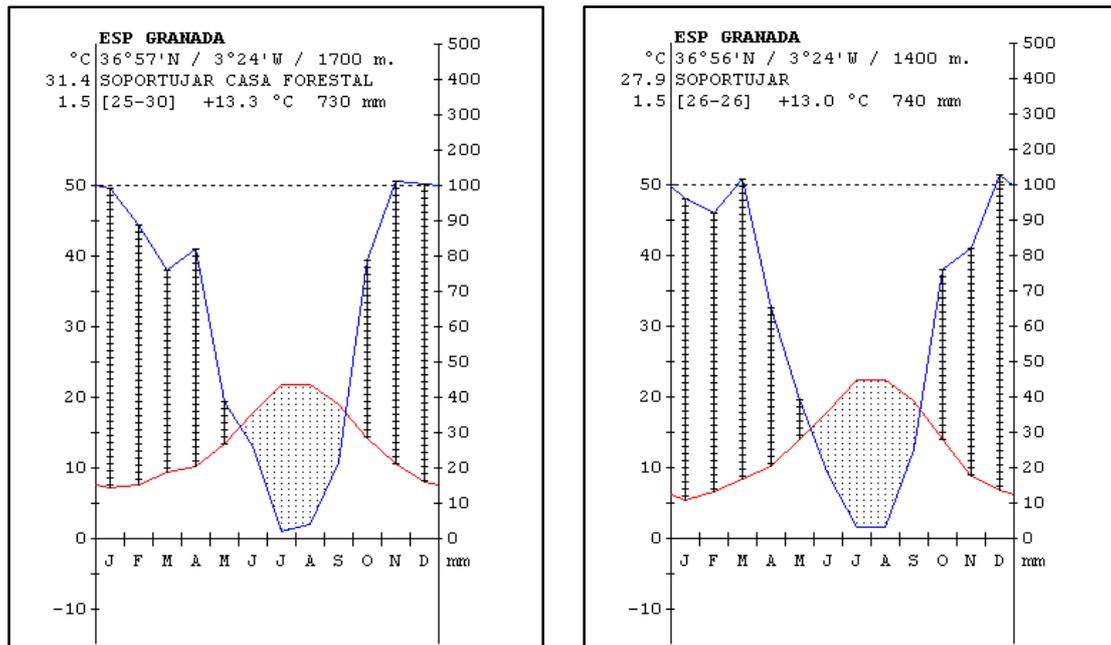


Figura 14: Diagramas bioclimáticos correspondientes a la Estación de la Casa Forestal de Soportújar y a la Estación de la localidad de Soportújar, en las proximidades de Cañar. Fuente: [www.globalbioclimatics.org](http://www.globalbioclimatics.org).

### Geología e hidrogeología

Como podemos observar en el Plano número III, prácticamente, en todo el término municipal de Cañar, podemos encontrar la misma unidad geológica integrada por *Micaesquistos, filitas* y

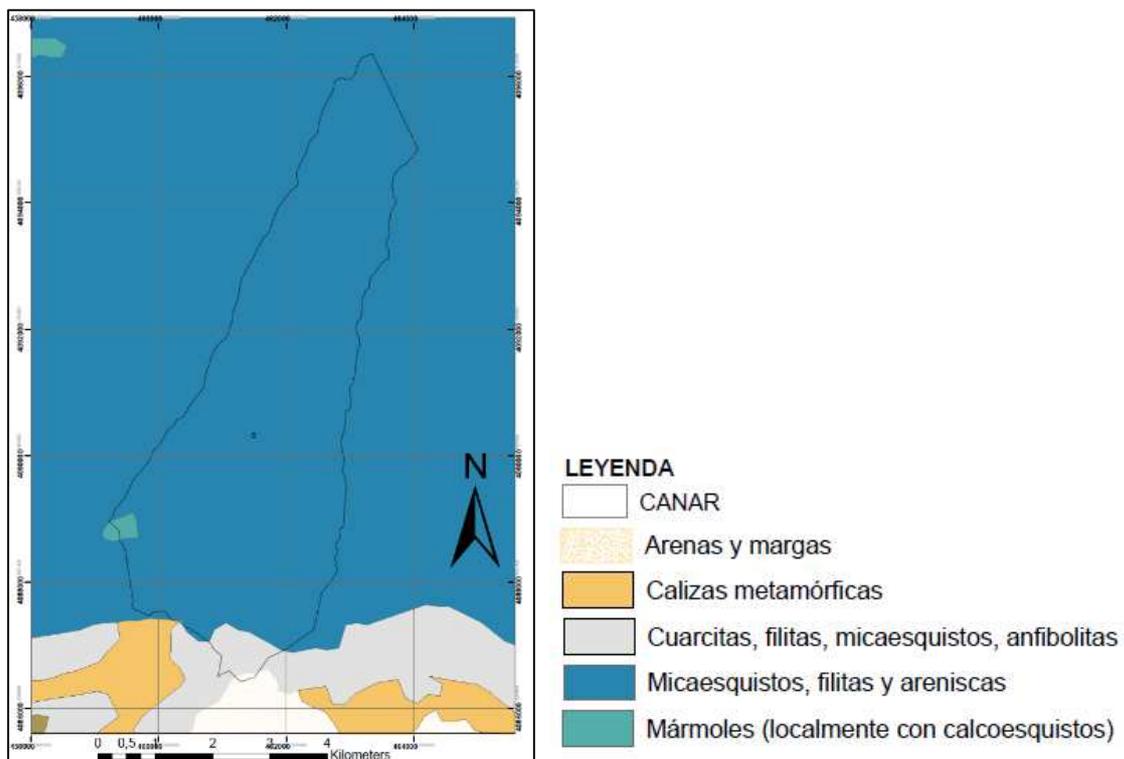
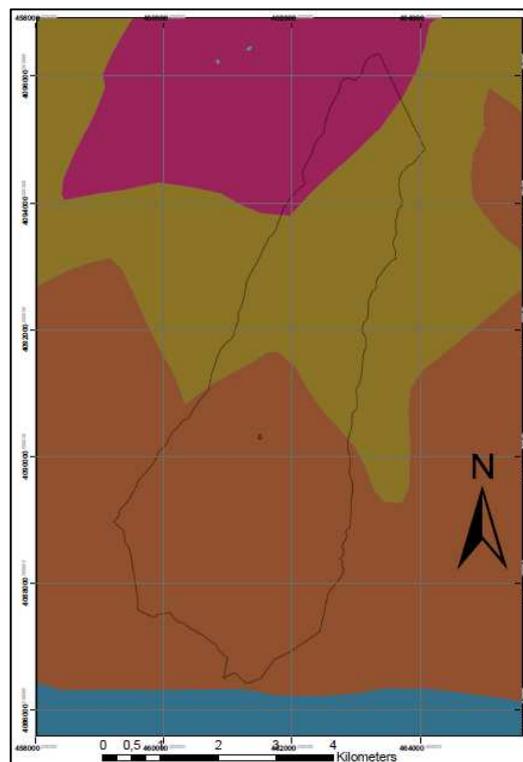


Figura 15: Unidades litológicas en el término municipal de Cañar y leyenda. Escala: 1:45000. Elaboración propia. A partir del Mapa Litológico de Andalucía: Unidades Litológicas. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Escala 1:400.000. Año 1995. [www.rediam.es](http://www.rediam.es)

*areniscas*. La permeabilidad del terreno en Cañar es muy baja, salvo en la parte sur, donde podemos encontrar una pequeña zona con fracturas, gravas que hace que ésta aumente. Los materiales que encontramos en el terreno de la Alpujarra suelen tener una capacidad de almacenamiento y transmisión que está relacionada con la franja de alteración superficial y con la fracturación y las discontinuidades presentes en la roca. En la franja de alteración se produce una circulación de agua más lenta, 6,5m/h y en las fisuras y fracturas de 13 a 21 m/h, lo cual tiene implicaciones en la mayor o menor regulación del agua, en el intercambio iónico que se produce y en la estabilidad de las fuentes que se generan (Sbih et al., 1995).

### Los suelos

En la zona de estudio encontramos tres tipos de suelo diferentes, que se ubican a diferentes altitudes, desde los cambisoles éútricos, regosoles éútricos y luvisoles crómicos con litosoles en la franja de menor altitud; a la franja intermedia que consta de Cambisoles dístricos, Phaleozems háplicos y Rankers con Cambisoles húmicos; y en la parte más alta, encontramos una pequeña superficie de Litosoles y Regosoles dístricos.



### LEYENDA

- CANAR
- Litosoles y Regosoles dístricos
- Cambisoles dístricos, Phaleozems háplicos y Rankers con Cambisoles húmicos, Regosoles dístricos y Litosoles
- Cambisoles éútricos, Regosoles éútricos y Luvisoles crómicos con Litosoles
- Litosoles, Regosoles éútricos y Luvisoles crómicos con Cambisoles éútricos

Figura 16: Suelos en Cañar y leyenda. Escala: 1:45000. Elaboración propia a partir del Conjunto de Datos de Geodiversidad de Andalucía: Geología, Edafología, Geomorfología y Georrecursos. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Año 2004. Fuente: REDIAM, [www.rediam.es](http://www.rediam.es)

## Las cuencas hidrográficas

El municipio de Cáñar se enclava en una de las cabeceras de la cuenca nival del Río Guadalfeo ([www.chse.es](http://www.chse.es)), aunque su territorio tiene dos vertientes diferenciadas, la del Río Sucio y la del Río Chico, ambas terminan afluyendo sus aguas al Guadalfeo. El sistema de acequias permite transvasar parte del agua del Río Chico, a la vertiente del Río Sucio (Plano V). El funcionamiento de la cuenca es pluvionival, como sucede frecuentemente en Sierra Nevada, dada la importancia que tiene la fusión de la capa de nieve en primavera por su relación directa con el aumento de caudal de los ríos.

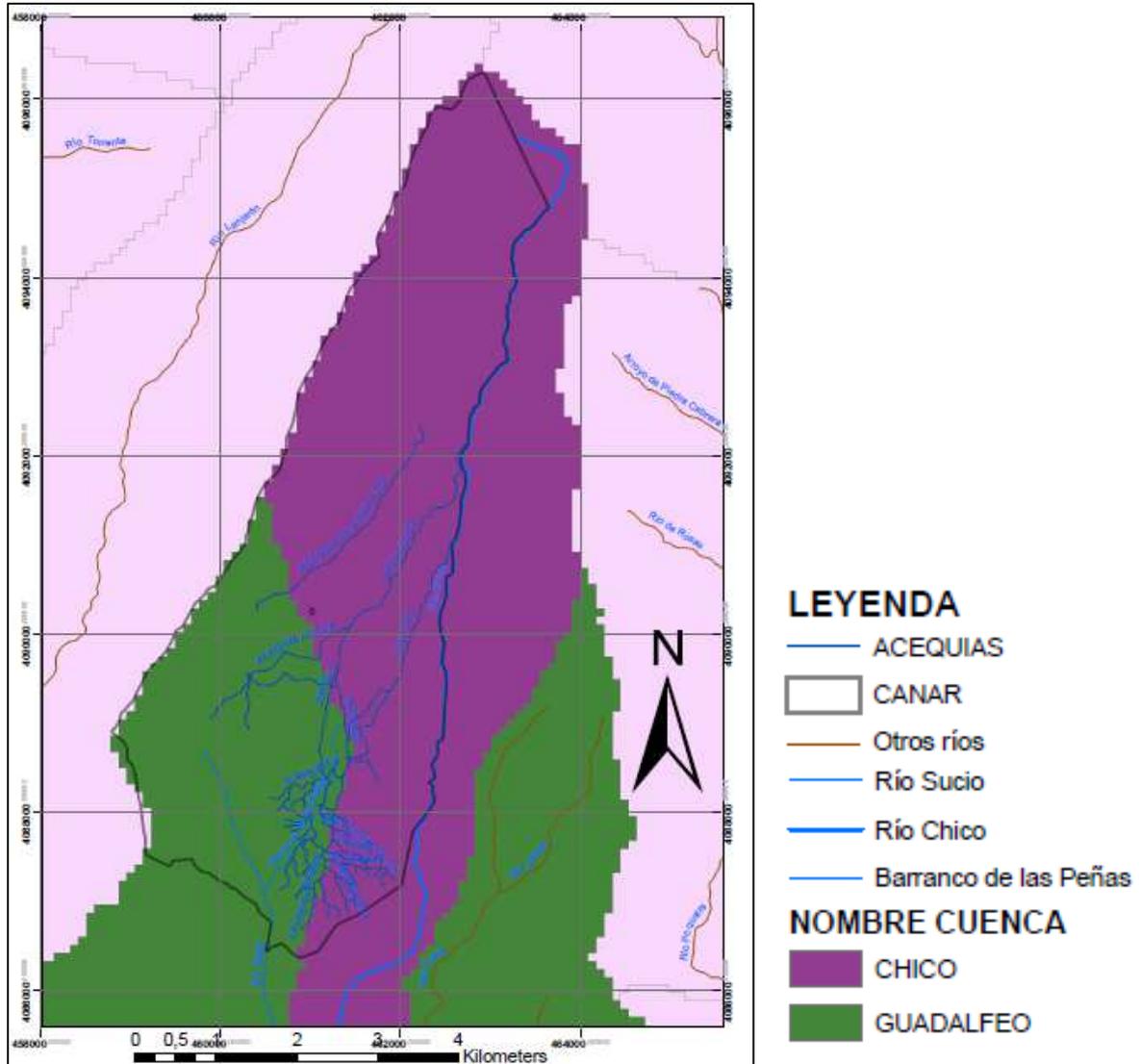
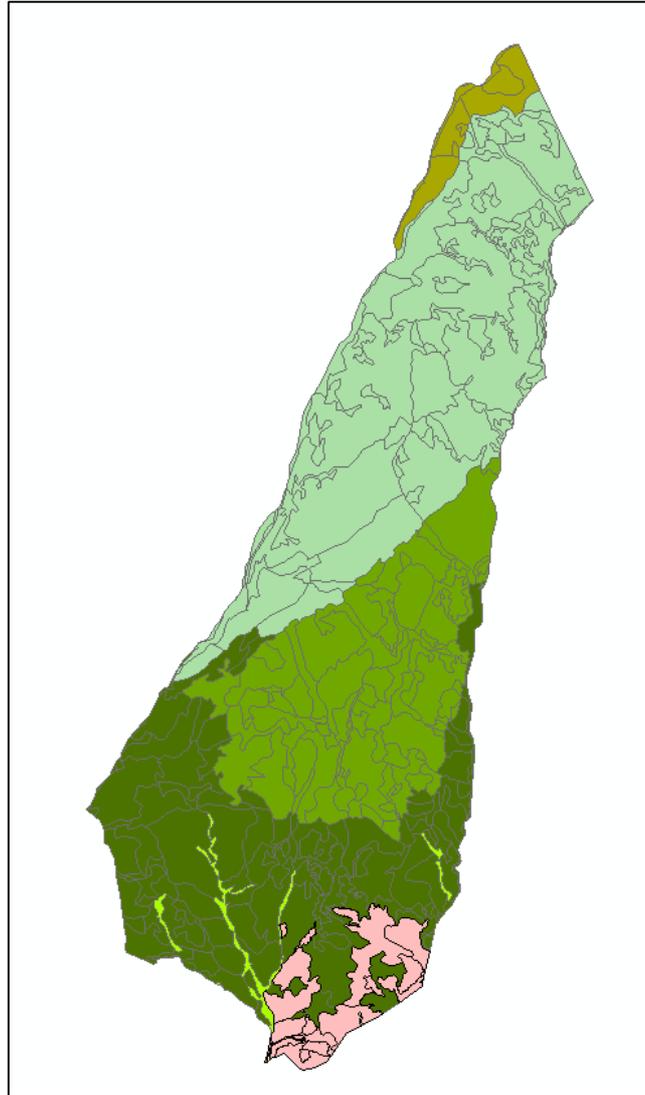


Figura 17: Cuencas y subcuencas hidrográficas presentes en el término municipal de Cáñar y leyenda, Escala: 1:45000.  
Fuente: Elaboración propia a partir del MDT25 del IGN, [www.ign.es](http://www.ign.es)

## Series de vegetación

En la zona de estudio encontramos siete diferentes series de vegetación, como se muestra en el mapa adjunto. Pertenecientes a los Sectores biogeográficos Nevadense, Alpujarreño-Gadonense, Alpujarreño y Malacitano-Almijareense. Debido a los incendios forestales y a la intervención antrópica la vegetación presente es la propia de etapas de sucesión anteriores al climax. Por tanto el mapa que representa la vegetación real existente en la actualidad es un complicado mosaico que obviaremos por resultar de escaso interés en este trabajo.



	Adenocarpus decorticans-Querceto pyrenaice sigmetum. Serie supramediterránea bética y nevadense silicícola del roble melojo ( <i>Quercus pyrenaica</i> ).
	Adenocarpus decorticans-Querceto rotundifoliae sigmetum. Serie supra-mesomediterránea filábrico-nevadense silicícola de la encina ( <i>Quercus rotundifolia</i> ).
	Erigeronto frigidi-Festuceto dementei sigmetum. Serie crioromediterránea nevadense silicícola de <i>Festuca dementei</i> .
	Genisto baeticae-Junipereto nanae sigmetum. Serie oromediterránea nevadense silicícola del enebro rastrero ( <i>Juniperus nana</i> ).
	Geoserie edafohigrófila mesomediterránea inferior y termomediterránea mesótrofa rondeña, malacitano-almijareense, alpujarreño-gadonense, almeriense-occidental y manchego-espunese.
	Paeonio coriacea-Querceto rotundifoliae sigmetum. Serie mesomediterránea bética, marianense y araceno-pacense, basófila de la encina ( <i>Quercus rotundifolia</i> ).
	Saliceto lambertiano-salvifoliae sigmetum. Serie edafohigrófila mesomediterránea, sobre suelos eutrofizados, de la mimbrera ( <i>Salix purpurea</i> subsp. <i>lambertiana</i> ).

Figura 18: Series de vegetación potencial y leyenda, Escala: 1:45000. Fuente: elaboración propia a partir del Mapa de series de vegetación a escala 1:10.000 de la masa forestal de Andalucía, 1996-2006. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. [www.rediam.es](http://www.rediam.es)

## Evolución demográfica

La evolución de la demografía en la Alpujarra ha sido bastante irregular como hemos comentado anteriormente. En las últimas décadas se observa una tendencia de fuerte descenso demográfico. Los procesos demográficos, uno de los impulsores indirectos de cambio (EME, 2011) tienen grandes efectos en el socioecosistema, así como en el equilibrio entre los servicios ecosistémicos prestados y la integridad de los ecosistemas y agroecosistemas, como veremos en el siguiente capítulo (McNeill, 1992).

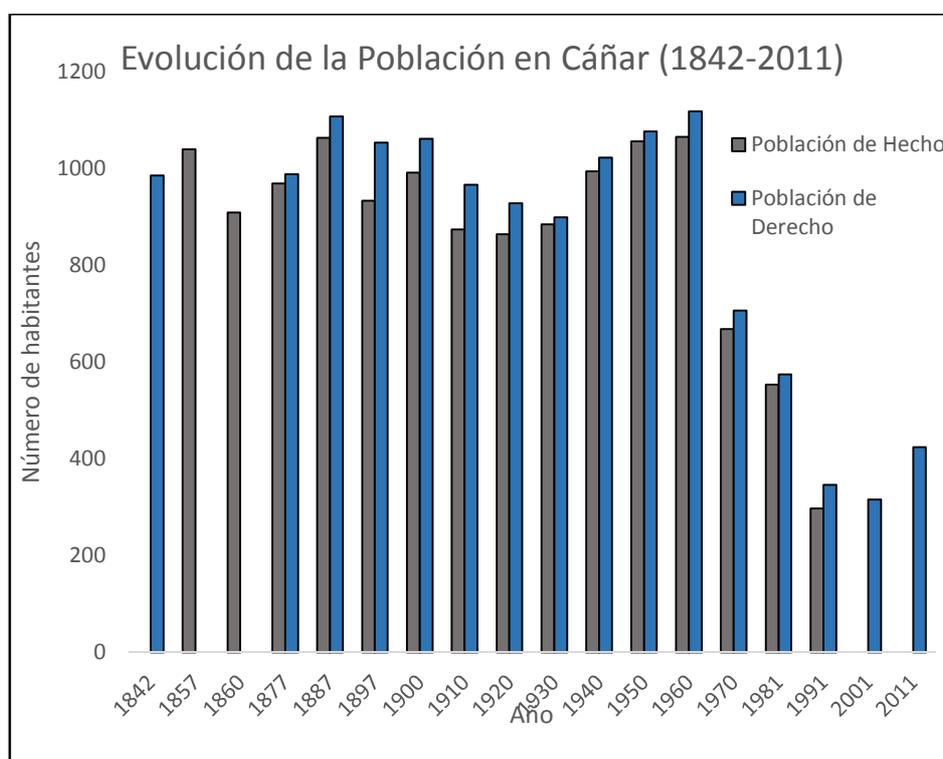


Figura 19: Evolución de la población en Cáñar. En los años 1842, 2001 y 2011 no hay datos disponibles para la Población de Hecho. Fuente: INE y elaboración propia.

## Evolución histórica del paisaje y la agricultura en la Alpujarra

La Alpujarra está habitada desde la Prehistoria, aunque no tenemos prácticamente dato alguno hasta la época medieval. Será entonces cuando se produzca un poblamiento estable y bien estructurado, al menos desde la llegada de los árabes y beréberes en el siglo VIII d.C. (McNeil, 1992). Desde entonces la historia del paisaje comarcal, con más de un milenio de duración, ha sufrido importantes cambios a lo largo de los siglos. Aunque la evolución no ha sido paulatina, de forma que, como veremos, ha habido ciertos momentos históricos que han desencadenado etapas de cambio a mayor velocidad.

La marcada orografía de la Alpujarra con elevados gradientes altitudinales y los valles de los ríos excavados en las laderas han condicionado fuertemente la configuración del territorio, de forma que los propios valles y tahás daban lugar a las divisiones administrativas en época nazarí, que competían con los sistemas de gestión comunitarios, principalmente centrados en los riegos (Prado Velasco, 2011). Existen fuertes vínculos entre los sistemas de riego y la colonización del territorio en la Alpujarra, que tuvieron lugar de una forma planificada de remodelación rural, ya que para los primeros ocupantes el agua desempeñaba un papel estratégico habitualmente debido a su origen norteafricano (Cressier, 1984 en Prados y Vahí 2011).

Aunque existe una relación hipotética de proporcionalidad inversa entre población humana y la superficie ocupada por bosques de frondosas en los últimos 4500 años en la península (Blanco et al., 2005) en la época musulmana, desde entre los Siglos VIII y XV, pese a la intensificación de los cultivos los agroecosistemas fueron usados de forma sostenible (Valladares et al., 2004). El sistema agrícola que se desarrolló era de subsistencia y aunque se realizaron importantes cambios en la configuración del paisaje, como los sistemas de riego y aterrazados, en muchas ocasiones se respetó la vegetación natural, las partes altas de las laderas permanecieron intactas y la explotación ganadera se basaba en la transhumancia a pequeña escala. De forma que el paisaje creado era una adaptación sensata a las condiciones existentes forjado mediante el incesante esfuerzo que debió requerir la gestación y el mantenimiento de las terrazas y el sistema de riego (McNeill, 1992).

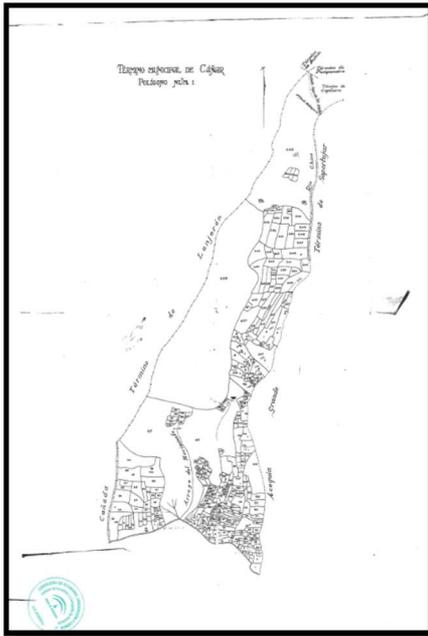
En esa época se introdujeron muchos cultivos, aunque también posteriormente. Por ejemplo, los castaños, cuyo destino en la Alpujarra está íntimamente unido al de los regadíos como veremos posteriormente, probablemente fue introducido en la península desde época romana pero no se integró en el sistema agrario de la comarca hasta el S. XV (Camacho et al., 2002).

Posteriormente la orden de expulsión de los moriscos, una catástrofe social y ambiental, contemplaba la exclusión de al menos dos familias, para conservar los saberes en torno a los sistemas de riego y a la producción de seda (Gálvez García, 2015), el descenso demográfico adoptó dimensiones trágicas de forma que la Alpujarra pasó de tener 8.000 vecinos en 1568 a tener 2.335 en 1572 (Carrascosa, 1992: 464, en Gálvez García, 2015). Posteriormente estos territorios fueron parcialmente repoblados, probablemente la recuperación demográfica supuso solamente una décima parte de la población precedente, con gentes de otras regiones de la península. Los nuevos pobladores no estaban acostumbrados a las duras condiciones de vida que ofrecía la agricultura de subsistencia en la montaña y tampoco tenían las habilidades necesarias para desarrollarla. De forma que importaron su modelo de producción basado en el cultivo extensivo del trigo y el ganado ovino, que necesitaba mucho más territorio y así fue que se colonizaron las partes altas de las montañas; mediante talas y quemas se cambiaron bosques por zonas de cultivo y continuaron los problemas de erosión (McNeill, 1992).

En el S. XIX el Diccionario Geográfico de Pascual Madoz (1846-1850) describía la producción de Cáñar de la siguiente manera:

*“...Habas, habichuelas, castañas, bastante seda, y no mucho aceite; ganados de todas clases, y caza de perdices, codornices y alguna cabra montes, **IND.**: además de la agrícola, que es muy esmerada, una fáb. de aguardiente y 4 molinos harineros de una piedra, movidos por agua: se esporta regularmente á la capital el sobrante de los frutos y ganados, y algunas arrobas de seda en rama”*

Los nuevos cultivos procedentes de América, maíz y patatas, requerían menos superficie y además la demografía continuaba por debajo de los niveles de la época árabe hasta el S. XIX, de forma que pudo recuperarse la vegetación espontánea perdida. Entre 1700 y 1900 la población fue creciendo paulatinamente y sus habitantes aprendiendo a desarrollar un uso adecuado del medio. Ya en el S. XIX la población se disparó y luego cayó en picado a causa del cólera, desde 1857 a 1877 hubo una gran superpoblación, de forma que se rozaron los límites de lo posible, teniendo en cuenta que se abastecían de una agricultura de subsistencia. Los cultivos volvieron a escalar las laderas, hasta llegar a las lomas más altas, lo cual volvió a crear graves problemas de erosión. Éstos se agravaron con la desamortización de Mendizábal, a partir de la cual se talaron grandes cantidades de bosques que antes habían sido públicos, al pasar a manos privadas (McNeill, 1992).

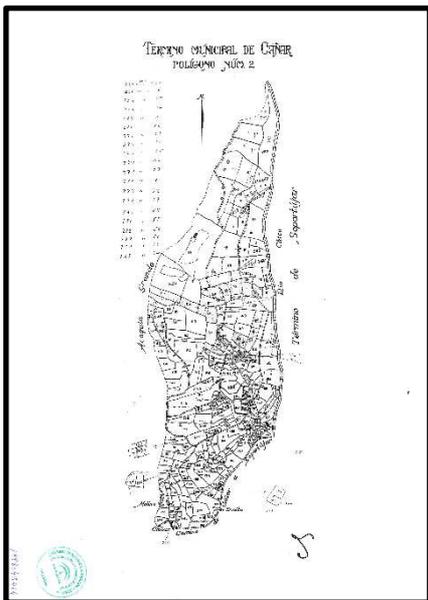


En el S. XX, una gran parte del territorio a la producción agraria tanto en agricultura como en ganadería. En la siguiente imagen podemos ver que una gran parte del territorio en el municipio estaba integrado por pequeñas propiedades, que en su mayoría se dedicaban a la agricultura.

La sobreexplotación ganadera y agrícola, causada por el aumento demográfico causó un nuevo ciclo de problemas erosivos en la cuenca. Incluso hubo una pequeña localidad, Barjas, situada entre Cáñar y Soportújar que desapareció a causa de un corrimiento de tierras.

*(...) Ahí no había nada, hasta los años 1950 o 1960, eso lo hemos conocido y yo, nada, todo labrado, y el monte incluso, lo que salía, eso era para los corrales para hacer estiércol.*

E5. Hombre. 70-80años



*Aquí había un viejo pueblo que se lo llevó una tormenta, según mis datos el 26 de Julio del 1824. Hay dos versiones: una se dice que fue en el 1824 y otra que fue en el 1808, pero la tormenta de Santa Ana fue, es la que he dicho que es la que lo arruinó o es la que lo dejó muy dañado, este barranco dicen que las yuntas lo pasaban arando o sea que era una acequia y entonces en esa tormenta, que fue muy fuerte, empezó a encarnar y era una masa de tierra, que no había riscos y empezó a escarbar y a escarbar y claro, en una tormenta de esas, eso come mucho, ahí vienen piedras y llegó a hacer 10 metros de profundidad u 8 metros. Y continuó la erosión los años siguientes y llegó a construirse el barranco de Barjas, eso es que pilló una masa de tierra blanda sin rocas o con rocas movibles y se la llevó.*

E5. Hombre. 70-80años

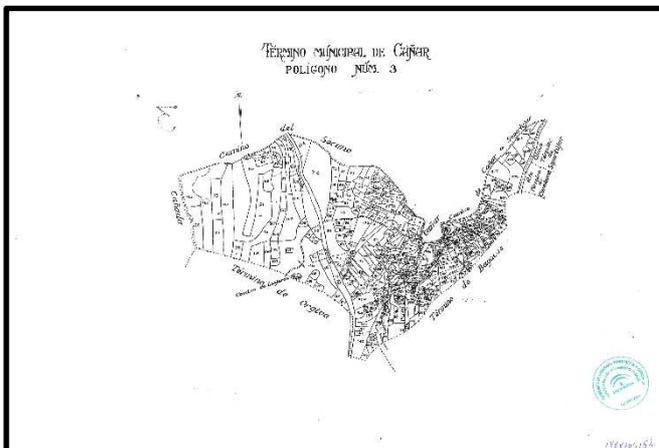


Figura 20: Mapa Catastral de Cáñar 1920. Fuente: Instituto Geográfico Catastral (1920), descargado del OCGSN.



Figura 21: El barranco se agrandó a raíz del corrimiento de tierras que se desencadenó en la denominada Tormenta de Santa Ana y se llevó el pueblo de Barjas. En rojo está marcado el límite del corrimiento, marcado según las indicaciones del Agente Medioambiental de la zona

Debido a este y a otros graves problemas de erosión que continuaban teniendo lugar en la cuenca del Guadalfeo desde 1860, se llevaron a cabo una serie de restauraciones hidrológico-forestales en la cuenca, que consistían en la construcción de diques de contención de sedimentos en los ríos y repoblaciones de pinos por debajo de 2500 msnm). En 1929 se repoblaron las cuencas de los Ríos Sucio y Chico en Cáñar (Camacho, 2002).

*(...)Una utilización para agricultura y ganadería que lleva una deforestación, excesiva, que generó una serie de procesos erosivos, una intervención administrativa, a principios del Siglo XX, en la que se expropiaban tierras para hacer repoblaciones para estabilizar las laderas. Ligadas a la actuación hidrológico forestal, una serie de diques. Por supuesto, en ese momento no se pensaba en la continuidad de los sistemas hidráulicos, no, había que frenar la erosión y eso era lo importante. Había que repoblar para estabilizar las laderas y a veces tampoco se miraba mucho, sino la que diera mejor resultado y estabilizara mejor la ladera (...) (El Dique 24) es una barrera infranqueable para las truchas y ahí se separa la población.*

E8. Hombre. 30-40años



Figura 22: El emblemático Dique 24 en el Río Chico de Cáñar.

La resistencia a la invasión franquista en la Alpujarra duró hasta 1950. Lejos del frente, en las montañas, los alpujarreños decidieron mantenerse al margen y continuar con su economía basada en los mismos cultivos y métodos que en 1750 (McNeill, 1992). En esa época, en las zonas donde era posible, mayoritariamente en las partes bajas, se integraron en los mercados globales y comenzó el proceso de mecanización e intensificación de los sistemas agrícolas (Naredo, 2004). En las zonas altas que no participaron en este proceso como la Alpujarra Alta, la presión antrópica continuó hasta la década de los 50 del pasado siglo, en la que se llevaron a cabo nuevas roturaciones en tierras marginales de escasa rentabilidad, pero en la década de los 60 el proceso de emigración hacia las ciudades, causadas por el efecto llamada de las zonas industriales y las duras condiciones en las que se vivía en aquella época (Jiménez Olivencia, 1990) hicieron que la presión disminuyera, con el cambio resultante de los usos del suelo.

*Ese es otro inconveniente de aquí. La mecanización de todas estas fincas está complicada. La mayoría no tienen camino, y luego no te dejan hacerlos. Ellos quieren proteger, entre comillas...*

E1. Hombre. 30-40años

*Luego abrió Asturias en el año 1953 y se fue allí la gente porque ya allí ganaban todos los días lo que fuera, 25 o 30 pesetas, no ganaban más, 6 duros, pero bueno ganaban todos los días y con eso iban a comprar lo que fuera.*

E6. Hombre. 70-80años

La ruptura de los ciclos de nutrientes locales llegó a la Alpujarra con las, por aquel entonces nuevas propuestas de modernización de la agricultura de la mano de los primeros ingenieros que llegaron a la sierra.

*(...) el primer ingeniero que pisó la sierra fue ese año 24. Y propusieron, hicieron mal, engañaron a la gente y la engañaban porque ellos sabían más (...). Entonces les propusieron (comprar) desde el puente de Carataunas hasta el puente Palo. Claro, los dos ríos, claro la gente todo el que tenía una "miejilla" ahí que no valía casi nada pues le pagaban muy bien. (...) Pero a los pastores les hicieron mal, porque ahí había 1000 cabezas de ganado metidas todo el invierno (...) pero no se daban cuenta que pisando los ingenieros ya no podían entrar una cabeza bien de ganado y ya el ganado pues nada. Luego, les propusieron, en el puente de Carataunas, ya cuando llegaron allí que hicieron la carretera plantaciones y de todo. Pues les propusieron el robledal, yo me sé la historia toda entera, lo que querían era terreno, (...) y luego les propusieron ya los Helechares, ya los Helechares eran propiedad y los vendieron también. Claro, el que le daban allí para comprar un terreno en la vega, pues lo vendía, y se venía acá a la vega. Era mejor que aquello, pero a los pastores les hacía mal, porque ya no dejaban entrar al ganado. Y le dijeron los amos aquellos, bueno don Francisco, han llegado unos abonos minerales, que aquí no se conocían todavía, que no hace falta ganado y con eso pueden ustedes vivir.*

E3. Hombre. 90-100años

En resumen, la historia moderna de los suelos de la Alpujarra se ha definido en base a las tendencias políticas peninsulares, la economía mundial y la demografía local, como principales impulsores de cambio. En las épocas en las que las terrazas han sido mantenidas adecuadamente han contenido la erosión del suelo, no obstante, al descuidarse dan lugar a que la erosión actúe más severamente (ver el epígrafe de Regulación morfosedimentaria). Todo esto ha dado forma a la historia de la erosión en la Alpujarra, en la que se han alternado épocas con tasas de erosión aceptables y otras con episodios catastróficos, como la del S. XVI, época en la

que se supone se formó el delta del Guadalfeo a causa de los graves problemas de erosión ya descritos (McNeill, 1992).

Esta breve introducción a la historia del paisaje en la Alpujarra nos ayuda a comprender el la situación actual de la agricultura y del paisaje en nuestra zona de estudio, que pasamos a describir. En Cáñar encontramos una zona de vega, correspondiente a la zona más próxima a la localidad y una zona de sierra, en la parte alta del municipio, de tierras menos fértiles y con peores características agroclimáticas, no obstante, se aprovechaba prácticamente todo el gradiente altitudinal que presenta el municipio para establecer diferentes cultivos en función de las posibilidades que brindaba el clima en cada franja.

*(...) De 1200m para arriba no se sembró nunca más que una siembra. Es decir, se siembra por ejemplo en mayo. Y de ahí para abajo se hacían dos siembras, por ejemplo si habías sembrado en invierno trigo, cuando quitabas el trigo podías poner maíz, habichuelas, que son un producto de primavera y otro de otoño.*

E5. Hombre. 70-80años

En la actualidad encontramos acequias de riego o vestigios de ellas en ambas zonas, sierra y vega, estando generalmente ligadas a modificaciones en la morfología de los suelos. Estas modificaciones siguen patentes en la actualidad, aunque en algunos casos en estado de ruina por su falta de mantenimiento. Consistían en reducir las fuertes pendientes de las laderas (ver Plano VIII), mediante su aterrazado, que se realizaba con el objetivo de minimizar la erosión, aumentar la infiltración, así como posibilitar los riegos por gravedad. A parte, las enmiendas orgánicas que se realizaban, con el objetivo de mantener la fertilidad de los suelos y aumentar la capacidad del suelo para retener agua, también eran prácticas importantes a tener en cuenta en los siguientes apartados por sus relaciones con los servicios ecosistémicos.

La materia orgánica que se solía añadir provenía del ganado, en forma de estiércol o se obtenía enterrando leguminosas, principalmente lenteja moruna, hasta que llegaron los ya nombrados abonos minerales. Por otro lado, el ganado se alimentaba también de los restos de cultivos, de la vegetación de los bordes de las parcelas, además de plantas silvestres y esto evidencia, como es típico en los sistemas agrarios tradicionales, las relaciones de interdependencia que se establecían entre la agricultura, ganadería y gestión forestal para localizar los ciclos de nutrientes.

*La lenteja moruna es una negra que hay que es la que se usa más para enterrar (...).Entonces la lenteja se sembraba en octubre, entonces en abril o por ahí está la lenteja en las primeras vainas, antes de que grane, se araba y como estuvieran muy grandes – eso iba todo al trueque, hoy voy yo contigo mañana vienes tu conmigo- entonces las arrancaban e iba el hombre arando con un mulo y dos o tres poniéndolas en el surco para que a la vuelta... porque si hay una altura así, los arados romanos, pues eso se engrosa, no ahonda. Entonces lo arrancas y el otro la mete, haces el surco y el surco siguiente... (...) es que para hacer la cantidad de metros o hectáreas que se criaban, ¿dónde vas a por estiércol?*

E5. Hombre. 70-80años

La mayor parte de la superficie agrícola regable de Cáñar se encuentra hoy en situación de abandono, como ya se ha dicho anteriormente y se encuentra inmersa en un proceso de re-naturalización sujeto a los mecanismos de sucesión ecológica al debilitarse el esfuerzo humano de mantenimiento del MAT (FOa en la Figura 1). Aunque la mayoría de ésta superficie sigue siendo de titularidad privada, en manos de pequeños agricultores, siendo la propiedad pública

una quinta parte, que corresponde a la Junta de Andalucía (158,8ha) y al Ayuntamiento de Cañar (4,3ha).

Tipo	Superficie (ha)	Porcentaje
Superficie históricamente regable pública	163,08	19,77
Superficie históricamente regable privada	661,59	80,23
Superficie históricamente regable	824,67	100,00

Tabla 8: Superficies regables por tipos. Elaboración propia a partir del Catastro de Cañar, facilitado por la Comunidad de Regantes.

Para clasificar el tipo de agricultura, como de pequeña escala o tradicional, el criterio más utilizado y más fácil de utilizar es el tamaño de la explotación (HLPE. 2013); aunque difícil y poco generalizable establecer un límite de tamaño de las explotaciones agrícolas tradicionales, el umbral más utilizado en las publicaciones, que nos sirve de forma orientativa es 2 hectáreas. Aplicando estos criterios y a la vista de los resultados podemos decir que en la actualidad el régimen de propiedad de la superficie agrícola de regadío en Cañar, es en su mayoría el propio de una agricultura tradicional, dado que el 85% de los propietarios tienen explotaciones de menos de 2 hectáreas y poseen un 70,52% de las propiedades agrícolas del municipio. Aunque existen otras características intrínsecas de la agricultura tradicional, algunas de ellas ya comentadas, que podemos reconocer en la agricultura actual en Cañar, como el autoabastecimiento y/o la diversificación de la producción.

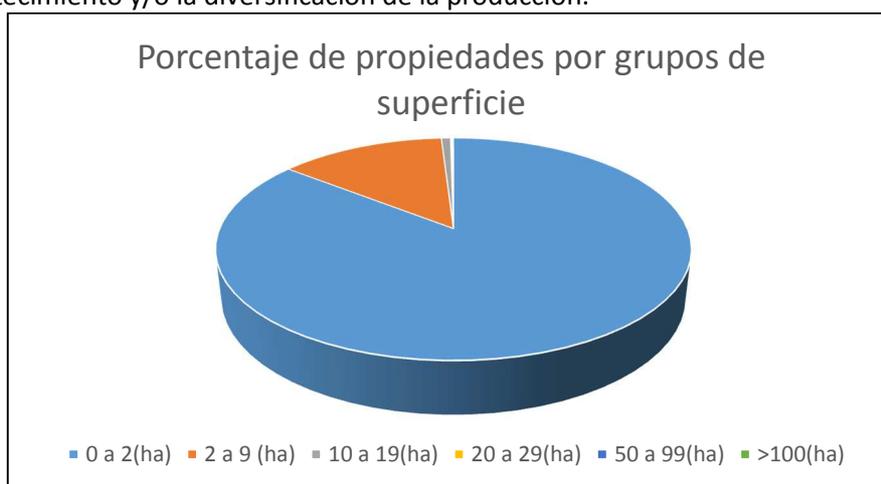


Figura 23: Tamaño de las propiedades regables por grupos. Elaboración propia a partir del Catastro de Cañar, facilitado por la Comunidad de Regantes.

Los cañaretos hasta que llegó la democracia, vivían directamente de lo que producía su tierra, como es característico en las economías campesinas y su nivel de pobreza estaba directamente ligado a la cantidad de tierra de que disponían.

*Sí, la vida que era dura y luego ya ha dispersado el mundo, y la democracia empezó y eso empezó a dispersar el mundo, pero antes pues estábamos muy, ¡muy mal! Y el que tenía mucha labor sí que vivió bien. Habíamos tres clases de pobres: pobres, pobrecillos y pobretones. Los que tenían mucha labor eran pobres, los que teníamos una miejilla de labor y otra media renta éramos pobrecillos, pero el que no tenía nada pues eran pobretones. No tenían nada más que el agua de la fuente y si los llamaban a trabajar comían y si no, no comían.*

E6. Hombre. 70-80años

### 5.3. Resultados

#### 5.3.1. Servicios ecosistémicos ligados al sistema de riego en Cáñar

A continuación se detallan los servicios ecosistémicos potenciales relacionados con los sistemas de riego y las modificaciones en los suelos que van ligadas a ellos en el marco de la agricultura tradicional local. Se han seleccionado algunos de los servicios que propone Antonio Gómez Sal en el marco de EME, mediante los criterios que se exponen en la metodología de este trabajo.

#### SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO

##### Producción de alimentos

Como ya se ha expuesto anteriormente y como es propio de las economías campesinas (Toledo, 1993) la economía tradicional de la Alpujarra se basaba en la producción agraria para el autoconsumo, venta de los excedentes y en la complementación de las rentas con otras actividades (McNeill, 1992).

Los más mayores recuerdan como en el pasado la familia producía con esfuerzo los alimentos y posteriormente vendían sus productos.

*¿Que qué cultivo? Pues papas, melones, en fin de todo. Está tierra lo cría todo y sin tratamientos ningunos, aquí no hay tratamientos ni nada. Aquí sembramos y... porque por ahí, que si esto que si lo otro, que si tratan, y aquí no tratamos de nada (...) antes, ha habido años que he criado 14000 kg de papas. Un año que tuve en "Miracielos" tuve 7200kg y luego tuve en la Zamota en los pechos de los bancales y crie 7000kg, aquel año 14000kg (...) otro año 29 fanegas de habichuelas (...) éramos dos. Es que mi mujer trabajaba igual que yo. ¡Trabajando!*

E3. Hombre. 90-100años

*Pero con su mujer, él sólo no. Su mujer trabajaba más que él (...) La mujer era una pantera.*

E4. Hombre. 60-70años

La mayoría de los pocos regantes que quedan en la actualidad se dedican a la agricultura para autoconsumo, con la producción diversificada que la caracteriza, ya que afirman que los precios no compensan los esfuerzos necesarios para una producción a mayor escala. En gran parte son hombres de avanzada edad, emigrantes retornados o agricultores de profesión que han permanecido pero ya están jubilados y algunas personas más jóvenes que se dedican profesionalmente a otros menesteres y parcialmente a la agricultura. En ausencia de comercialización (prácticamente desaparece el flujo F1b de la Figura 1) los productos cosechados se regalan o se intercambian por otros en los círculos, como es típico en la comarca (Gálvez García, 2015).

*Yo el otro año a los que venían no quise vendérselas (las cerezas). Me dijo ¿Por qué no las vende usted? Y les dije, pues porque me los vais a destrozar. Porque para alcanzar las ramas pues las destrozan. Y el que viene a por un puñado de cerezas no destroza nada, y a mí lo que me van a dar no me hace falta, pues... ¿qué vamos a hacer? Cerezas todo el que quiera porque como hay de sobra, ¡sobran! dos cubos traigo hoy de la sierra (...) Mira, ahora mismo aun me quedan 7 cajas del molino (de aceite), de hace dos años y la de este año todavía no la he tocado y tengo la cosecha entera. Pues no la vendo. Y mi hijo cuando viene se lleva una caja y me dice que lo venda. Y ¿qué me van a dar por él? Cuando yo me muera, tiene mi hijo ahí aceite para toda la vida (...) Yo llego allá abajo y tengo*

*el olivar, pues disfruto del olivar, llego a mis colmenas, pues disfruto con mis colmenas, llego aquí y disfruto con mis gallinas, mi mulo y disfruto de mis cosas. Pero si yo no tuviera nada de eso pues viviría de la pensión. ¿Qué necesidad tengo yo de formar una pila de papas para que todo el que quiera vaya y venga (a cogerlas)?*

E3. Hombre. 90-100años

No obstante a la ausencia de intercambio económico, los escasos labradores que quedan en Cañar se encargan de mantener las funciones del agroecosistema que finalmente se traducen en servicios ecosistémicos. Lo llevan a cabo en la medida de sus posibilidades y en ocasiones ayudados por las instituciones competentes, locales y regionales. Aunque el hecho de que los regantes sean tan poco numerosos y la discontinuidad del apoyo institucional, dificulta tremendamente el mantenimiento del sistema de riego y el aterrazado (el flujo F0a se debilita. Figura 1). A su vez, el abandono y deterioro del sistema de riego no ayuda a la resistencia de los últimos labradores que quedan. Entrando así en un bucle que camina hacia la extinción del binomio, ya que si no hay agricultores que puedan vivir de su producción y que dirijan su esfuerzo a mantener el equilibrio artificial del agroecosistema, éste pierde su integridad y disminuye su capacidad de generar servicios ecosistémicos.

*Ahora salimos a los álamos y cada uno... si solo somos cuatro o cinco y está toda el agua tirada, no quiere nadie regar. Si estuviera todo sembrado faltaba agua. Es que no costea, la gente con labores se va todos los domingos a esperar que venga el de la furgoneta para comprar (risas) es que quedamos cuatro o cinco que sembramos de todo pero por entretenernos, pero no porqué..., yo, mi mujer y yo ¿qué necesitamos? Y tengo de todo de sobra, pero para este para el otro, el otro y lo repartimos todo (...) Patatas, pimientos, cebollas, cabras para la leche, en fin, que a parte del pescado, el aceite también, nos lo hemos criado todo nosotros y hemos comido nada más que cosas naturales. El terreno este, que no se trata ni con líquidos ni con nada, pues ¡dice que esto está más sano! los que nos hemos criado antes estamos más sanos que los de ahora, porque hoy dice que es todo a base de...*

E3. Hombre. 90-100años

#### **Abastecimiento de agua dulce mediante regulación hídrica**

El abastecimiento de agua dulce es uno de los principales servicios ecosistémicos que produce la agricultura en Cañar, en la Alpujarra y en general en el ámbito de Sierra Nevada, debido a la gestión tradicional del agua. El servicio ecosistémico final es el aumento de la disponibilidad de agua, no obstante se produce a través de la regulación de la misma. Generalmente se considera que el consumo de agua para riego es la parte más importante del consumo humano de agua (el 70% del uso a nivel mundial (FAO, 2003), precisamente por ese motivo se ha decidido poner este servicio entre los de abastecimiento, para remarcar la diferencia.

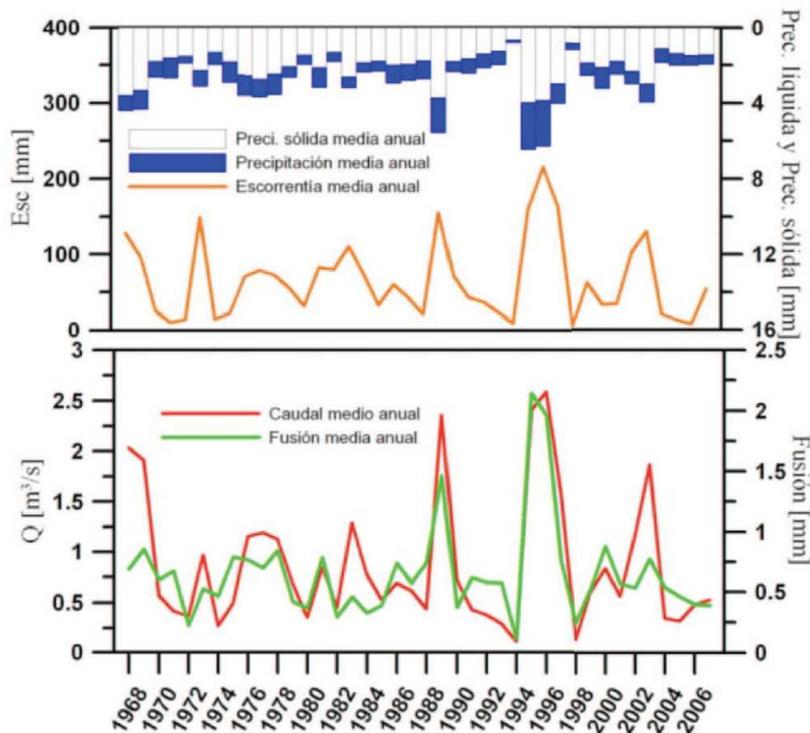


Figura 24: Relación entre las precipitaciones líquidas, sólidas, la fusión de la nieve y los caudales medios anuales en Sierra Nevada. Fuente: Cabello y Castro, 2012.

Como ya se ha dicho anteriormente, el régimen de las cuencas hidrográficas de montaña en Sierra Nevada es pluvionival, ya que la mayor parte del agua que corre anualmente por sus cursos fluviales proviene del deshielo, como podemos observar en la siguiente figura, que ilustra como varía el caudal hidrológico en función de las precipitaciones líquidas y sólidas. Los alpujarreños tienen claro que la bondad del año hidrológico depende de que haya nieve en las partes altas de las montañas y que dure deritiéndose, de tal manera que durante el verano se mantenga cierto caudal de los ríos que sea suficiente para mantener las acequias en funcionamiento.

*No habiendo nieve... nuestro pantano es la Sierra, el año que llega febrero y no hay nieve ese año es malo.*

E3. Hombre. 90-100 años

*En lo último que se ve allí en la loma, que caiga allí nieve bastante y entonces hay agua por todos lados. El año que llegaba la nieve en el Cerrillo Redondo hasta Santa Ana, el 26 de Julio es bueno y el que no malo.*

E7. Hombre. 70-80 años

Al ser la cantidad de nieve tan importante para la agricultura y para la disponibilidad de agua en general, se han desarrollado maneras de evaluar la cantidad de nieve que hay en los picos por simple observación sin tener que subir a la sierra.

*Entonces el ventisquero ese de las paredes de Cortés es el último que se queda, pero eso aboca, pero dicen que esa agua no aparece aquí (...) Cuando hay si quiera 600 litros de llovido en invierno, toda la sierra de 2000 metros arriba se queda hecha una sábana, entonces en lo alto hay unas piedras que ahí se regulaba. Cuando se ve, hay 7, si ves que ya se han tapado 3 piedras, ya se han tapado 5, y los años muy buenos muy buenos se llegan a tapar 6, las 7 yo creo que no se han llegado a tapar o si se ha tapado ha sido*

una vez hace...Pero es que la que hace 7 es capaz de tener, no quisiera mentirte, pero casi 20 metros.

E5. Hombre. 70-80años



Figura 25: El segmento (en rojo) delimita el perfil topográfico que se muestra en la siguiente figura y las acequias con las que intersecta. Escala: 1:45000. Se ha realizado buscando: 1 que intersectara con el mayor número de acequias posible (de la sierra) y 2 que estuviera orientado según la dirección de la línea de máxima pendiente, llegando a un compromiso entre ambos criterios, por lo cual el criterio 2 se aplica de forma aproximada. Elaboración propia a partir del MDT25 distribuido por el IGN, [www.ign.es](http://www.ign.es).

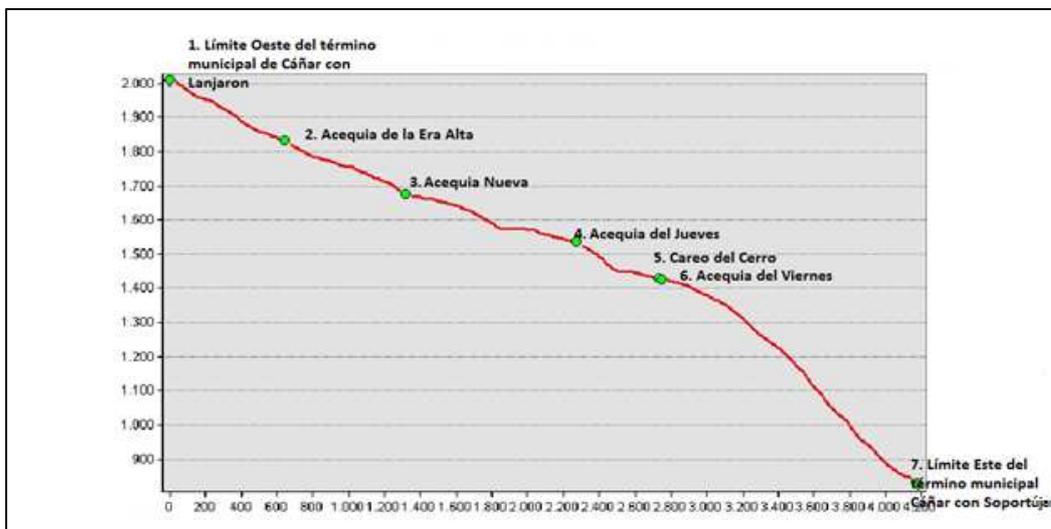


Figura 26: Perfil topográfico que comienza en el límite entre los términos municipales de Lanjarón y Cádiz y finaliza en el límite entre Soportújar y Cádiz, intersectando en su recorrido con las acequias que se muestran y con el Punto de Careo del Cerro.

Es sobradamente conocido que los ecosistemas mediterráneos se caracterizan principalmente por un periodo de sequía estival (ver diagramas bioclimáticos) y una alta variabilidad interanual, lo cual dificulta desarrollar las labores agrícolas con cierta seguridad. A ello se le añade las altas pendientes que encontramos generalmente en la Alpujarra y que los cursos fluviales naturales que atraviesan su territorio tienen pendientes elevadas, propias de tramos altos de ríos de montaña (Ver perfiles de los ríos y las siguientes tablas en el ANEXO 2).

La estrategia que ha utilizado el ser humano para reducir el riesgo de interrupción del abastecimiento de agua en esta, desde que los árabes desarrollaran los sistemas de riego en *Al-Andalus* y en concreto en Sierra Nevada, es crear redes de acequias, de menor pendiente que los cursos naturales (ver perfiles de acequias en el ANEXO 2), que se apoya en terrenos cuya pendiente ha sido modificada a través de la técnica del aterrazado, para distribuir el agua disponible en el espacio y en el tiempo cambiando los atributos de localización y tiempo de flujo (Cabello y Castro, 2012; Fernald et al., 2007; Guzmán y Navarro, 2010). Estos cambios tienen consecuencias directas también en los dos otros atributos del agua y por tanto, en los seres vivos de sus entornos, como veremos en los siguientes epígrafes.

Acequias	Porcentaje de pendiente			
	Mínimo	Máximo	Rango	Media
Acequia de la Era Alta	7,746	27,266	19,520	16,425
Acequia Grande	10,809	31,858	21,050	18,891
Acequia de Barjas	10,700	35,099	24,399	22,293
Acequia del Viernes	3,139	19,284	16,145	11,804
Acequia del Jueves	3,623	29,138	25,516	15,685

Tabla 9: Acequias. Fuente: elaboración propia a partir del TIN realizado para el Plano VI.

Ríos	Porcentaje de pendiente			
	Mínimo	Máximo	Rango	Media
Río Chico	2,966	95,658	92,692	28,235
Río Sucio	5,101	86,110	81,009	23,068

Tabla 10: Ríos. Fuente elaboración propia a partir del TIN realizado para el Plano VI.

En los regadíos tradicionales del ámbito de Sierra Nevada encontramos fundamentalmente dos tipos de acequias diferentes, las de careo y las de riego. Según la clasificación zonal en referencia a los sistemas de acequias, que se ha hecho de Sierra Nevada en el libro *El agua domesticada*, en la Alpujarra Húmeda, donde se encuentra ubicada nuestra zona de estudio, no contamos con una importante presencia de acequias de careo, por tanto el papel más importante en cuanto a regulación hidrológica y el mantenimiento de la vegetación edafohigrófila<sup>10</sup> lo cumplen las acequias de riego (Guzmán y Navarro, 2010).

<sup>10</sup> Vegetación edafohigrófila: Las comunidades vegetales que se desarrollan influenciadas por el nivel freático de los segmentos de corriente, así como las que prosperan en zonas inundadas por el agua, reciben el nombre de "vegetación edafohigrófila" en el ámbito del estudio de la vegetación. Otro término similar utilizado para designar esta vegetación es el de "vegetación riparia", si bien en este caso está más claro que ha de ocupar la banda cercana a una corriente de agua (la ribera). Se suele reservar este término para la vegetación que directamente está afectada por un flujo anual de avenidas, inundaciones y estiajes en los que la erosión y el depósito de la ribera juegan un papel primordial, mientras que el término edafohigrófilo es más amplio y engloba también formaciones que muy raramente se ven influenciadas por estos procesos. Existen importantes diferencias entre la vegetación climática y la edafohigrófila.

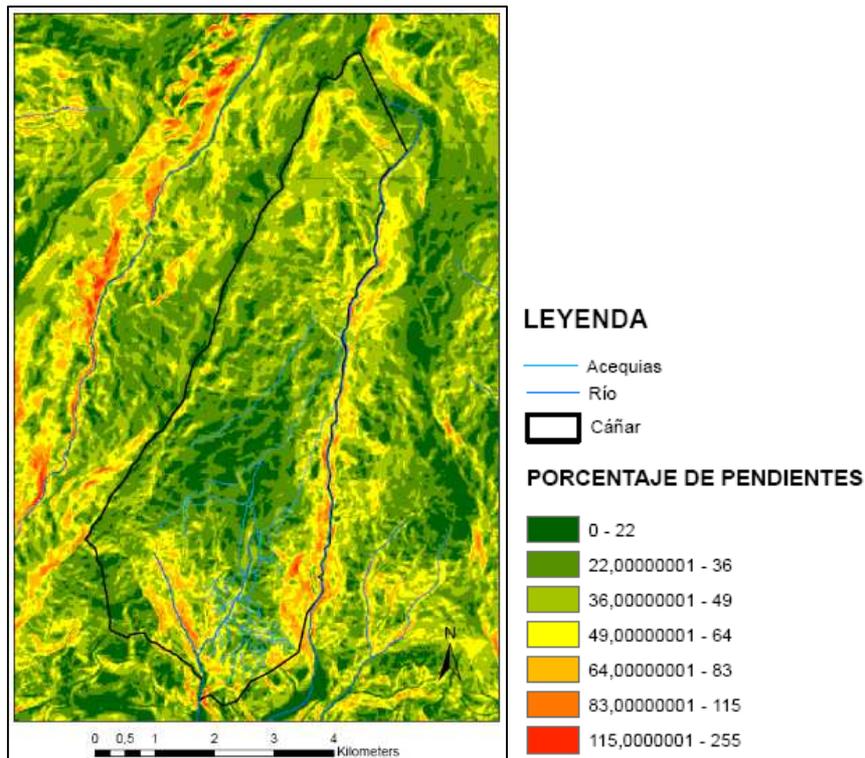


Figura 27: Rangos de pendientes en el término municipal de Cáñar en porcentaje. Escala: 1:45000. Elaboración propia a partir del MDT25 del IGN, [www.ign.es](http://www.ign.es)

En base a los datos de la Comunidad de Regantes de Cáñar, el las parcelas de riego en Cáñar ocupa una superficie de 824,7 ha, que representa el 24% de la superficie del municipio, que como ya se ha expuesto es de 3438,4ha. No obstante, la suma de las áreas útiles de todas las parcelas de esta área, dicho de otra manera, la superficie que realmente es regable es un poco inferior, alcanzando las 570,9ha. Esta superficie está surcada por muchos canales de riego de diferentes tamaños y órdenes, cuya inventariación se encuentra en proceso, aunque por el momento contando todas las acequias comunitarias de la vega, donde el inventario sí está finalizado y las principales de la sierra, hay registrados 38km lineales de estas infraestructuras.

Los canales principales, llamados acequias, distribuyen el agua captada generalmente del río, por gravedad para llegar a todas las ramificaciones, llamadas brazales en el caso de Cáñar, que recorren la zona regable. Cada acequia junto con sus ramificaciones, tiene un funcionamiento independiente del resto del sistema, aunque hay veces que se establecen interconexiones entre acequias por diferentes motivos, como por ejemplo la Acequia del Jueves y la del Viernes, que se encuentran ubicadas aguas debajo de la Alberca de la Sierra y a través de ambas se hace llegar el agua a la vega, salvo los días en los que el agua les pertenece (los jueves y los viernes). En función de la escasez y de las necesidades se elige si el agua baja por una acequia o por la otra. Antiguamente estaban gestionados por administradores y/o acequeros que distribuían el agua, según los derechos de cada agricultor y cuidaban que todos se atuvieran a las normas de reparto equitativo del agua entre los usuarios. En la zona de vega 1000m<sup>2</sup> de superficie suelen tener derecho a una hora semanal de riego, siendo menor en el caso de la sierra donde 3000m<sup>2</sup> de superficie corresponden a una hora semanal de riego. Cada hora de riego tiene un caudal circulante teórico de un ramal, que los regantes estiman a ojo en Cáñar corresponde aproximadamente a 30 l/s (según los datos aportados por las investigaciones en curso del IGME en la zona de estudio). El turno de 7 días se aplicaba de forma más estricta en la Sierra, es por eso que las tres principales acequias de esa zona (la del Miércoles, la del Jueves y la del Viernes) tienen el nombre del día de la semana en el que les corresponde a los regantes de cada una de ellas regar. Aunque estos datos son teóricos que reflejan las condiciones ideales, de manera que

la comunidad de regantes tiene sus mecanismos para adaptarse al caudal disponible en el río, según el año y la época. En caso de sequía y menor caudal disponible se reducen proporcionalmente las horas de riego de cada agricultor y pueden llegar a repartirse en minutos. E incluso si aun así no hay agua suficiente, en ocasiones se decide que solo pueden regar algunos usuarios que se determinan por azar, utilizando un sistema de sorteo con papeletas. El agua se regula utilizando dos albercas principales, gestionadas por toda la comunidad de regantes, la de la Sierra y la del Molino.



Figura 28: Alberca de la sierra en Junio <sup>11</sup>



Figura 29: Recibo de la Alberca de la Sierra en Junio, estructura que sirve para retener los sedimentos y retrasar la colmatación de la alberca, durante las labores comunitarias de limpieza.

Dependiendo de la orografía (pendiente, rectitud del trazado, de la capacidad de infiltración del suelo, derivaciones) y de para qué esté diseñada la acequia, ésta estará simplemente excavada en la tierra y sin revestir o bien llevará un revestimiento de losas de piedra o de launa<sup>12</sup> (Espín et al., 2010). Si bien es cierto que, como veremos en la parte final de este capítulo, en las últimas décadas se han comenzado a utilizar otros materiales, como el hormigón o incluso en algunas acequias se han llegado a colocar tuberías de forma paralela a las mismas.

<sup>11</sup> IGME: Instituto Geológico y Minero de España

<sup>12</sup> Bordeando al núcleo de Sierra Nevada aparece otra banda de rocas, de edades comprendidas entre el Paleozóico y el Trías, denominada Complejo Alpujárride, que forma los relieves más característicos de la baja montaña y se extiende luego por la Alpujarra. Está mayoritariamente compuesta por filitas, conocidas en la región como «launas», que son unas arcillas algo transformadas, y calizas y dolomías, que producen los relieves escarpados, de colores blanquecinos o grisáceos, típicos de la baja montaña. (PRUG/PORN del P.N. Sierra Nevada, 2011)



Figura 30: Launera cerca del conocido Dique 24.

Para entretener el agua en las laderas, cuando las albercas estaban llenas y no tenían más capacidad de regulación, tradicionalmente descargaban el excedente de agua a los campos de centeno adyacentes para que se infiltrara. Además el manejo tradicional del suelo, con el laboreo realizado con animales que conlleva una menor compactación que el realizado con máquina y sus enmiendas orgánicas, contribuye a mantener la estructura porosa del suelo, por lo que tiene una mejor aireación y aumenta la capacidad del mismo para retener el agua, contribuyendo a la humectación general de la ladera (Power, 2010).

*Las habas, un rodalillo tuve yo y lo enterré pero eso (...) la tierra lo pudre y cuanto más broza le metas más esponjada está y toma más agua, es más fértil. Que con la pendiente que hay aquí pues el agua escurre muy pronto, entonces sí la tierra está muy fofo chupa, sin embargo si está áspera, se va por arriba. Entonces eran las dos caras de la moneda que era el fertilizante y el hacerle que sea esponja.*

E5. Hombre. 70-80años

De acuerdo con las definiciones de careo aportadas en el Marco Teórico y la información recopilada podemos afirmar que, más que un tipo de acequia el careo es una práctica. De tal manera que las acequias que se denominan de careo es porque se han diseñado específicamente para eso, con el principal objetivo de regular el caudal que aportan ríos y manantiales durante el invierno y la primavera, de forma que se asegure el abastecimiento tanto agrícola como urbano durante el estiaje (Sbih et al., 1995). Aunque ciertamente, esto no obsta para que en las denominadas acequias de careo se diseñen también teniendo en cuenta, además, otros objetivos que no interfieren en su cometido principal. Como ejemplos, podemos citar las acequias de careo diseñadas para la generación de pastos típicos, como ocurre en la zona del Camarate en el municipio de Lugros. Aunque no se encuentran, prácticamente, ejemplos de esta práctica en Cañar, salvo en las inmediaciones del Cerromán, donde sí hay un ganadero que utiliza el agua de la Acequia Hijuela para formar una pequeña pradera. En cambio,

en Cañar sí encontramos ejemplos del caso contrario, el de acequias diseñadas principalmente para riego, que se utilizan para carear, tanto en puntos concretos conocidos de características hidrogeológicas especiales, como en ciertos cultivos que soportan y/o agradecen riegos intensos como el centeno o los castaños.

En cuanto a los careos realizados mediante el riego de cultivos, los cañaretes comentan el uso en el uso tradicional en Cañar y las interacciones entre agricultores y paisanos de la Alpujarra y la comunidad científica en el marco del Proyecto MEMOLA:



Figura 31: A la izquierda la acequia del miércoles, revestida de losa en el transcurso de un salto de agua. A la derecha la acequia de Barjas en el lugar donde se parte su caudal con el injerto de la Hijuela del Cerromán.

*El agua medida en los centenos y los castaños careándose. Estaba toda el agua del río repartida, y a parte la que bajaba por el río. También es verdad que nevaba más y probablemente viniera mucha más agua por el río, pero luego ese agua también salía más abajo. Y en las charlas esas que hemos ido de los hidrogeólogos te lo están diciendo, la Alpujarra por ejemplo, era un sistema de riego a manta y de recarga de acuíferos y de liberación lenta del agua del río.*

E1. Hombre. 30-40años

El atributo de calidad del agua se modifica de una manera u otra en función de si el careo se produce a través de la franja de alteración o de fracturas y grietas, de manera que las surgencias que se generan aguas abajo tienen unas características u otras. Las surgencias relacionadas con la circulación a través de la franja de alteración, suelen estar en las proximidades de la zona de careo (menos de 500m), tienen una conductividad similar a las aguas superficiales, que no suele superar los 70  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y se agotan cuando se deja de carear; a este tipo de surgencias se las denomina localmente “remanentes” y suelen utilizarse para riego. En cambio, las que están relacionadas con la circulación a través de fracturas y grietas de la roca madre, a mucha más profundidad, suelen situarse a mayor distancia del punto de careo y se enriquecen mucho más en sales, presentando una conductividad de entre 100 y 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , suelen ser perennes; se denominan “fuentes” y suelen utilizarse para abastecimiento (Sbih et al., 1995).

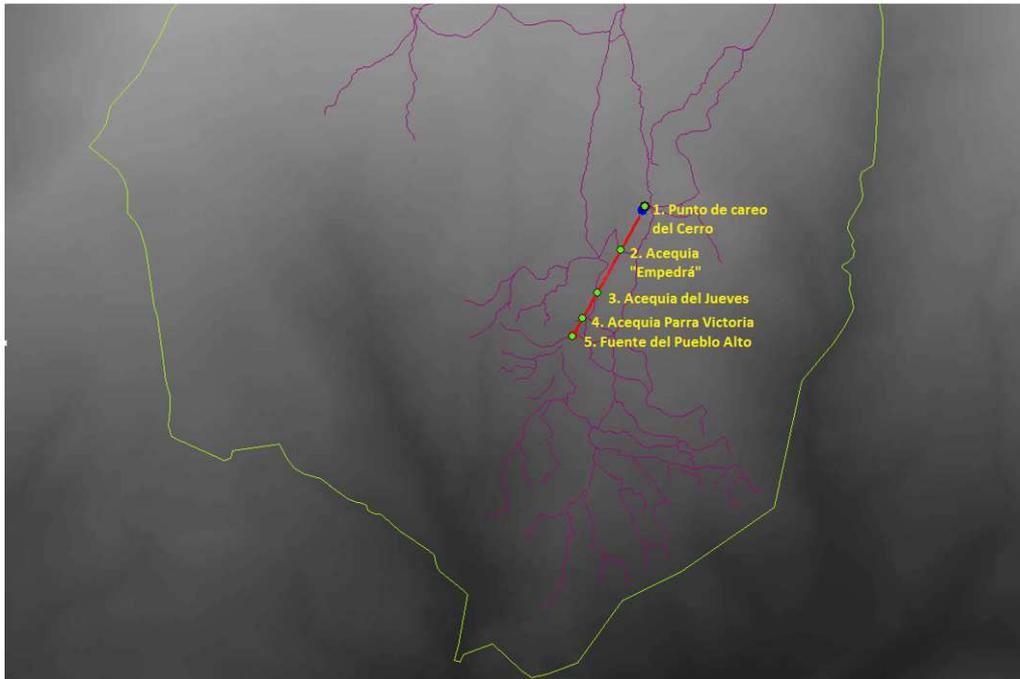


Figura 32: El segmento (en rojo) delimita el perfil topográfico de la siguiente figura. Comienza en el punto de Careo del Cerro y finaliza en la Fuente del Pueblo Alto y se intersecta con algunas en los puntos marcados. Fuente: Elaboración propia a partir del MDT25 del IGN ([www.ign.es](http://www.ign.es)) el mapa Hidrografía del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente ([www.rediam.es](http://www.rediam.es)) y los datos de las acequias aportados por la comunidad de regantes.

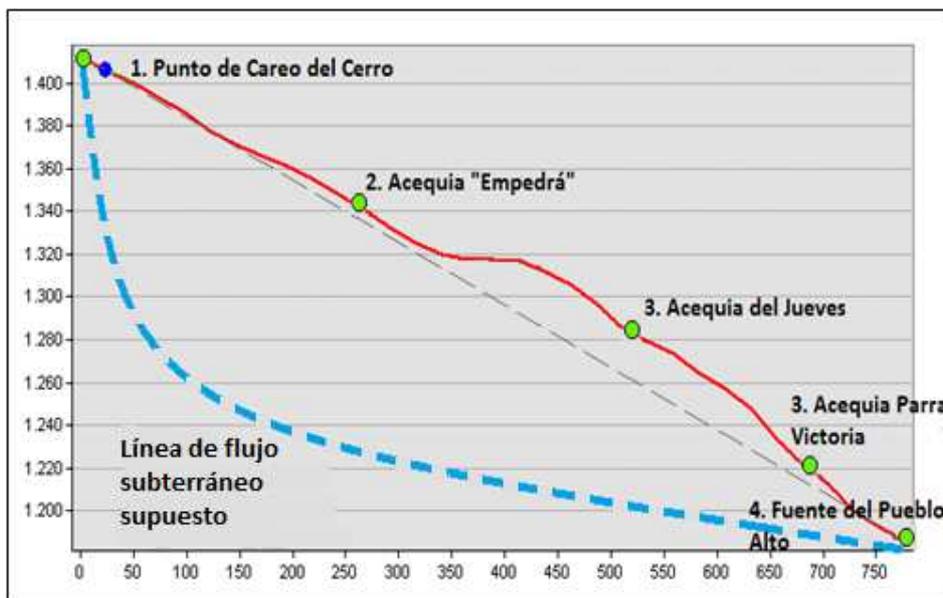


Figura 33: Perfil topográfico del terreno definido en la figura anterior y la línea de flujo subterráneo supuesto entre 1 y 4, correspondientes con el Punto de Careo y la Fuente beneficiada respectivamente.

(...) porque en la cara aquella (subcuenca del Río Chico) siempre hay más agua que aquí. Son aguas más... bebes agua y se te hincha la barriga y se te, no es como ésta, éste agua de esta fuente tú bebes y tienes una sensación de que es agua buena, bebes, te hartas y tardas a volver a beber otra vez. Sin embargo, la otra bebes, te hartas y... me refiero al agua de la cara de donde está la acequia de Barjas (subcuenca del Río Chico), es otra agua distinta que ésta de aquí, que la fuente del Pueblo Alto (subcuenca del Río Sucio). Es que el terreno es diferente. Pero allí hay más agua que en esta, allí hay muchas

fuentes, lo que pasa es que muchas no se han conectado a (ininteligible) esas las aprovechan los de Carataunas y...

E9. Hombre. 60-70años

En el caso de Cañar encontramos ambos tipos, uno de los remanentes es la fuente de “Ya bajos”, sita en la parte baja del casco urbano de Cáñar, relacionada con acequias existentes a escasos metros.

*Bueno la de “Ya bajos”, en el momento en que se pone agua en la acequia Vieja o acequia... pues esa se aumenta. Lo habéis visto, que tiene tres caños, pues antes tenía dos tapados y por el otro echaba un hilo. Ahora han empezado a echar agua por la acequia y a carear, y están los tres caños a tope.*

E9. Hombre. 60-70años



Figura 34: Fuente Ya bajo con los tres caños funcionando.

La Fuente del Pueblo Alto, según el conocimiento local está relacionada con el careo del Cerro, que se sitúa a una distancia de unos 800 metros en línea recta en la superficie, siendo su recorrido subterráneo una incógnita por el momento. Dicha fuente está ubicada en el curso de la Acequia del Viernes. Es la fuente principal de la que se abastece el uso urbano de Cáñar, así como el punto de captación de algunas acequias de la Vega. Las conductividades eléctricas del agua medidas en el Careo del Cerro y en La Fuente del Pueblo Alto, coinciden con las apreciaciones de Sbih et al., (1995), reproducidas en la página (X) de éste trabajo (según los datos aportados por las investigaciones en curso del IGME en la zona de estudio), de forma que este manantial puede encuadrarse en la segunda categoría que proponen: fuente de carácter perenne ligada a la circulación en profundidad a través de fracturas en la roca madre. De la misma manera los datos de los aforos realizados tanto en el punto de careo como en el manantial sugieren una relación directa entre el manantial y el careo, aunque todavía no hay una publicación científica que apoye ese dato procedente del conocimiento ecológico local.



Figura 35: Careo del Cerro, introduciendo el agua en orificios artificiales de una antigua mina (izquierda), y la Fuente del pueblo Alto, donde se encuentra la captación de aguas para uso urbano de Cáñar (derecha)

*El agua de careo la echas para una fuente en concreto, ¿no? Y tú ves que se aumenta. Por, ejemplo la fuente del Pueblo Alto que llamamos, que le echamos el agua en el Cerro, donde acaba la Acequia de Barjas con el Viernes, en esa parte, ahí se lleva echando desde el mes de Enero o Febrero, pero tú vas a la fuente durante el invierno y sigue manteniendo la misma agua que había dejado después del verano, o un poquito más. Pero esa fuente vas a partir de mediados de Abril y esa fuente revienta de agua, ahora mismo está enorme, enorme, enorme. Pero sin embargo en Enero, Febrero y Marzo aunque tú la tengas metida el agua, esa fuente se mantiene igual, el caudal aumenta un poquito pero nada. Pero a partir de mediados de Abril más o menos te echa un viaje que tiene casi dos ramales de agua.*

E2. Hombre. 30-40años

Los careos se realizan en los momentos en que coincide la abundancia de agua y la ausencia de necesidad de riego. Como clima mediterráneo, se caracteriza por la sequía estival (Ver Figura 14) y por tanto en verano es necesario el riego para la agricultura, por lo cual los careos no se realizan jamás en verano. Al ser la cuenca de régimen pluvionival, los mayores caudales en los ríos se dan en primavera, por lo que suele ser la época del año en la que se realiza esta práctica con mayor frecuencia. Con ello se modifica la curva del hidrograma, regularizando el caudal y modificando el atributo de tiempo de flujo, como ya se ha dicho anteriormente, de forma que haya disponibilidad de agua en la estación seca cuando la evapotranspiración<sup>13</sup> es más elevada, tanto para la agricultura, como para la vegetación y fauna silvestres o el consumo humano.

*(...) entonces estas hazas, le echabas un careo, por lo alto hasta que salía por lo hondo y lo tenías ahí una semana, cuando todas las acequias estaban sobrantes, e incluso alrededor de la alberca y eso se sembraba mucho centeno, cuando la alberca se llena pues empieza el sobrante y entonces el sobrante iba al centeno.*

E5. Hombre. 70-80años

*Antes careaban allí en la sierra todos los castañares, llegaba el mes de febrero y marzo todos los castañares estaban todos nadando en agua y entonces pues todas las fuentes que había por abajo pues daban. Y luego cuando llegaba el tiempo de regar papas y eso, ya no podían regar los castaños, porque no había agua.*

E6. Hombre. 70-80años

A parte de las fuentes ligadas al abastecimiento urbano, existen también numerosas fuentes en los terrenos de los agricultores, que las gestionan partiendo del saber ecológico local y experimentan con él, realizando sus prácticas ancestrales para mantener vivas las surgencias. Con el abandono de la agricultura, los careos se pierden y disminuye el área mojada (atributo de localización) y disminuyen la posibilidad de sequías (atributo del tiempo de flujo) en la Alpujarra.

*Yo por ejemplo la fuente que tengo arriba la mantengo haciendo una recarga arriba. Tengo una zona más o menos a un kilómetro donde está y yo la extiendo, y a mí a la semana, no hay agua a lo mejor y a la semana está así (gesto de abundancia) y si lo puedo seguir haciendo desde el mes de febrero, principios de marzo hasta junio por ejemplo... En junio ya no le puedo echar ya agua, porque en Junio va para el regadío y va mermando, mermando, pero no se me seca la fuente, se me mantiene. Es la manera de que yo la mantenga y lo demostré haciéndolo. Me decían que sí, que funciona, me había*

---

<sup>13</sup> Evapotranspiración (ETP): Es la suma de la evaporación del suelo y de la vegetación.

*dicho una persona mayor: echar agua ahí es muy bueno para las fuentes de aquí y de allá... pero hasta que no lo haces y lo compruebas no lo sabes. Y lo haces y lo ves. Este año por ejemplo pues habrá estado dos meses o por ahí, pero yo ya voy viendo que la fuente va mermando y no está igual que estaba el año pasado porque no he estado pendiente de ella y no sé si me llegará el mes de agosto.*

E2. Hombre. 30-40años

*Ahora las aguas que recogemos son las fáciles. Antes todas las fincas tenían su pocillo y un alberquilla, y si salía un chorrillo de agua ahí lo metían y por la mañana ponía a regar un trozo y lo tapaban y luego por la tarde ponía a regar otro trocillo. Estaba todo aprovechado. Hoy es la que viene, no nos preocupamos de recogerla.*

E9. Hombre. 60-70años

La población local, acostumbrada a que haya agua para beber en muchos puntos de su territorio, no da crédito a la situación actual. De esta manera, cuando preguntamos a un pastor de Cáñar por la disponibilidad de agua en el entorno de su municipio en los últimos años, nos contesta lo siguiente:

*Malo, malísimo (...) mira aquí había un rodal que le llaman los Hundideros que ahí había agua por todos lados (...) para pasar con las bestias había que poner piedras y bueno, ahora si tienes que beber agua tienes que llevarte una botella y en todo eso no hay una gota.*

E7. Hombre. 70-80años

*Tu escucha hablar a la gente mayor de antes, y escucharás decir, aquí había una alberca, aquí había un fuente, aquí salía agua, aquí nos llenábamos el pipote cuando íbamos a hacer no sé qué.*

E1. Hombre. 30-40años

Las condiciones de sequía de algunos años, o la falta de regantes que colaboren en las imprescindibles tareas comunitarias de limpieza que se realizan anualmente para eliminar la vegetación que ha crecido dentro de la acequia, la hojarasca o las piedras interceptadas y depositadas en la acequia, hacen que los pocos regantes que quedan requieran de soluciones urgentes que les posibiliten seguir regando. Ya que la comunidad no es capaz de reunir el esfuerzo anual suficiente para mantener algunas de las acequias (el flujo F0a es insuficiente. Figura 1). Por ejemplo, en las últimas décadas se han hormigonado algunas acequias, como la Acequia Grande de Cáñar, ya que después de dos años de sequía (1994 y 1995) el caudal disponible era tan bajo que el agua se perdía antes de llegar a la alberca. Eso fue lo que motivó su pavimentación que se realizó de forma discontinua, alternado un tramo de 6 metros de hormigón, con los siguientes 6 metros de losa de piedra para permitir la infiltración, y así sucesivamente. En otros casos se han colocado mangueras paralelamente al recorrido de las acequias para poder seguir regando aunque ésta deje de funcionar.

*A partir de hacer eso, esa poca cantidad de agua te llega al final. Que no es eso, sino vamos a poner algo paralelo para prevenir años que sean secos... ¿qué haces? ¿lo dejas todo que se seque? ¡No! pues vamos a tenerlo preparado esto. Ahí no se ha perdido nada, ni fuentes ni nada...*

E2. Hombre. 30-40años

En el caso del mantenimiento de la acequia de Barjas, expuesto en la introducción de este trabajo, se tuvo que recurrir a un grupo externo a la comunidad para reunir la capacidad de trabajo (FOa en la Figura 1) necesaria para recuperar la acequia, que después de más de dos décadas sin funcionar requirió mucho más esfuerzo comparado con el mantenimiento rutinario anual.

*La acequia tiene que estar funcionando siempre. Si no me estoy hipotecando el futuro. Esa acequia en el momento que hubo cuatro o cinco personas se dejó de usar, pero es que 20 años después ha tenido que venir un grupo de fuera que les preocupe eso y entre todos sacarla, si no esa acequia no se hubiera sacado, seguro. Entonces que se mantenga, porque con el hecho de seguir manteniéndose se va a seguir utilizando. Porque una cosa si se utiliza se mantiene y una cosa te lleva a la otra. Entonces te condiciona. Otra cosa es quien la mantiene y quien no la mantiene. Si la puede mantener la gente que la está utilizando es lo perfecto.*

E1. Hombre. 30-40años

Aunque ellos ven la ayuda externa como una debilidad para el mantenimiento del MAT (Figura 1), sobre todo y en concreto por las discontinuidades que presenta la ayuda institucional.

*El parque también sacó una parte de la acequia de la Era Alta. Eso también hay que decirlo. Pero esa acequia hasta que no hemos llegado otra vez nosotros, la comunidad de regantes y la ha vuelto a poner en funcionamiento, porque era mucho más fácil carear el agua allí arriba en lo alto. Carear el agua porque te está saliendo más abajo. Es verdad que esa acequia si no la hubiera sacado el parque estaría abandonada seguramente. Prácticamente toda (...) Pero ha sido el proyecto también de ellos de un año, el año que se sacó y si te he visto no me acuerdo.*

E2. Hombre. 30-40años

### Acequias y acervo genético

La contribución de los agroecosistemas tradicionales al mantenimiento de la biodiversidad en general es indudable, ya que esto es una de las principales características que los definen (Gliessman 1998; Altieri 2004). En concreto los sistemas tradicionales de riego, como se desprende del anterior capítulo, suponen un aporte de humedad extra que permite el aprovechamiento agrícola. Pero no sólo, ya que además dada la ubicación de estos cursos de agua, en el interfaz agrícola/"ecosistema natural" modifican las condiciones ecológicas no sólo de los campos de cultivo, sino de las zonas adyacentes y de las laderas en general, al aumentar la superficie de zonas húmedas (atributo de localización del agua) (Fernald, 2007), de forma que puede desarrollarse vegetación silvestre con mayor requerimientos hídricos (Jiménez Olivencia, 1990; Sbih et al., 1995) y constituyen corredores ecológicos transversales a la dirección de los ríos para flora y fauna, ya que como hemos visto buscan trazados de menores pendientes que éstos en la cuenca.

Tanto en la revisión bibliográfica, como en el trabajo de campo realizado, se han identificado tipos de vegetación sobre los que el sistema de riego tiene una influencia positiva, podemos agruparlos en bosques de roble (por confirmar) y/o castaños y vegetación edafohigrófila.

### **Biodiversidad cultivada**

De igual manera, como también es propio de los sistemas agrarios tradicionales y aunque no sea un tema central en este trabajo, cabe resaltar la importancia de la biodiversidad cultivada, resultado de la cuidadosa selección durante generaciones de campesinos, con el objetivo de producir alimentos y fibras de forma regular a lo largo de las generaciones y, por tanto, adaptada a las condiciones locales.

*Yo para mí que el centeno siempre era la variedad de aquí y la semilla se guardaba de año en año. (...) todo, las semillas eran de aquí, las patatas se cambiaban alguna vez que otra porque es un tubérculo que degenera mucho y entonces la de aquí la pasas a otro lado, a Lanjarón, entonces venían muchas semillas de Lanjarón.*

E5. Hombre. 70-80años

Aunque algunos de los agricultores más jóvenes se dediquen a recuperarlas.

*(Los manzanos) Ahora los últimos que he puesto este año quiero injertarlos de variedades locales antiguas (...) de manzanos viejos que quedan (...) algunos siguen todavía en labor pero están casi perdidos y otros que están abandonados pero ahí se mantienen todavía. A ver si añado 5 o 6 clases que he visto.*

E2. Hombre. 30-40años

En muchas ocasiones las semillas comerciales han sustituido ampliamente a las locales Lo que coincide con la dinámica mundial de pérdida de biodiversidad agrícola como una de sus causas principales, la sustitución de las variedades tradicionales por comerciales (FAO, 1996, 2009; Vara y Cuéllar, 2013)

*Frutales, arriba en la sierra la manzana, "Alcuzar""Camoisa" que se coge en navidades y te aguenta hasta este tiempo (3 de Junio) (...) Lo que hay del terreno es el tomate. El ajo sí que se sigue todavía guardando, de un año para otro, la cebolla depende de quién. Pero luego todo lo demás casi todo es de sobre comprado*

E1. Hombre. 30-40años

Así que el mantenimiento del acervo genético, depende en gran medida de que las semillas que lo contienen mantengan su capacidad germinativa que se degrada con los años, si las semillas no se siembran y se renuevan. Por tanto el abandono de la agricultura tradicional está directamente relacionado con el mantenimiento del acervo genético propio de la biodiversidad localmente adaptada.

*Ahí lo tienes (el maíz), hay que sembrar porque es que se pica, a los dos años ya resulta picado.*

E3. Hombre. 90-100años

### **Robledales y Castaños**

Los robledales y castaños son hábitats de interés general protegidos por la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, Anexo I). Y son denominados y codificados de la siguiente manera, según la normativa vigente (extraído de CMA, 2011):

92.30.- Robledales galaico-portugueses con *Quercus robur* y *Quercus pyrenaica*.

92.60.- Bosques de *Castanea sativa*.



Figura 36: Robles al borde de la acequia de Barjas (Izquierda). Castañar recién regado en junio, se aprecian los surcos que se hacen en el suelo para regar (Derecha).

Los robledales béticos del roble melojo o *Quercus pyrenaica* llamados así por su originalidad florística que los hace característicos y los diferencia de los robledales de otras zonas de España, son formaciones bastante raras en esta zona de la península ya que tienen unas necesidades ecológicas, tales como suelos neutros o ácidos, altitudes elevadas, umbrías, mínimo de precipitaciones estivales y/o anuales. La zona donde se encuentran mayormente representados en el sureste peninsular es el macizo de Sierra Nevada y dado que muchas de las masas se encuentran en etapas de regeneración no presentan estrato arbustivo, pero sí una orla espinosa en la que podemos encontrar al endémico cadeso, llamado localmente rasca (*Adenocarpus decorticans*) así como diferentes especies de piornal (*Cytisus scoparius*, *Cytisus grandiflorus*), la madreSelva (*Lonicera arborea*) y el abracejo (*Berberis vulgaris* subsp. *Australis*) que, además de acompañar al roble, también pueden formar parte de etapas de sucesión anteriores. La siguiente etapa de sucesión está integrada por un lastonar alto (*Festuca elegans*, *Holcus glanatus* y *Dactylis glomerata*), un jaral (*Cistus, laurifolius*, *C. salviifolius*, *Halimium umbellatum* subsp. *Viscosum*, *Thymus mastichina*, *Dorycnium pentaphyllum*) y finalmente un pastizal (Blanco et al., 2005). Durante el trabajo de campo y las entrevistas se ha constatado que los agricultores locales conocen el funcionamiento de las etapas de sucesión y muchos de los taxones de cada una de ellas, junto con los usos potenciales que tiene.



Figura 37: La endémica *Adenocarpus decorticans* al lado de la acequia de Barjas.

El robledal de Cáñar, se encontraba históricamente adhesionado y tiene ciertas particularidades, como su régimen de propiedad basado en una figura histórica en la que los robles o el vuelo son propiedad pública, del Ayuntamiento de Cáñar y el suelo de las parcelas es privado, de propietarios particulares en su mayoría. Hasta los años 50 se subastaba la bellota del robledal, constituyendo esta práctica una gran fuente de ingresos para el ayuntamiento. La interpretación de esta figura legal histórica de modelo de propiedad está causando problemas de entendimiento entre instituciones y con los propietarios que dificultan la gestión, pero son problemáticas que se escapan al ámbito de este trabajo. En la actualidad, debido al abandono de las labores agrícolas que ocupaba gran parte de las zonas del robledal, que como hemos dicho estaban adhesionadas, éste se encuentra en fase de expansión, sobre todo en las estaciones más altas, a pesar de la sensibilidad que presenta este taxón a los suelos degradados. No obstante en las zonas más bajas se registró cierta regresión debido a cierta expansión de zonas de cultivo, aun en la segunda mitad del S.XX (Camacho et al., 2002). Aunque como se encuentra en su límite ecológico y uno de los principales factores limitantes es la aridez, el hecho de que las acequias dejen de funcionar o se entuben puede llegar a afectar al desarrollo del robledal por desaparecer el efecto de humectación que tienen en los suelos de su área de influencia, pero esto es una hipótesis que está sin confirmar científicamente; aunque desde el Observatorio del Cambio Global de Sierra Nevada se está trabajando en ello.

Existen otros factores pueden estar incidiendo en la buena salud del robledal de Cáñar y también están más o menos directamente relacionados con la gestión antrópica, por un lado las plagas y enfermedades (puede tener una relación indirecta con la gestión antrópica) y por otro la falta de labores culturales tradicionales en el robledal (por razones obvias tiene una relación directa con la gestión antrópica):

*En aquella época quedaban cuatro robles, en los lindes de finca y demás ¿vale? A los robles le pasa lo mismo que a la encina que cuando crece en espesura produce menos que cuando se le da algún tipo de tratamiento con la copa abierta, como pasa en las dehesas. Pues a lo mejor en aquella época pasaba eso, se abandonó la agricultura y el robledal se ha densificado. Entonces, que la falta de producción de robles se deba a una plaga, lo dudo mucho, o que haya incidido. Bueno, pues a lo mejor, las plagas que hay aquí son un complejo de varios insectos entre los que está la *Lymantria*, la *Tortix* y otra serie y puntualmente una especie cíclica, hay defoliación intensiva y ese año no hay producción de bellotas, entre otras cosas por la defoliación. Pero los años que no lo hay ¿por qué ya no produce el robledal? ¿Quizás porque ya no está en un óptimo ecológico de la especie? ¿Es un bosque relicto? Ahí sí que hay muchos estudios en marcha, y a lo mejor algún día podemos tener resultados*

E8. Hombre. 30-40años



Figura 38 Monte bajo de encinas abandonado (izquierda) y con las labores culturales pertinentes (derecha) según el juicio el entrevistado E4 (Hombre. 60-70años) en una salida de campo.

En el caso de los castaños (*Castanea sativa* Miller), es un taxón que fue reintroducido, probablemente en época romana (Camacho, 2002) en la región y en otras zonas es relicto proveniente de laurisilvas terciarias (Blanco et al., 2005) y acompaña en ocasiones al robledal en la zona de estudio. Parece más evidente que el abandono de los riegos ha hecho que se sequen los castaños situados en el centro de las parcelas, mientras que los que se encuentran cerca de las acequias que aun funcionan o de los barrancos han sobrevivido (Jiménez Olivencia, 1990). Lo cual es lógico debido a que por su mayor necesidad de agua necesita ser regado en las condiciones ecológicas de la región que nos ocupa.

Los castaños en Cáñar, además de por la escasez de agua y cuidados también se ven afectados por la tinta (*Phytophthora cinnamomi* Rands), un hongo que pudre a las raíces:

*Sí, hay algo de tinta. Nosotros tenemos un castañar que esos son nuevos, luego sí de los castaños que había de antes, de los antiguos, que estaban en las orillas de los bancales, pero luego en el medio de los bancales no se ponían castaños. Se supone que la tinta va con las labores del campo, va en las rejas del arado el hongo.*

E1. Hombre. 30-40años

Hay zonas donde no se toca nada y en dos semanas se te seca un castañar. Hay zonas donde ataca solo a alguno, no va parejo, va todo...

E2. Hombre. 30-40años

### **Vegetación edafohigrófila**

Según el PRUG del PN de Sierra Nevada la flora higrófila en Sierra Nevada ocupa el 2,01% de la superficie total del Parque Natural, 1737 ha. Los sistemas de riego tienen, indiscutiblemente, un impacto positivo en la biodiversidad vegetal ya que crea gradientes de humedad que permiten el establecimiento de vegetación una variada vegetación edafohigrófila<sup>1</sup>, muy similar a la vegetación ligada a los cursos naturales de agua. La flora ligada a las zonas húmedas corresponde a una parte muy importante de la riqueza de especies presente en Sierra Nevada, se estima que un 22% de los 2100 taxones existentes entran dentro de esta categoría. De la misma manera muchas de las especies en peligro de extinción de Sierra Nevada (39 de las 125 presentes), están ligadas a esas condiciones y 18 de esas 39 dependen del manejo humano del agua (Lorite, 2010). En las acequias podemos encontrar gran variedad de este tipo de formaciones, de gran importancia ecológica tanto por la flora como por la fuente de alimento que constituyen para la

fauna. Posibles cambios en la gestión del riego, como el abandono de los careos, la impermeabilización de los cauces u otro tipo de amenazas como el sobrepastoreo, la contaminación o la disminución de la cantidad de agua debida al cambio climático, se identifican como las principales amenazas de este tipo de vegetación. Esto se debe a que una disminución del gradiente de humedad presente conlleva la evolución de estos sistemas hacia eriales, formados por especies colonizadoras sin interés ecológico (Íbid, 2010) que en ocasiones puede tener cierto carácter pirófito, como los pinares o ciertos tipos de matorral mediterráneo como los aulagares o jarales propios de la vegetación de montaña mediterránea (Moreno, et al. 2011). En el ANEXO 1 podemos consultar en una tabla aquellas comunidades edafohigrófilas presentes en Sierra Nevada que tienen relación con el sistema de riego u otras modificaciones o prácticas de origen antrópico.

La limpieza anual de los cauces en las zonas agrícolas, que asegure un correcto funcionamiento del flujo de agua en las acequias, es una de las operaciones de mantenimiento de la red de acequias más trabajosas que se han realizado, históricamente, por las comunidades locales de regantes, hermandades de labradores, etc. En nuestra zona de estudio, la escasez de regantes a finales del Siglo XX dificultó la tarea hasta tal punto que fue motivo de abandono de algunas de las acequias más importantes, como la de Barjas o la de la Era Alta, que han dejado de funcionar durante casi una veintena de años (entrevistas). No obstante, cabe destacar que para que se haya conservado toda esa riqueza de especies, esta tarea se ha debido realizar, o bien con conocimiento, respeto y consideración deliberados hacia la misma, o bien, de forma inintencionada esa práctica no era perjudicial para la flora. En cualquier caso, si consultamos el PRUG, podemos ver que *a pesar de la alta fragilidad de estas áreas frente a la acción antropógena (en particular a la contaminación química) poseen una importante capacidad de recuperación, por lo que admiten determinados trabajos silvícolas sobre la vegetación riparia en el contacto con zonas de cultivos, o la limpieza de los cauces de acequias realizados a la manera tradicional.*

De hecho, algunas de estas plantas se mantenían por el uso que se les daba o el servicio que prestaban. Por ejemplo, la madera de los álamos con la que se hacían techados, la madera de los almecees para hacer todo tipo de utensilios (Guzmán y Navarro, 2010), las rascas que crecían cerca de las acequias se utilizaban para hacer cestas.

*¿Las rascas te digo para que se gastaban? Para hacer canastos. Venían los gitanos de Lanjarón y de Órgiva y se ponían, y las rascas tienen unos tallos así de largos, y los tajaban los pelaban y se los llevaban (...) muchos cestos y de todo. Yo me acuerdo cuando era pequeño que por la Acequia Grande y por ahí había siempre un chorro de gitanos por ahí pelando rascas, para hacer canastos.*

E4. Hombre. 60-70años

*(...) le sacaban la piel y la maderilla, una maderilla blanca así muy... y con esa maderilla ya hacían lo que querían.*

E3. Hombre. 90-100años



Figura 39: Flora edafohidrófila al borde de la acequia de Barjas.

La toma de conciencia en cuanto a los Servicios Ecosistémicos, que producen los sistemas de riego hace evolucionar las posiciones de algunos alpujarreños en relación a ciertos temas que plantean problemas complejos de abordar y resolver correctamente, como la modernización de los riegos:

*Yo hace unos cuantos años, sí que te diría que todo pavimentado, todo cementado y todo entubado, porque mi pensamiento y el objetivo era el aprovechamiento de agua para riego. Entonces el agua no se puede perder ni una gota. Queremos llevar una gota de aquí a cinco kilómetros más allá, no se puede perder por el camino nada. Pero ahora mismo te diría unas sí y otras no: Todas las que son de vega, abajo, en el pueblo, esas pues probablemente sí, por tramos y las que estuvieran peor. Las de la sierra no. Porque las de la sierra lo que estamos viendo, o por lo menos desde que estamos metidos aquí en el tema este, es todo lo que estamos escuchando de los beneficios y todas esas cosas. Pero tú eso díselo a... a cualquiera que se lo digas te va a decir que todo cementado estará mejor, pero porque nuestro único objetivo es el aprovechamiento de agua para el riego.*

E1. Hombre. 30-40años

## SERVICIOS DE REGULACIÓN

### Las acequias y su impacto en el ciclo hidrológico

Los agricultores advierten que cada vez nieva menos y hace menos frío y por tanto hay menos cantidad disponible de agua. Lo cual ha sido, en parte, científicamente contrastado desde el Laboratorio de Ecología Terrestre de la Universidad de Granada, demostrando que en los últimos 8 años hay una tendencia al descenso del periodo de nieve en Sierra Nevada por año hidrológico (Bonet y Cayuela S/F).

Según estudios del CEAM, dirigidos por el Millán, los usos del suelo tienen más conexión con el clima y en concreto con las precipitaciones de lo que cabría esperar. En sus análisis han considerado tres fuentes de precipitación, por su importancia en el ámbito mediterráneo, *los frentes atlánticos, las tormentas convectivo-orográficas de verano y la ciclogénesis mediterránea, de las cuales las dos últimas están dominadas por retro-alimentaciones entre los usos del suelo, la atmósfera y el Mar Mediterráneo* y llegan a representar en la zona Sur del Continente europeo el 75% de las precipitaciones (Millán, 2010)

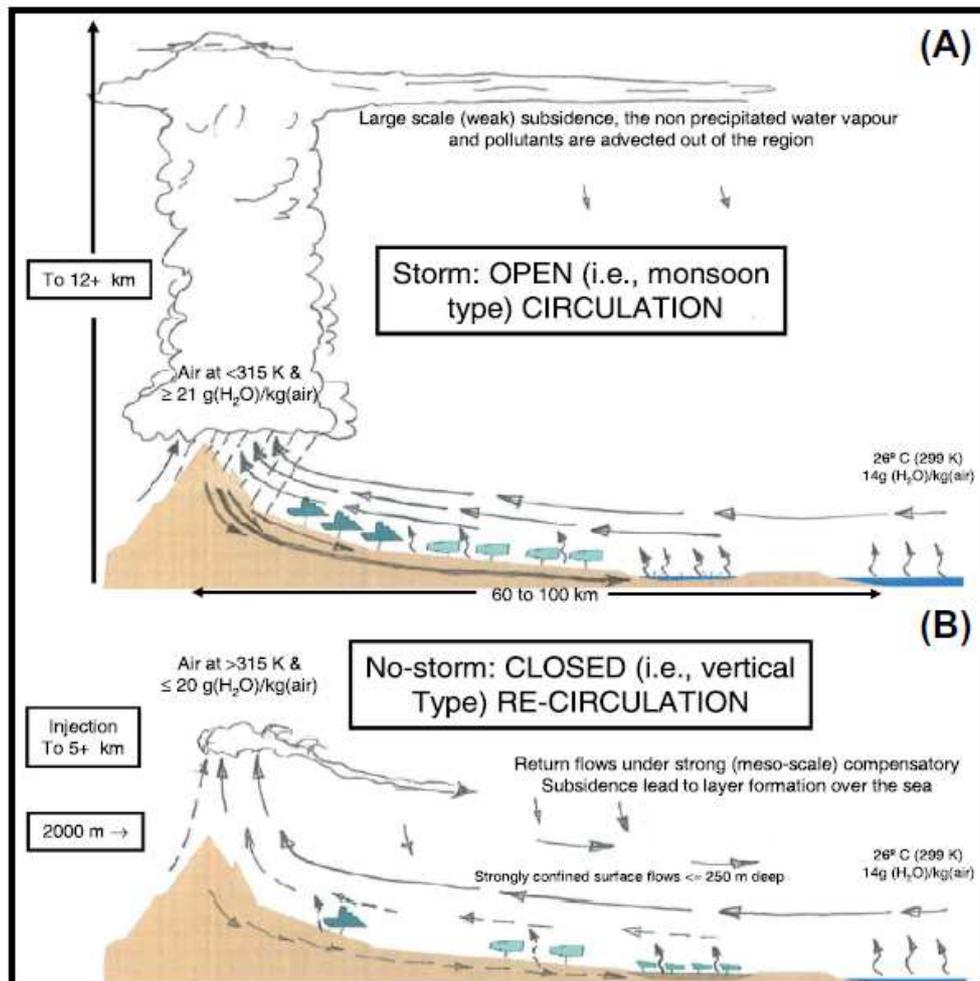


Figura 40: El ciclo de tormentas convectivo-orográficas de verano en las costas del Oeste del Mediterráneo. Nótese que el agua evaporada en las costas precipita en el interior y así, el ciclo real del agua incluye la humedad del suelo, los marjales, el flujo de los ríos y los acuíferos que alimentan los marjales costeros (Millán, 2014).

La forma en que los cambios en los usos del suelo afectan es, básicamente, aportando mayor o menor cantidad de agua evaporada a la atmósfera. La brisa marina entra del Mar Mediterráneo, con ciertas características de temperatura y humedad (14g H<sub>2</sub>O/kg de aire y unos 26°C) de forma que circula primero sobre las zonas costeras de aluvión, con zonas irrigadas y húmedas y posteriormente por las laderas, donde se combina con los vientos de ladera, denominándose brisa combinada. En su ascenso va cargándose de humedad a causa de la evapotranspiración que tiene lugar en el medio terrestre, de forma que aumenta la cantidad de humedad que contiene y se enfría por el ascenso. Si durante ese proceso el aire llega a alcanzar las condiciones necesarias para que se cree la tormenta (unos 21g H<sub>2</sub>O/kg de aire y 20°C) el agua precipitará, de forma que una parte del agua que se evaporó retorna al territorio de origen. En cambio, si la masa de aire supera la altitud de las montañas, debido a que no se ha acumulado la cantidad de vapor de agua por evaporación, se cruza el umbral crítico o *tipping point*, la tormenta ya no se forma, no precipita y la masa se acumula en estratos junto con otros componentes, que suelen ser contaminantes atmosféricos, sobre el mar a unos 4500 m de altitud (Millán, 2010; Millán, 2012).

Por estas razones el desecado de los marjales, el sellado de los suelos costeros debidos a usos urbanos o industriales, la deforestación de las laderas y en definitiva cualquier cambio que conlleve a aumentar la temperatura (como el sellado del suelo para su urbanización) y/o a disminuir el agua que se evapora (como el abandono de los regadíos tradicionales en Sierra

Nevada), puede en pocos años disminuir la cantidad de agua disponible en una cuenca. De manera que lo más recomendable para mantener el agua recirculando es mantenerla donde pueda ser reciclada según los ciclos naturales, por ejemplo dejar que se evapore en la misma cuenca (Millán, 2012).

Según las palabras del propio Dr. Millán en su monográfico *Sequía en el Mediterráneo e inundaciones en el Reino Unido y Centroeuropa (2010)*, estos hallazgos invitan a re-pensar las políticas de gestión del agua a nivel europeo:

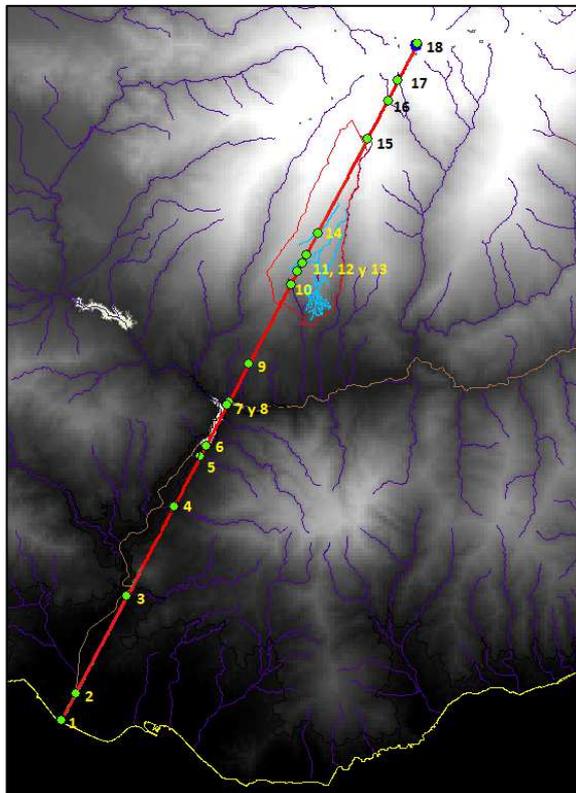
*“Finalmente, los cambios de uso del suelo parecen jugar uno de los papeles más importantes en la pérdida de tormentas de verano, el paso a un sistema más cerrado con recirculaciones verticales más frecuentes, y la cantidad de agua que se recicla en la cuenca mediterránea. Estos hallazgos, y las preguntas que plantean son críticas para las políticas del agua en la Unión Europea ya que: 1) la precipitación tiende a considerarse como un recurso dado sin considerar su(s) origen(es); 2) la desagregación de los componentes de la precipitación no se hace en los estudios tradicionales del clima y/o del ciclo hidrológico; y (3) los procesos de retro-alimentación, que controlan el reparto de los componentes de la precipitación y el reciclado de agua en la cuenca no se pueden simular adecuadamente en los modelos climáticos utilizados para evaluar los futuros escenarios del agua en Europa. Por lo tanto, las decisiones sobre el futuro del agua en Europa y, particularmente, cuándo se toman y en base a qué conceptos, pueden ser totalmente erróneas y tener consecuencias catastróficas en el Sur de Europa. En este informe se presenta una síntesis de las evidencias que justifican estas opiniones (...) Lo que debe quedar claro es que si los mecanismos, sus secuencias y sus retro-alimentaciones no están incluidos en los Modelos Climáticos Globales éstos no pueden simular sus efectos climáticos. Ni deben los modeladores clamar que son capaces de simular situaciones promedio (ni ensembles ni cualquiera que sea el promedio) por el simple hecho matemático de que ningún modelo puede obtener promedios de mecanismos que no están incorporados en el modelo. Un ejemplo significativo es que el 4º Informe del IPCC habla de un aumento de sequía en el Centro y Este de Europa, cuando el efecto contrario, esto es, grandes inundaciones a lo largo de la divisoria continental europea, es más probable (ya está ocurriendo)”.*



Figura 41: Tormenta de principio de verano en Cádiz.

En la siguiente imagen, tabla y figura vemos el perfil del terreno desde la desembocadura del Río Guadalfeo en la parte más baja de la cuenca, a la parte más alta de la misma representada por uno de los picos más altos y emblemáticos del macizo, el Veleta. Se observa que el entramado de acequias con las que intersecta el perfil realizado (y otras cercanas con las que no intersecta) vienen a densificar la red fluvial y de masas de agua de forma que aumenta la zona húmeda por los riegos, las pérdidas del sistema, los careos y sus efectos. Éste aumento de la localización de la humedad contribuirá a su vez al desarrollo de una vegetación con mayores necesidades hídricas y por tanto a un aumento de la evapotranspiración, cargando de humedad

a una hipotética masa de aire ascendente y procedente del mar a lo largo de los 40 kilómetros de ascenso, contribuyendo a la acumulación (o no) de la suficiente humedad (al menos 21 gr H<sub>2</sub>O/kg aire) antes de que se cruce el umbral crítico y se pierda la posibilidad de formar la tormenta.



Nº	Descripción	Altitud (m)
1	Río Guadalfeo	0
2	Río Guadalfeo	10
3	Rambla del Escalate	80
4	Bco de las Víboras	184
5	Bco del Algarrobo	269
6	Embalse Inicio	245
7	Embalse Fin	245
8	Río Guadalfeo	240
9	Barranco de la Chuca	547
-	Límite Sur Cañar	1093
10	Río Sucio	1148
11	Acequia Nueva	1494
12	Acequia de las Cañadas	1635
13	Acequia Grande	1690
14	Acequia Era Alta	1874
-	Límite Norte Cañar	2660
15	Río Chico	2703
16	Río del Toril	2378
17	Arrollo Pellón Colorado	2721
18	Pico Veleta	3396

Figura 42: El segmento (en rojo) delimita el perfil topográfico de la siguiente figura. Comienza en la desembocadura del Río Guadalfeo y finaliza en el Pico Veleta, intersectando con diferentes ríos (en morado), un embalse (verde claro) y acequias en la zona de estudio (azul claro). Fuente: Elaboración propia a partir del MDT25 del IGN ([www.ign.es](http://www.ign.es)), el mapa Hidrografía del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente ([www.rediam.es](http://www.rediam.es)) y los datos de las acequias aportados por la comunidad de regantes.

Tabla 11 Puntos de intersección entre el segmento que delimita el perfil con los cuerpos de agua presentes.

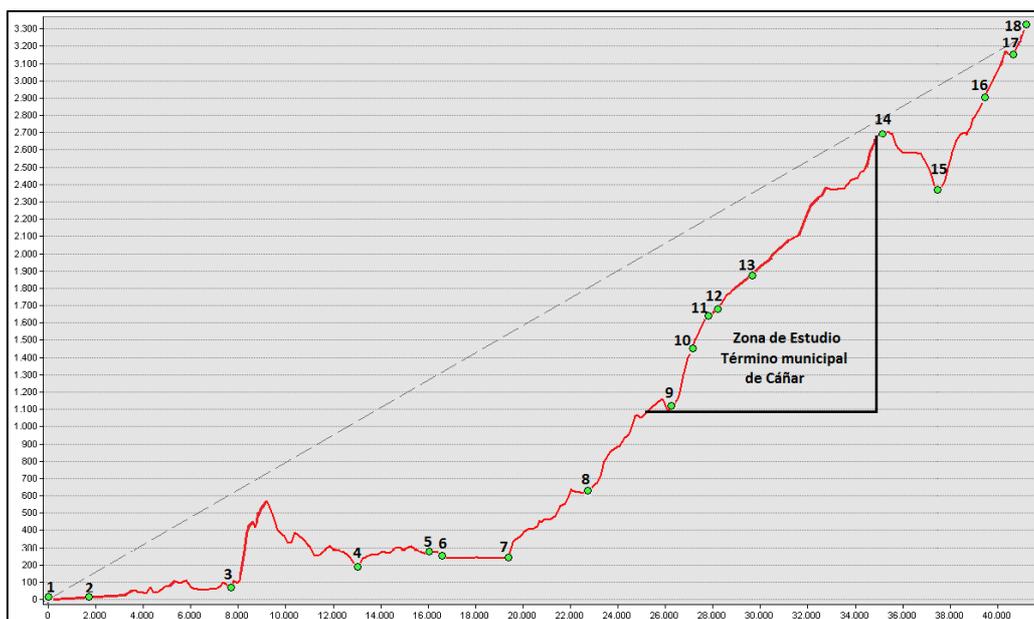


Figura 43: Perfil topográfico del terreno definido por la imagen y la tabla anteriores.

Según estos estudios, parece lógico pensar que, por la magnitud de los sistemas de riego tradicional en Sierra Nevada, los careos y en general los regadíos tradicionales, puedan o hayan podido tener que ver en la retro-alimentación del ciclo hidrológico, ya que, como hemos dicho, han sido diseñados para prolongar el tiempo de flujo y la localización de la humedad, incluso a lo largo del verano que por definición, en los climas mediterráneos es seco. Esto aumentaría la evapotranspiración, con lo que es más probable que se formen tormentas, cerrándose el ciclo de la manera que se ha expuesto. Esto que avala las prácticas convencionales de riego en las que se utilizan grandes cantidades de agua como en el macizo de Sierra Nevada o en la Vega de Granada, que en parte se infiltran y/o se evaporan, y que por tanto, en ocasiones, se considera que se desperdician. Por otro lado dichos resultados, contradicen fuertemente la idea dominante, en el mundo de la agronomía y la ingeniería, que relaciona el ahorro de agua mediante la utilización de riego localizado, al menos como axioma incuestionable para todos y cada uno de los casos. Ya que, según la lógica anteriormente explicada, a parte otros servicios, el agua evaporada estaría contribuyendo a la formación de tormentas de los tipos, convectivo-orográficas de verano y la ciclogénesis mediterránea, que generan nada menos que el 75% de las precipitaciones y por tanto aumentando la cantidad de agua disponible en el macizo.

En las siguientes imágenes, aunque no son inventarios exhaustivos, podemos ver la amplia distribución que tienen los regadíos tradicionales, en el ámbito de Sierra Nevada. No obstante, es necesario remarcar que es necesario inventariar de forma más exhaustiva los sistemas de acequias de la región, si queremos llegar a comprender el alcance de este y otros efectos que la introducción de este tipo de infraestructuras y de prácticas producen en el ambiente. Nótese que en Cáñar, el inventario de acequias aún no está acabado, ya que tan solo disponemos de un mapa de trazados exhaustivo de las acequias comunitarias de la zona de la Vega, que podemos ver en la parte Sur del municipio si observamos en la Figura 17; sin embargo en el ANEXO II, vemos que hay prácticamente 38km inventariados, por lo que cabe esperar que a nivel de Sierra Nevada, los datos reales también sean mucho mayores.

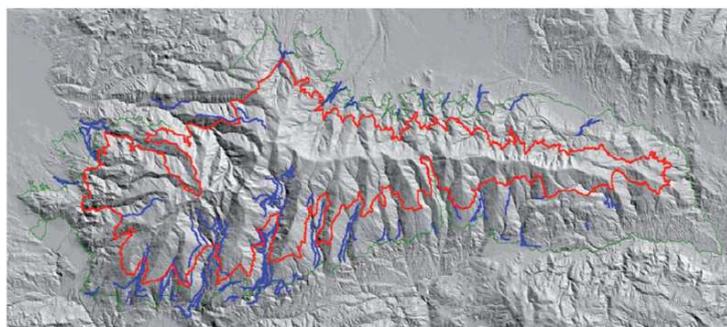


Figura 44: Distribución en Sierra Nevada de las acequias de riego (412,5 km) señaladas en trazo azul (Fuente: Guzmán y Navarro, 2010)

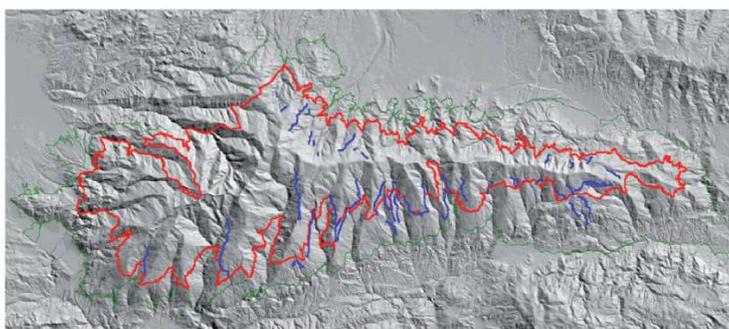


Figura 45: Distribución en Sierra Nevada de las acequias de careo (142,5km) señaladas en trazo azul. (Fuente: Guzmán y Navarro, 2010)

## Regulación morfosedimentaria. El aterrazado de las laderas

Las modificaciones que se realizan en los suelos agrícolas y en su cobertura disminuyen la capacidad que original de éstos para retener los suelos que están en pendiente alterando su funcionamiento geomórfico. La consecuencia es que el sistema se vuelve deficitario, ya que el efecto de la erosión prevalece sobre el de la sedimentación. Debido a la vocación de permanencia de la agricultura tradicional, para evitar la pérdida de suelo se ha procedido históricamente al aterrazamiento de las laderas, uno de los más antiguos y ampliamente utilizados procedimientos para evitar pérdidas de suelo y agua en todo el mundo (Dorren y Rey, S/F). Consiste básicamente en reducir transformar la ladera dividiéndola en pequeñas secciones en pendiente, intercaladas con zonas horizontales, en las que supuestamente no hay erosión. Con lo que el aterrazamiento, técnicamente incide en la erosión debido a la disminución de la longitud de declive efectivo de la ladera, por su división en tramos de menor longitud. De modo que si el diseño de la terraza y los drenajes son adecuados se consigue una sedimentación igual o superior al 80% (González, 1991).

Los principales objetivos son interceptar la escorrentía superficial y fomentar su infiltración, con lo que también se contribuye a incrementar la saturación del suelo (Gallart et al., 1993) y a reducir los caudales punta de los ríos (Dorren y Rey, S/F). El aumento de la infiltración que producen las terrazas viene a reforzar el aumento de la misma que produce el sistema de riego, lo que contribuye a su vez a la modificación de los atributos de calidad y tiempo de flujo del agua generada por el sistema. Estas transformaciones suelen acompañar a los sistemas de regadío tradicional por el motivo adicional de que al funcionar por gravedad no son operativos cuando se encuentran en pendiente, como en la zona de estudio; pero en general se realizan con los objetivos ya comentados, así que también es frecuente verlas en zonas de secano. El rango de pendientes en el que se ha realizado tradicionalmente el aterrazado en la cuenca del Mediterráneo va desde 10 a 50% de inclinación (Koulouri y Giourga, 2007). Desde la óptica conceptual de los servicios ecosistémicos, podría decirse que las terrazas son modificaciones realizadas para compensar el *trades-off* que se produce con el desarrollo de la agricultura entre los servicios de abastecimiento (de los productos cultivados) y de regulación (morfosedimentaria), al disminuir el funcionamiento<sup>1</sup> de retención del ecosistema originalmente presente en la ladera.

*Ahí había unas Hazas que se cultivaban, se puede decir unas Hazas sin bancaletes, (...) estaba aplanado, porque aquí todo es con inclinación (...) En vez de para abanclar que hablaríamos de un 15% de pendiente, ahí se hablaría de un 3 o un 4%. Es una pendiente que tiene una inclinación más débil.*

E5. Hombre. 70-80años

En gran parte de la zona de estudio encontramos suelos modificados por la mano del hombre. Algunas de las terrazas están protegidas por balates, muros de mampostería y otras no. Las segundas son denominadas hazas por la población local y están rematadas por una pendiente de tierra y piedras en la que podía dejarse vegetación leñosa que servía para alimentar al ganado y producir estiércol y cuyas raíces contribuían a sostener el terreno.

*(En la pendiente de tierra que remata las hazas) Se dejaba criar robles, rascas, lastones, es un monte que se utilizaba mucho para hacer estiércol. Entonces en todas esas pendientes y sitios menos fértiles, porque en las hazas que se hacían la tierra era más fértil y en las pendientes te encontrabas con cuatro pedrizas (...) entonces eso era*

*improductivo, ahí salía algún roble, dos rascas, entonces eso se queda como zona improductiva para la labranza, pero productiva para otras cosas, los animales.*

E5. Hombre. 70-80años



Figura 46: A la izquierda era rematada con balate de piedra parcialmente derrumbado y a la derecha haza rematada en pendiente de tierra. En rojo están marcados los perfiles.

Por otro lado, la capacidad de control de la erosión de esa vegetación dependía de la presión antrópica que se ejerciera sobre ella.

*Eso, ahí no había nada, hasta los años 1950 o 1960, eso lo hemos conocido el entrevistado E4 (Hombre. 60-70años) y yo, nada, todo labrado, y el monte incluso, lo que salía, eso era para los corrales para hacer estiércol. Entonces eso no sujetaba nada, eso en cuanto... sin embargo sí que sujetaba bien los incendios.*

E5. Hombre. 70-80años

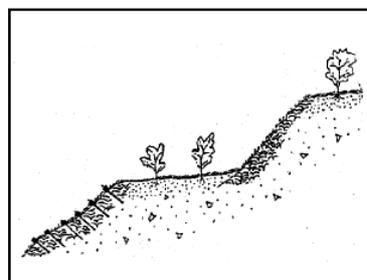
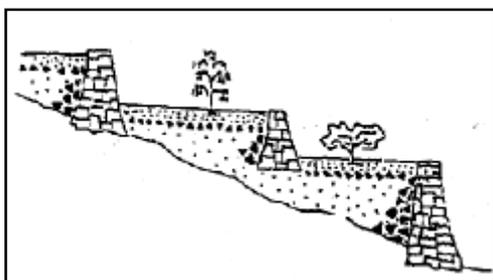


Figura 47: Representación gráfica de los dos tipos de terrazas que encontramos en la zona. Cada figura corresponde conceptualmente a su imagen superior. (Diseños de G. Branucci, G. Paliaga S/F)

Esta modificación constituye un nuevo equilibrio artificial y precario, que se sustenta gracias al esfuerzo de los campesinos de forma que inicialmente tiene lugar una gran transformación de la pendiente, que conlleva una cantidad ingente de trabajo y debido a la cual se alteran los procesos geomórficos que se dan naturalmente en las laderas (Branucci, y Paliaga, S/F), con los objetivos anteriormente explicados. Posteriormente el mantenimiento del equilibrio artificial requiere esfuerzos continuados de los propios campesinos, básicamente dirigidos a reparar rápidamente cualquier desperfecto, como los abombamientos y posteriormente deslizamientos y derrumbes que tienen lugar en los balates de piedra que sostienen las terrazas e incluso la recuperación y reposición de la tierra que se haya desmoronado. A menudo estas tareas se realizaban de forma comunitaria, mediante el intercambio de horas de trabajo entre campesinos que se denomina localmente tornapeón.

*Sí, y si alguien necesitaba ayuda de un peón, o pagaban o a tornapeón que se llamaba. Si yo llamaba a uno o dos para hacer un balate pues luego iba yo con él. No había dinero pero había que trabaja.*

*E6. Hombre. 70-80años*

La teoría dice que el abandono de la agricultura en las zonas mediterráneas con riesgo de erosión conlleva la recolonización de la ladera de vegetación natural y esto conlleva una disminución de la erosión, ya que mejoran algunas propiedades del suelo como el contenido de materia orgánica, estructura y por tanto la infiltración. En cambio existen evidencias de lo contrario cuando se abandona el mantenimiento de las terrazas de cultivo en ladera (Koulouri y Giourga, 2007). Con el abandono de la agricultura no hay campesinos que rehagan los balates, de forma que estos deslizamientos forman escarpes cóncavos y constituyen puntos de gran erodibilidad por escorrentía en regueros al salir el agua en dirección a la máxima pendiente, presentando tasas de pérdida de suelo incluso superiores a las existentes previamente al aterrazado. Entre las causas que generan los derrumbes podemos encontrar, riegos demasiado abundantes o fuertes lluvias, de forma que la terraza acumule más agua de la que puede retener y el pisoteo del ganado (Jiménez Olivencia, 1990; G. Branucci, G. Paliaga S/F; Koulouri y Giourga, 2006; González, 1991).

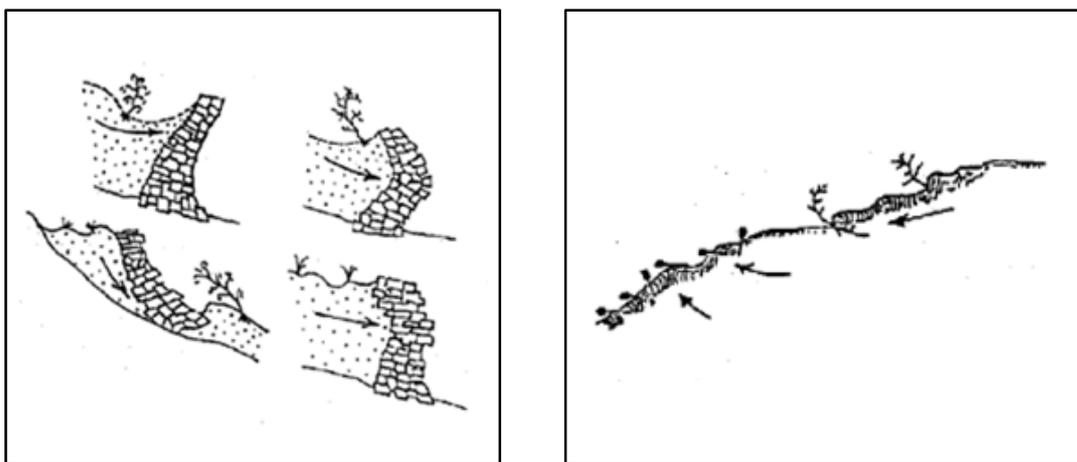


Figura 48: Representación gráfica de los tipos de síntomas previos al derrumbe (izquierda) y en las hazas (derecha). (Diseños de G. Branucci, G. Paliaga S/F)

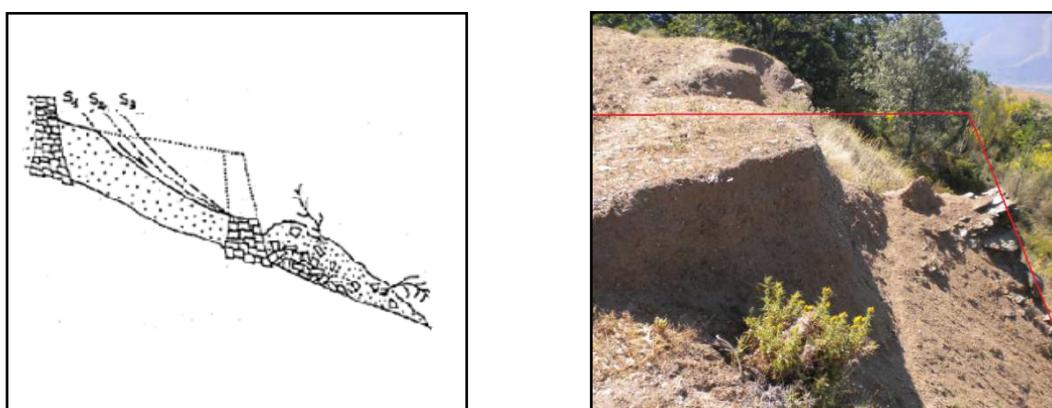


Figura 49: Representación gráfica de los efectos del colapso del aterrazado en los balates de piedra y tendencia de la ladera a recuperar la pendiente original (izquierda) Diseños de G. Branucci, G. Paliaga S/F Fotografía del proceso en Cádiz (derecha) En rojo está marcado el perfil de forma aproximada antes de derrumbarse.

Por lo tanto, el abandono de las zonas de agricultura aterrazada constituye una nueva interferencia en el sistema geomórfico (en los lugares en los que desaparece FOa Figura 1) y hay una tendencia a la recuperación del equilibrio natural, en el que la ladera tiende a recuperar su pendiente original. Esto se suma a que en muchas ocasiones no existe una vegetación con la suficiente fuerza para sostener el suelo, debido a la escasez de agua que limita la recolonización en zonas semi-áridas (García-Ruiz, 2010). La resultante es un incremento del riesgo geomórfico generalizado en la ladera, debido a que los desmoronamientos causan un efecto dominó y un aumento en la cantidad de sólidos suspendidos transportados por los cursos fluviales (G. Branucci, G. Paliaga S/F).

El abandono del mantenimiento de las terrazas supone un factor decisivo para el aumento de la erosión en función de la pendiente de la ladera según apuntan Koulouri y Giourga (2007), que encontraron que en las laderas con una pendiente similar al 25% había un aumento significativo de la erosión a causa del abandono de tales prácticas debido a los cambios en la cobertura vegetal y al derrumbe de las terrazas. Sin embargo en laderas de mayor pendiente (40%), aunque el abandono comporta cambios en la vegetación y en el suelo, el factor de la pendiente sigue siendo el más determinante, frente a los demás factores, incluyendo el cambio de uso (Koulouri y Giourga, 2007). En función de estos datos, vemos que en Cáñar hay una importante proporción de territorio sobretodo en la superficie históricamente regada, susceptible de provocar problemas de erosión por el abandono del mantenimiento de las terrazas (Figura 10).

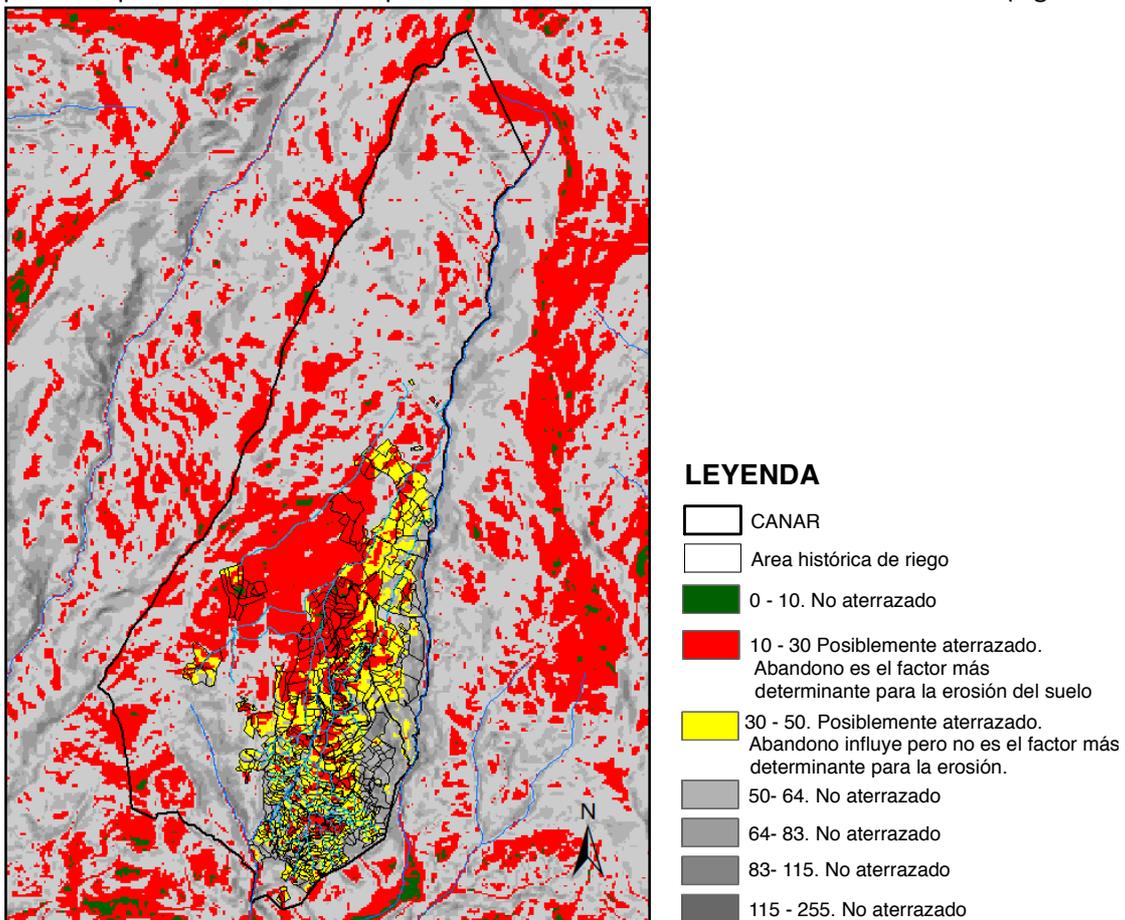


Figura 50: Clasificación de las pendientes de Cañar en función de su relación con la existencia de terrazas y la influencia del abandono de éstas en el aumento de la erosión. Escala: 1:45000 Elaboración propia a partir del mapa de la Figura 27: Rangos de pendientes en el término municipal de Cáñar en porcentaje. Escala: 1:45000. Elaboración propia a partir del MDT25 del IGN, [www.ign.es](http://www.ign.es)

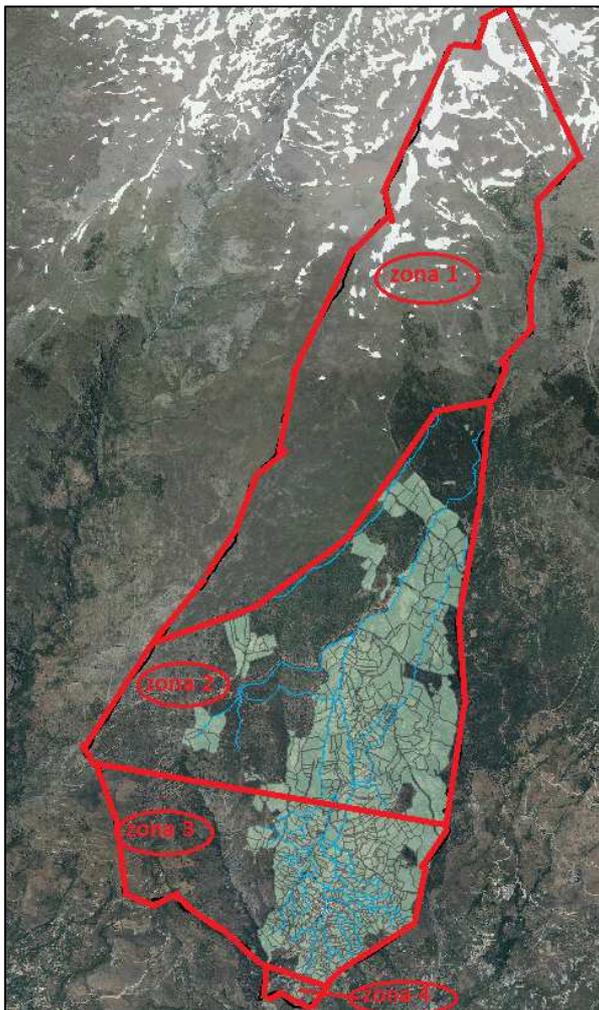
No obstante, como hemos visto en el capítulo de historia ambiental de la Alpujarra, ha habido momentos acompañados de graves procesos erosivos debidos a diferentes factores. Uno de ellos es el abandono de la agricultura, como sucede en la actualidad. Pero también debido al incesante ascenso de los cultivos en las laderas en terrenos que se encontraban sin aterrizar causados por un aumento demográfico en una sociedad basada en la agricultura de subsistencia, de forma que el MAT crecía, aunque por alguna razón no se invertía la capacidad de trabajo necesaria para aterrizar las laderas (McNeill, 1992; García-Ruiz, 2010).

*(....) Es que no dejábamos nada nada vacío, por todos esos campos, todas esas lomas, sembrábamos hasta allí, el robledal casi todo se sembraba también. Yo he sembrado en las lomas esas también y regaba de noche, había que regar de noche. Es que había mucha gente aquí y las fincas eran de los riquillos y los pobres teníamos que irnos a los perdidos y a los...*

E3. Hombre. 90-100años

Otros factores que podrían explicar los problemas erosivos en épocas pasadas y presentes, podrían ser ciertos aprovechamientos ligados al MAU, como la tala de arbolado forestal que ha tenido lugar en la historia de la comarca, las quemas en altura realizadas para la formación de pastos y el aprovechamiento de los matorrales y la orla espinosa (García-Ruiz, 2010), para forraje o como combustible para los hornos de pan que había en el pueblo; siempre que tales aprovechamientos no se realizaran los criterios correspondientes para minimizar el riesgo de erosión por escorrentía. Como ocurrió en el Siglo XIX, en el que aparentemente podría correlacionarse el corrimiento de tierras que conllevó la desaparición del vecino pueblo de Barjas (ver Capítulo Evolución histórica del paisaje), con el aumento demográfico que tuvo lugar en esas décadas y los consiguientes desequilibrios geomórficos, provocados probablemente por la suma de los factores comentados anteriormente. En cualquier caso el abandono de los aterrizados puede desencadenar procesos erosivos catastróficos (Gómez Sal, 2011).

El mapa de la adyacente se ha elaborado con la información extraída de las entrevistas y el trabajo de campo. Con su elaboración sólo se pretende un primer avance para, en posibles estudios posteriores, poder cartografiar los suelos aterrizados de la localidad y llegar a conclusiones más concretas para el caso de Cáñar, teniendo en cuenta también la información que nos aporta el mapa de la Figura 50. Podemos clasificar la transformación de los suelos en cuatro zonas diferenciadas, que corresponden en gran medida con el gradiente altitudinal, que obviamente tiene relación con el clima y con la capacidad agrológica de los suelos.



El mapa de la adyacente se ha elaborado con la información extraída de las entrevistas y el trabajo de campo. Con su elaboración sólo se pretende un primer avance para, en posibles estudios posteriores, poder cartografiar los suelos aterrizados de la localidad y llegar a conclusiones más concretas para el caso de Cáñar, teniendo en cuenta también la información que nos aporta el mapa de la Figura 50. Podemos clasificar la transformación de los suelos en cuatro zonas diferenciadas, que corresponden en gran medida con el gradiente altitudinal, que obviamente tiene relación con el clima y con la capacidad agrológica de los suelos.

Figura 51: Zonación de las transformaciones en los suelos en el término municipal de Cáñar, Escala: 1:45000. Realizada a partir de las entrevistas y el trabajo de campo. .

La **zona 1**, integra las zonas que los locales llaman Sierra y “Pelao”. Según uno de los entrevistados (E3. Hombre. 90-100 años) una acequia abandonada y algunas parcelas abancaladas en la zona llamada los Peraires que ahora se encuentran repobladas con pinos. Recuerda que había centeno sembrado y apunta que en esas fincas había que regar de noche y que eran de la gente más pobre, ya que los ricos tenían las fincas de mayor calidad. Esta zona abarca desde los 1845 msnm del punto más bajo de la acequia de la Era alta hasta el límite altitudinal superior de los cultivos que se encontraba a 2440 msnm (Bonet et al., 2014).

Uno de los entrevistados (E5. Hombre. 70-80 años) apunta que el centeno se sembraba en noviembre, antes de la invernada y luego se cubría de nieve y en primavera al derretirse aparecía el cultivo, por lo que este límite se superponía con la línea de la nieve.

En la **zona 2**: conocida como Sierra, se encuentra por debajo de la acequia de la Era Alta, entre los 1845 y los 900 msnm, encontramos tanto hazas como terrazas con balates. Obviamente, encontraremos suelos transformados con mayor probabilidad en las zonas del área tradicionalmente regada, en azul en el mapa (según los datos aportados por la Comunidad de Regantes de Cáñar).

En la **zona 3**: Es la zona de vega de Cáñar y registra las mayores pendientes, por lo que mayormente encontramos terrazas rematadas con muros de piedra. Sus límites altitudinales son 900 y 770 msnm.

**En la zona 4**: Es una zona con escaso interés agrícola, por lo que no es probable encontrar muchas transformaciones antrópicas en los suelos. Salvo una parcela que recoge la comunidad de regantes en su zona de riego. Su parte superior se encuentra a 770msnm y la inferior a 657 msnm, correspondiendo con el límite altitudinal inferior de la zona de estudio.



Figura 52: En esta imagen, obtenida a través de un taller de cartografía participativo podemos ver hasta donde llegaban las áreas de cultivo más altas en Cáñar (Fuente: Bonet et al., 2014).

## Prevención de desastres naturales. Incendios y avenidas.

En el caso de la prevención de incendios, es un servicio que se relaciona directamente con las acequias, esencialmente por los cambios en el tipo de vegetación, el mosaico del paisaje y por la presencia o ausencia de campesinos en el medio natural, que se producen necesariamente derivados de su funcionamiento o su abandono. Los incendios forestales han golpeado fuertemente el municipio de Cáñar en las últimas décadas (Bonet, et al., 2014). La aridificación que tiene lugar por el cambio climático forma parte de la explicación, pero el abandono de las parcelas agrícolas que son colonizadas por eriales y vegetación pionera de ámbito mediterráneo contribuyen a aumentar el riesgo de incendios. Más aun, teniendo en cuenta que el mosaico de cultivos-vegetación silvestre se está desdibujando por motivos obvios, el adehesado de los bosques es una práctica que desaparece y la humectación general de las laderas disminuye, de forma que se produce una homogeneización del paisaje y por tanto del combustible forestal (Martín et al., 1998).

*Yo me hice al lado de la finca, hace cuatro años o por ahí un cortafuegos, me limpié toda la parte de abajo y la parte de allá un barranco y estaba todo sucio y toda la parte de abajo, las fincas que hay abajo están todas llenas de aulagas (...) y al mes o por ahí pasó el guarda y dijo: ¿Qué has hecho ahí? y le dije: ¿no lo ves? ¿no está limpio? Y dijo él: tienes que sacar permisos, y le dije, ¡permisos ninguno! (...) Tampoco hay que cortar los árboles ni nada de eso, me entiendes, pero limpiar el montecito que tienen debajo pues...*

E2. Hombre. 30-40años

En líneas generales, el aumento de la continuidad tanto horizontal como vertical del combustible forestal, la cantidad de combustible hace que los incendios que se producen sean mucho más difíciles de detener. Aunque también hay otros factores que pueden haber influido y propiciado los incendios en la Alpujarra.

*Yo creo que, porque además es la parte que me toca, de incendios, soy ingeniero de montes (...) que antes había muchos más incendios, por el tema de vender la leña, de vender la madera y todo eso. Pero porque había esto (hace gesto que indica dinero con las manos) por detrás, y estaba involucrados guardería, ayuntamiento, y todo eso. Ahora hay menos incendios, pero los que hay son más grandes. Y ¿a qué se debe todo eso? Al abandono del campo, hay mucha más carga de combustible. Mucha más continuidad tanto horizontal como vertical.*

E1. Hombre. 30-40años

Llama la atención la imagen contraria que tiene la gente mayor del monte en Cáñar hace medio siglo, donde quedaba poco que quemar, ya que del MAU se extraía biomasa en grandes cantidades (flujo F2a en Figura 1).

*Sí, pero antes que había tanto ganado, hace 50 o 60 años no había tantas quemas, no había monte, estaba todo apurado. Toda la sierra sembrada, toda la vega y todo muy limpio. Es que todo había que traerlo, lastones, aulagas, los lastones para los corrales y las hojas del robledal, para los animales para que hicieran estiércol.*

E6. Hombre. 70-80años

La presencia de campesinos en la sierra que colaboren con las tareas de extinción también ha jugado un papel importante en ciertas ocasiones, dedicando esfuerzos a mantener tanto MAU, como MAC y MAT a través de los flujos F0a, F0b y F0c (Figura 1).

*El último fuego que metieron ahí, que ardió lo tuyo y todo eso. ¿Quién lo apagó? O ¿Por qué se apagó? Lo apagó la gente del pueblo porque fueron los que se metieron allí y fueron los que... El fuego no continuó porque pasaba por muchas zonas que todavía estaban cultivadas y labradas (...) Así se va cortando, poco a poco va perdiendo intensidad. Y se acaba cortando. Los medios de extinción cogieron y se fueron al Río a la carretera a esperarlo allí y la gente del pueblo se fue allí a pie de llama y lo apagaron. Trabajando y haciendo sus cosas y se terminó apagando. Hoy en día en ese mismo sitio, arde todo menos lo tuyo.*

E1. Hombre. 30-40años

El sistema de riego contribuye también en la extinción de incendios, ya que la balsa de extinción de incendios se recarga directamente con el agua de una acequia.

*Tienen un pantanillo ahí para cargar los helicópteros (...) Se recarga con nuestra agua, pero lo tienen muy bien arreglado, cuando se llena pues se vuelve otra vez a su sitio. Está muy bien, eso es una cosa buena para el pueblo, para el monte, porque cargan muy cerquita y a lo mejor hay una pila de helicópteros y lo apagan enseguida, es una cosa muy buena eso, porque no gasta agua.*

E3. Hombre. 90-100años

Por otro lado, el sistema de acequias al captar el agua del río constantemente reduce los caudales punta a la vez que asegura el caudal base, debido a la infiltración y los retornos, como ya se ha explicado (aumenta el atributo de tiempo de flujo). Por tanto, disminuye la probabilidad de fuertes avenidas que puedan ser destructivas:

*Cuando llega el mes de septiembre o primeros de octubre, el río lo coges y le dejas que entren un par de ramales. Para que si hay avenidas no te arroye (...) le dejas por tramos en la acequia la puerta abierta para que te entre a lo mejor un ramal o dos ramales, 30 litros por segundo o 60 y de ahí que no pase.*

E2. Hombre. 30-40años

## SERVICIOS CULTURALES

Los servicios culturales, son cada vez más demandados y apreciados por la sociedad moderna, mayoritariamente urbana, esto ocurre con más razón en el caso de los agroecosistemas en cuyo caso la unión entre cultura y naturaleza se hace todavía más evidente e ineludible (Gómez Sal, 2011).

### **Conocimiento ecológico local ligado al agua y a la biodiversidad cultivada**

En su tesis sobre el conocimiento local ligado al agua en la agricultura en la Alpujarra, Cristina Gálvez afirma que el saber local ligado al agua esta contextualizado territorialmente, ya que las normas culturales del reparto del agua, las personas de referencia en la comunidad de regantes, el recorrido y ubicación de las acequias, son aspectos que el agricultor deberá controlar para poder tener éxito como regante. Además abarca una amplia escala temporal y espacial le otorga un marcado carácter comunitario, que influye decisivamente en sus formas de construcción y adquisición (Gálvez García, 2015) de forma que es muy difícil o prácticamente imposible generar mediante experimentación, en un periodo razonable de tiempo, tal acervo de saberes y por

tanto constituye un bien en sí mismo a preservar. Un buen ejemplo de ello es el conocimiento del medio físico necesario para gestionar las acequias de careo, como los puntos de mayor permeabilidad, las épocas del año en las que carear o las fuentes o remanentes que se beneficiarán (Prados y Vahí, 2011). Tales conocimientos que se han ido creando y manteniendo a través de las generaciones, constituyen una de las claves para la gestión de la diversidad biocultural (Iniesta-Arandia et al., 2014) se pierden en el olvido al detenerse los flujos de información como consecuencia del abandono o la infrautilización del sistema.

En numerosas ocasiones los alpujarreños muestran su descontento ya que sienten que el conocimiento local no es suficientemente valorado por las instituciones y/o por la academia. En muchas ocasiones contraatacan descalificando el conocimiento científico y/o, que surge de los despachos desde donde se gestiona su territorio.

*Ellos nunca preguntan, hacen lo que ellos ven y ya está. ¿Es que un tío que dice que tiene tal carrera va a venir a preguntarme a mí? ¿a este muerto de hambre le voy a preguntar yo, teniendo yo un carrerón? es que ellos dicen, ¿un analfabeto qué me va a decir a mí que tengo una carrera? y un analfabeto de pueblo le da 40.000 vueltas a él en el campo.*

E4. Hombre. 60-70años

Por otro lado, el valioso acervo genético que comprende la biodiversidad cultivada adaptada localmente, lleva asociado un también valioso paquete de información útil y necesaria para su gestión (Acosta, 2007) y conservación que también se pierde con la el abandono de la agricultura tradicional, y a la vez se relaciona también con diversidad lingüística, cognitiva y paisajística (Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

### **Identidad cultural y sentido de pertenencia**

A parte de todas las consecuencias que se han detallado del abandono de los riegos a nivel de territorio, esto podría conllevar una pérdida de identidad cultural muy grande. En las zonas de regadío tradicionales las acequias son un elemento indispensable para la cultura local (Eastman et al., 1997 en Fernald, 2007). El agua tiene un gran valor en el imaginario alpujarreño, de forma que su presencia es difícilmente obviada y tiene un valor que va más allá de lo ecoproductivo, llegando a tener un significado tanto simbólico como sociopolítico, ya que en los últimos años su importancia en la economía local ha disminuido pero sigue manteniendo un simbolismo y una importancia como elemento estratégico (Gálvez García, 2015) y llega a lo afectivo. No obstante, sería necesario una profundización para determinar los procesos y mecanismos de pérdida de identidad. Aunque esto puede intuirse cuando hablamos con los alpujarreños y dicen “las aguas nuestras” con orgullo.

*(...)Mantener lo que ha sido tuyo de toda la vida. Eso es como si tienes tu casa, la tienes que arreglar, la tienes que pintar, arreglar la ventana que se rompe, pues más o menos lo mismo. Es tuyo y lo quieres mantener.*

E1. Hombre. 30-40años

La relación y el sentimiento identitario con el agua son especiales para los alpujarreños, no obstante, se amplían a todo el territorio en general.

*Y el robledal no ha desaparecido, ¿por qué? Porque el que es autóctono de aquí, el robledal le preocupa. Porque vive aquí, es de aquí, le gustan esos montes.*

E9. Hombre. 60-70años

Las condiciones de trabajo en el campo son duras, algunos cañaretes siguen trabajando por el gusto de hacerlo aunque reconocen que la gente que no tiene tierra hoy en día vive mejor. Ya que de igual manera obtiene sus productos mediante intercambios económicos con MAS o ecológicos con P (Figura 1).

*Yo ahora trabajo por gusto, pero antes, con once años me dieron un mulo, el año 45, a los 7 meses de estar la República (...) Hoy vive mejor el que no tiene nada, el que no tiene nada se sale a la carretera y se pasea y está tan agustico y los que tenemos algo, pues estamos hechos polvo (...) yo he recogido este año 2000 kg de aceitunas, con las máquinas, las varas y algunos que me han ayudado. Y el que no tiene olivos pues toma aceite igual que yo y yo todos los días con frío y con calor, todos los días a las aceitunas, y el que no tiene olivos pues va y compra una caja de aceite y ya está.*

E3. Hombre. 90-100años

Al preguntarles por el renuevo generacional en la agricultura local responden de forma contundente que es prácticamente inexistente.

*Esta todo barrido, la sierra y en la vega está todo barrido. La gente de hoy no está, los jóvenes están en otra cosa, muchos ya sus padres cobran y piensan en otra cosa, y ellos están en la flor de la vida con 25 o 30 años, no están en eso...*

E6. Hombre. 70-80años

### Los paisajes del agua

La domesticación de la naturaleza y del ciclo hidrológico, desde las cumbres nevadas a los valles de los ríos junto con las laderas aterrazadas, formando un mosaico en el que se entremezclan íntimamente cultivos irrigados, secanos, pastos, vegetación silvestre, así como el patrimonio arquitectónico, que conforman pueblos, cortijos, molinos y que constituyen en Sierra Nevada y en concreto en la Alpujarra y en nuestra zona de estudio, un paisaje cultural de gran valor, herencia de la época musulmana y testigo fehaciente de ésta época de esplendor en las relaciones entre el ser humano y la naturaleza. Estos paisajes presentan una elevada originalidad frente a los paisajes alpinos o pirenaicos, que estando mucho menos transformados antrópicamente resultan mucho más monótonos (Prados y Vahí, 2011; Gómez Sal, 2011)

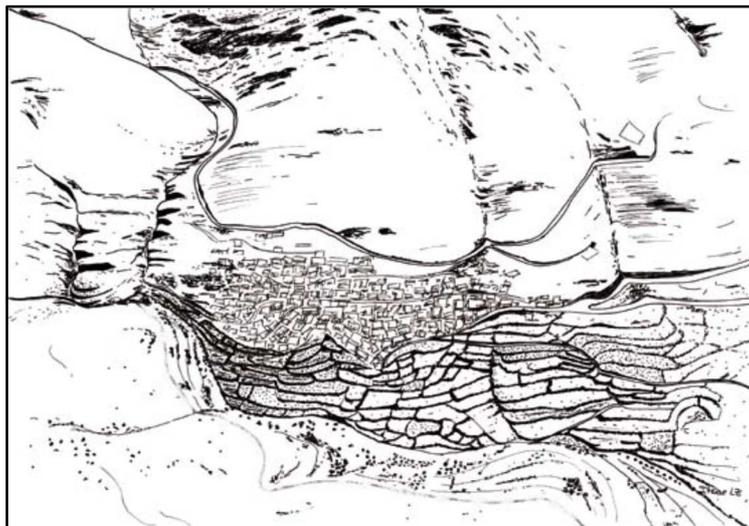


Figura 53: Dibujo donde se muestra el papel de las acequias en el modelado del paisaje. Fuente: Guzmán y Navarro, 2010).

Las acequias y terrazas, son auténticas obras de ingeniería popular de gran magnitud no siempre valorada institucionalmente, aunque en ocasiones ha sido reconocida por la UNESCO (Zoido, (S.F.) y son una pieza clave para mantener este paisaje agrario que constituye uno de los mayores atractivos turísticos de la Alpujarra y un patrimonio etnológico de gran valor, al reflejar los usos y costumbres, formas de organización y el saber popular hidrológico de muchas generaciones (Guzmán y Navarro, 2010.)



Figura 54: Paisaje desorganizado a causa del abandono de la agricultura en Cañar.

La pérdida de los usos agrarios tradicionales amenazan y desorganizan paulatinamente, al sinfín de contrastes y de variedades cromáticas, de forma que la desestructuración del mismo conduce de la imagen nítida precedente a otra más desenfocada. El erial y la destrucción de infraestructuras agrarias, producen una sensación de ruina, de espacio áspero y poco legible. La pérdida de usos tradicionales puede devenir en abandono, pero también en la incorporación de nuevos usos, como la agricultura intensiva, que también degradan fuertemente el paisaje (CMA, 2011) que a su vez puede relacionarse también con la pérdida de las señas de identidad del territorio (Guzmán y Navarro, 2010).

### 5.3.2. Trade-offs que se producen con los servicios de otros ecosistemas

Trade-Off nº1: Derivados de la captación de aguas en el Río Chico.

El mayor problema que se plantea es la propia extracción de agua del Río Chico para llenar las acequias en la época estival, cuando el caudal es escaso debido a la falta de precipitaciones y/o a que las aportaciones del deshielo han cesado. A la misma altitud que Cañar se encuentra la colindante localidad de Soportújar, a la izquierda del río, de modo que las respectivas comunidades de regantes comparten el agua a partes iguales. En los momentos de escasez, ambas comunidades extraen la totalidad del caudal del río, de forma que hay dos tramos de éste que quedan en ocasiones sin flujo superficial de agua. Por tanto podemos afirmar que para que todos los servicios ecosistémicos que se han detallado en los anteriores apartados tengan lugar, existe un coste ecológico en la integridad del Río, relacionado con que éste pueda quedarse

puntualmente sin caudal en ciertos tramos. De forma que esto limita la generación de ciertos servicios del curso fluvial.

*Aquí hay dos tramos en este río que se secan todos los años, o casi se secan. Uno en la captación de las dos acequias principales, Almiar y Acequia Grande de Cañar y otro más abajo que es la Acequia de la Vega de Soportújar, coincidiendo con el Dique 24. Qué quizás se han secado históricamente, es posible.*

E8. Hombre. 30-40años

El agua de captada del río en época estival, cuando ya no se realizan careos, se utiliza únicamente para el riego y el agua sobrante de los riegos, además de la que se pierde por las acequias de tierra, debido a la orografía y a la gravedad tiende a dirigirse al su recorrido natural, el curso del río, produciéndose lo que se denominan retornos de los riegos a los ríos. Es por esto que el río no se seca definitivamente en todo su recorrido, sino en dos tramos concretos después de las principales captaciones. En los momentos en los que los retornos son una parte importante del flujo de agua, éste puede tener impactos importantes, aumentando el caudal del río y modificando las cualidades físicas y químicas del agua del río (atributo de calidad del agua) de una forma interesante sobre todo en el paisaje agrícola, por las interacciones que se producen entre agua superficial y subsuperficial, que crean las condiciones necesarias para la desnitrificación y la eliminación de nitratos del agua (Fernald, 2007).

No obstante, las discontinuidades que se generan en el flujo de agua podrían generar perjuicios en la flora y fauna, es por eso que el marco legal prohíbe que se seque cualquier tramo los cauces de los ríos, en consecuencia la administración competente se dirige a la comunidad de regantes de la siguiente manera, instando a la misma a:

*“Compatibilizar los usos tradicionales de riego con el mantenimiento de los ecosistemas hídricos, lo que necesariamente determina el que las derivaciones de aguas para riego, independientemente de la cuantía de sus dotaciones, habrán de respetar dichos caudales ambientales, evitando discontinuidades producidas por la desecación del cauce. En consecuencia he de instarle a la adopción de las medidas necesarias para hacer compatible el aprovechamiento de agua para riego con el caudal ambiental y especialmente a los dispuesto en el artículo 42 del Texto Refundido de la Ley de Aguas, en cuanto a la obligatoriedad de preservar el caudal mínimo necesario para la salvaguarda de la flora y fauna, evitando en todo caso dejar seco algún tramo del cauce”* (citado textualmente de una de las cartas que anualmente la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía dirige a la Comunidad de Regantes de Cañar desde el año 2012).

No existe un protocolo legal para el cálculo de los caudales ambientales o ecológicos, de forma que para su determinación, por ejemplo según observamos en un estudio de caudales ecológicos en la vecina cuenca del Río Trevélez, realizado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en el año 2006 y basado en los requerimientos de la DMA, se tiene en cuenta el estado ecológico del curso fluvial y los cambios que se producen derivados de la intervención humana, principalmente la extracción de caudales para diferentes usos y posibles vertidos en diferentes tramos del río. Argumentando que hay que dejar un caudal ecológico que haga:

*“compatible las demandas actuales con los usos tradicionales y la conservación del medio fluvial, y que pasa por una gestión correcta de los recursos hídricos, que permita*

*mantener unos caudales ambientales suficientes para conservar la diversidad de hábitat y especies, así como los procesos estructurantes del sistema fluvial” (CMAOT, 2006).*

Al no reconocer y plasmar la multifuncionalidad de los regadíos tradicionales, se los considera como meras captaciones que causan impactos ecológicos negativos en el ecosistema fluvial, sin considerar los positivos; ya que pese a que en ocasiones se deja entrever los “supuestos” beneficios que produce la regulación del agua a través de las prácticas y usos tradicionales, tal y como se refleja en la introducción y en la segunda de las conclusiones finales del mismo, estos servicios no se tienen en cuenta ni en los cálculos realizados para determinar los caudales ecológicos ni en las recomendaciones de gestión que se aportan (CMAOT, 2006). Esto ocurre del mismo modo en el Proyecto de Plan Hidrológico 2015/2021 de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (DHCMA) donde tampoco se tienen en cuenta los servicios ecosistémicos de las acequias, y sí los perjuicios que causan sus captaciones en los ríos al disminuir el caudal. Aunque sí se reconoce que la red de acequias es un elemento clave en la ecuación de la hidrogeología de las cuencas (Apéndice XI.3) y que el establecimiento de caudales ecológicos entraña una gran complejidad (Anejo V. Caudales ecológicos). Esto es así sobre todo en las cuencas con un régimen hidrológico muy alterado, como ocurre en aquellas cuencas que integran regadíos históricos. En estos casos, los métodos elegidos (Anejo V. Caudales Ecológicos) para la estimación de la distribución temporal de caudales mínimos presentan importantes limitaciones debido a la complejidad de estas cuencas de alta montaña, su topografía abrupta, marcada variabilidad espacial y la dinámica de la nieve como pieza fundamental de su régimen (Martín et. al, 2015 y PPH 2015/2021). Igualmente, para establecer el régimen de caudales ecológicos, se clasifica los ríos en función de su regularidad en permanentes, temporales, intermitentes y efímeros. Pero esta clasificación puede verse modificada a su vez por las funciones de recarga de las acequias y los retornos que producen, de manera que el establecimiento de un caudal ecológico que redujera la asignación de agua para riego, podría causar una disminución en el caudal base del río en cuestión. Hay que tener en cuenta también que la antigüedad de la modificación de los regímenes de caudales en muchos de los casos, es probable que haya dado lugar a unas condiciones ecológicas adaptadas a dicha situación en la cuenca (Martín et. Al, 2015).

En dicho Proyecto de Plan Hidrológico, se considera que los principales problemas del Río Chico de Órgiva son, *los caudales insuficientes por captaciones superficiales para riego, la fuerte desestabilización de la parte media-baja de la masa excepto el tramo final por eliminación de la vegetación de ribera por ocupación agrícola (y urbana en el entorno de Órgiva) y los problemas de conectividad en río truchero por barreras transversales (al menos un dique de retención de sedimentos infranqueable), el Dique 24.* Por lo que para solucionar el primer problema que se plantea se establece que las medidas necesarias para solucionarlo:

*“Son la mejora y modernización de regadíos de montaña y un programa para la implantación y seguimiento adaptativo del régimen de caudales ecológicos” (PPH 2015/2021).*

En el caso de que se llevara a cabo una modernización de los riegos, con los objetivos de eficiencia técnica promovidos por la DMA, esto tendría consecuencias en los servicios ecosistémicos que se han detallado en este trabajo por razones obvias, eliminando la multifuncionalidad inherente al sistema de riego.

*Eso es como las acequias de cemento, son buenas, pero secan por bajo las plantas (...) Allí donde está la toma de Soportujar, que es donde se reparte el agua entre Cañar y Soportujar, pues claro, antes pues había una fuente. Y claro desde que echaron la acequia de cemento se ha secado. El cemento para unas cosas es bueno y para otras...*

No obstante a todo lo dicho, en ausencia de un estudio ya realizado que determine los caudales ecológicos o cómo las acequias afectan al ecosistema fluvial del Río Chico, a continuación se muestran algunas conclusiones extraídas de la bibliografía consultada y del trabajo de campo.

En este tipo de estudios cobra especial importancia la ictiofauna. En el Apéndice V.2, del Proyecto del Plan Hidrológico de la DHCMA, en el que se establecen los caudales ecológicos para algunas masas prioritarias, mediante métodos de modelización de hábitat, todas las especies consideradas como *especie objetivo* pertenecen a esta categoría. Una de las especies más emblemáticas afectadas y que menos tiempo tardan en acusar los efectos de la desecación es la trucha común (*Salmo trutta*). Las únicas poblaciones de este salmónido en Sierra Nevada con niveles de biomasa aceptable, se encuentran en el Río Chico y el Río Lanjarón siendo las que mayor cantidad de biomasa presentan de toda Andalucía. Las poblaciones de truchas son especialmente sensibles a las variaciones del caudal, a los que responden aumentando o disminuyendo su densidad de individuos en función de si éste aumenta o disminuye respectivamente; también se ven afectadas por las avenidas que producen las lluvias torrenciales, de cuyos efectos parecen recuperarse rápidamente. Además en Sierra Nevada, las poblaciones que han sido estudiadas presentan una etapa reproductiva más extendida en comparación con otras poblaciones estudiadas, como vemos en la figura siguiente, lo cual puede corresponder a una adaptación a la irregularidad hidrológica que presentan los ríos del macizo (OCGSN, 2014).

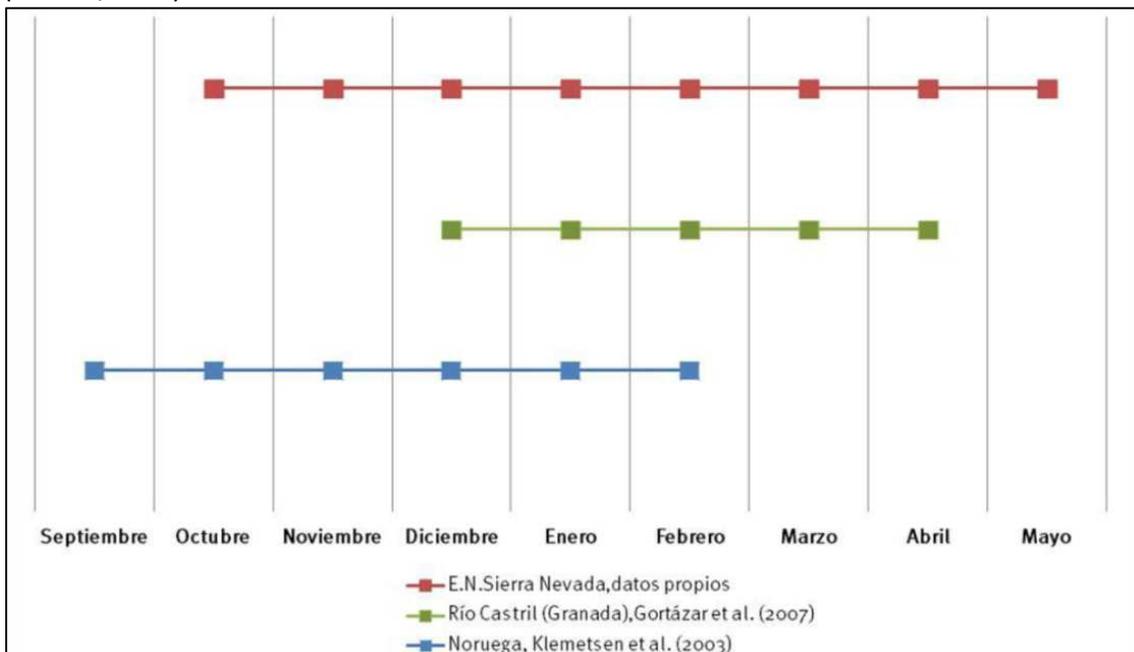


Figura 55: Comparación de las épocas de reproducción de la trucha común según diferentes autores. Fuente: OCGSN, 2014

Otra de las cuestiones que se consideran en los estudios para establecimiento de caudales ecológicos es la calidad ambiental de los bosques de ribera. En ausencia de estudios más completos que permitan determinar el estado ecológico de la ribera del Río Chico, existe un estudio realizado a escala de paisaje en el que éste se clasifica como un bosque estable (Camacho et al., 2002) entre 1957 y 2001.

*En este caso del Río Chico de Cañar creo que no se ve muy afectada la vegetación de ribera. Aunque se seque puntualmente la lámina de agua en superficie, abajo siempre*

*hay, y como son desecaciones que por lo que yo he constatado en este río son de tramos no muy largos, yo creo que en lo que concierne a la vegetación de ribera no hay una afección importante.*

E8. Hombre. 30-40años

#### **Trade-Off nº2: Derivado de la necesidad de mantenimiento de los sistemas de terrazas**

Como ya se ha dicho, la estrategia que se ha llevado históricamente a cabo para la subsanación de dicho trade-off es el aterrazado de las laderas, permitiendo así la integridad del agroecosistema y manteniendo total o parcialmente la función de mantenimiento del suelo que tenía el ecosistema original, además de aumentar la capacidad de infiltración del mismo por la reducción de la pendiente.

No obstante, como también ya se ha dicho, la ladera ya transformada requiere de continuado esfuerzo dedicado a su mantenimiento para mantener su función de retención. Con el abandono de dicho esfuerzo (FOa en Figura 1) se obtiene el efecto contrario al perseguido, de forma que cuando se producen derrumbes en los balates que sostienen las terrazas, éstos constituyen puntos de gran erodibilidad. Por tanto, se puede afirmar que esto constituye una limitación en el funcionamiento “natural” del equilibrio geomórfico, que traducido al marco conceptual de MA puede interpretarse como un trade-off. Puesto que la modificación de la pendiente de la ladera con el objetivo de que cumpla la función de retención de suelo (y por tanto preste dicho servicio a la sociedad) implica una disminución del servicio de soporte. Ya que compromete la capacidad de natural de las laderas de autorregular los procesos morfosedimentarios, contemplado por MA (2005) como el servicio de soporte de formación de suelo. Aunque no por EME, puesto que EME lo integra mediante el concepto de funcionamiento de los ecosistema (EME, 2011), pero es básicamente la misma idea.

Esto convierte en muchas ocasiones los aterrazados de las laderas en transformaciones irreversibles, en una escala de tiempo y/o con una inversión energética razonables; siempre que permanezcan los objetivos que motivaron su construcción, la retención de agua y suelo. No obstante y como ya se ha dicho también generan distintos servicios ecosistémicos, que actúan en muchas ocasiones de forma sinérgica con los generados por los canales de riego.

#### **5.3.3. Conflictos detectados en relación a la gestión del medio natural**

Durante las entrevistas y el trabajo de campo se han identificado sendos conflictos en la gestión del medio en Cádiz. En todos los casos hay los mismos actores involucrados, por un lado la comunidad de agricultores y por otro las administraciones competentes, que incluyen a la Dirección del Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada, la Confederación Hidrográfica del Sur y la Junta de Andalucía.

La falta de libertad de gestión del medio según los usos tradicionales, que comenzó a principios del S. XX cuando se realizaron las primeras expropiaciones para las restauraciones hidrológico-forestales (ver capítulo de Evolución histórica del paisaje y la agricultura en la Alpujarra) y llegó a su culmen con el establecimiento de las figuras de protección del espacio natural de Sierra Nevada, que se mantienen hoy en día. Para la ordenación y la gestión del espacio natural (CMA, 2011) se reconoce la importancia que tuvo la agricultura y la ganadería y en definitiva los usos tradicionales en la creación de un paisaje tan peculiar como atractivo, así como en la generación y mantenimiento de la biodiversidad en el macizo. De manera que esto se refleja en la existencia de programas y medidas concretas que se encaminan a compatibilizar los usos tradicionales (en ciertas áreas, dependiendo de la zonación establecida en el parque y sobre todo en el caso de los agroecosistemas).

No obstante existe una sensación bastante generalizada entre los entrevistados de una falta de libertad para gestionar el medio. El primer conflicto detectado es en realidad un caso específico de limitación a los usos tradicionales, que está ligado a las restricciones de caudal para riego delimitadas por los caudales ecológicos del río de forma que constituye un trade-off entre servicios. Se ha decidido analizarlo a parte por sus particularidades y porque merecía un análisis más profundo por constituir un asunto clave en este trabajo. Nótese que la mayoría de los conflictos de gestión, están relacionados con otros trade-offs que se producen entre diferentes servicios, la importancia que les da cada uno de los actores sociales y su capacidad de decisión y acción (Díaz et al., 2010).

Por ejemplo, el parque regula la limpieza para que se haga mediante unos criterios de compatibilidad con la conservación de la biodiversidad (servicio abastecimiento de acervo genético) y en los momentos que se consideran adecuados, pero la gente considera que esa limitación redundante en una disminución de la prevención de incendios (servicio de regulación de prevención de catástrofes naturales).

*Yo te digo una cosa, estamos luchando contra los incendios, el Parque te tendría que facilitar si tú tienes una finca y dices que la vas a limpiar. Bajo unos parámetros, tú no puedes ir y decir corto aquí... Pero en vez de ponerte trabas, facilitarte las condiciones (...) es que ponen una norma y tú, o la cumples o si no te denuncian (...) el parque lo que hace es imponer normas. Facilidades no. Porque si yo quiero ir a mi finca y limpiarla y voy y saco un permiso, y bajo unas normas me dicen, esto lo puedes hacer. Pero si lo primero que tienes es la negativa, uy aquí no, esta mata. ¡Vamos! si de esa mata tenemos aquí... y toda la vida había aquí 4 o 5 hornos, e iban todos los días a por aulagas y ya no había ahí de donde las traían. Ahora vas por ahí y no puedes pasar, porque se han reproducido. El lastón para las cuadras, pues pasaba lo mismo. Vas por ahí ahora y está lleno. Otra cosa es que vayas destrozando el monte, pero dentro de unas normas, es que aquí tenemos que vivir gente también, ¿eh? No nos puedes tener aquí encerrados. Aquí hay gente que tiene su finca y si encuentra facilidades pues hará.*

E9. Hombre. 60-70años

O en este caso que engloba también usos tradicionales diferentes a los agrícolas como la recolección de leña o distintos tipos de biomasa (servicio de abastecimiento del MAU) los cañaretes se sienten limitados.

*Tú vas a arrancar un piorno y llega el guarda y te denuncia. Y las piñas que hay tiradas en el suelo podridas que no quieren que las cojas tampoco para encender. El guarda dice que no se puede coger (...) a mí en la Era de la Majá no me dejaban arar. Y digo aquí hay que dejar arar, y vino una guardilla y era muy buena y dijo, sí, haré... y no. De la carretera para arriba no te dejan.*

E4. Hombre. 60-70años

El asunto de los caudales ecológicos es especialmente sensible y los regantes tienen una opinión bastante unificada al respecto, apelando a que hacen un uso del agua que se ha venido haciendo a lo largo de muchos siglos de historia y ha posibilitado la conservación de la biodiversidad y por eso han llegado muchas de las especies a nuestros días. Argumentan también que el cauce no se ha quedado jamás totalmente seco, tan solo en los dos puntos ya comentados y que debido a los retornos de los riegos y a los nacimientos de agua que hay en la cuenca, al cabo de unos

metros vuelve a fluir el agua en el lecho del río. Por lo que para ellos, el trade-off es mal menor asumible y lo más importante es asegurar los usos tradicionales.

*Si te pedimos agua y nos das palos, lo único que vas a obtener de mí son palos. Si tú vienes conmigo y a cambio de una cosa me ofreces otra, una contraprestación, me ofreces algo, pues entonces hablaremos. Si tú me vienes, gestor del territorio, con el no por delante pues al final tendremos que ir a las malas seguramente y podrás tú más que yo, pero ahí el que está todos los días soy yo, no eres tú.*

E1. Hombre. 30-40años

Aunque existen todo tipo de opiniones con respecto a las limitaciones de gestión.

*Eso hay que matizarlo. Muchas veces hay un desconocimiento de la norma, de lo que se puede y de lo que no se puede hacer, ¿vale? Y percibo de que hay la sensación por parte de la población de que no se puede hacer nada, y realmente no es así, el PORN del parque contempla todos aquellos usos tradicionales, ¿vale? Y se pueden seguir realizando, algunas veces con limitaciones, a la hora de construir, de hacer una infraestructura y demás, pero donde había agricultura se puede seguir realizando, donde había un cortijo se puede restaurar. No son tan intrusivas o tan limitativas esas normas, pero es que a veces hay desconocimiento, no se sabe cómo afrontar esos procedimientos, o simplemente no se asume la molestia de que exista ese control por parte de la administración. Es un concepto erróneo el decir: esto es mío y como mío quien me tiene que decir a mí. Porque no se tiene la sensibilidad de que aquello que es tuyo, tu finca, soporta una serie de servicios ambientales que van en pro de los servicios a la sociedad y por tanto hay una serie de limitaciones. Pero a veces no son tantas, a veces me llega gente diciendo es que no puedo coger nada, no puedo hacer nada, y les digo a ver ¿qué quieres hacer? Y muchas veces les dices, sí, solicítalo de esa manera, tal y cual y con algunas limitaciones lo vas a poder hacer.*

E8. Hombre. 30-40años

Aunque lo cierto es que la desafección de los locales por las instituciones que gestionan su territorio continúa patente y se siente.

*Si ellos tuvieran que pasar todos los días por la plaza del pueblo, verle la cara a la gente y hablar con ellos y que la gente les dijera lo que realmente piensa, otro gallo cantaría. Seguro, vamos.*

E1. Hombre. 30-40años

#### 5.3.4. Impulsores de cambio

Para continuar con la caracterización de los servicios ecosistémicos, se exponen a continuación como han afectado algunos de los impulsores de cambio en los procesos relacionados con el caso de estudio, clasificándolos según la propuesta de EME, sintetizando información ya expuesta en el caso de los impulsores directos y añadiendo algunos aspectos en el caso de los impulsores indirectos.

### *Impulsores directos de cambio*

**Cambio en los usos del suelo:** En la zona de estudio ha habido una gran superficie con cambios en los usos del suelo, tanto en las zonas agrícolas (MAT) como en las zonas de monte anteriormente utilizadas (MAU). De manera que en el caso de los agroecosistemas (MAT) se genera un cambio funcional que redundará en una nueva configuración de los servicios ecosistémicos prestados. Tiene relación directa con todos los impulsores indirectos de cambio.

**Cambio climático:** Parece estar influyendo en la cubierta de nieve en el ámbito de todo el macizo de forma que hay una tendencia promedio hacia el descenso de la superficie ocupada por ésta. De forma que este patrón influye en la vegetación existente que tiende a subir en la ladera (Bonet y Cayuela, SF). No obstante, no sabemos hasta qué punto esto puede estar influenciado por las retroalimentaciones entre regadíos/careos y la formación de tormentas.

**Contaminación:** Hay algunos agricultores que utilizan fitosanitarios y productos químicos de síntesis en general, no se han encontrado evidencias de que existan problemas relevantes de contaminación.

**Cambios en los ciclos biogeoquímicos:** En cuanto a lo relacionado con la agricultura, comenzaron a producirse a partir de la segunda década del S. XX, con la llegada de los ingenieros de montes que propusieron a los agricultores cambiar las relaciones históricamente establecidas entre agricultura y ganadería que forman parte de estos ciclos (intercambios de materia orgánica para la alimentación del ganado y el mantenimiento de la fertilidad de los suelos agrícolas) por los inputs de fertilizantes minerales (ver capítulo de Evolución histórica del paisaje y la agricultura en la Alpujarra).

**Sobreexplotación:** Se han encontrado evidencias de épocas en las que el aumento de la presión antrópica ha conllevado graves problemas de erosión (ver capítulo de Evolución histórica del paisaje y la agricultura en la Alpujarra).

### *Impulsores indirectos de cambio*

**Económicos:** El modelo económico imperante propone, incentiva y financia a través de la PAC un modelo que no contribuye a mantener a la población rural en el territorio, ni es socialmente justo ni ecológicamente compatible con la salud de ecosistemas y personas (Carpintero, 2011). De forma que este modelo compite con el modelo económico agrario tradicional y otros modelos más o menos alternativos (como la agricultura agroecológica, orgánica, etc.) que aunque tengan por objetivos la justicia social, económica y ecológica, no pueden competir en precios con el modelo agroindustrial. De forma que el modelo industrial intensivo desplaza al modelo tradicional y dificulta el establecimiento de otros modelos alternativos. De forma que se producen cambios en los usos del suelo por abandono de los usos tradicionales.

**Demográficos:** El auge de la industrialización y las actividades mineras mediados del S. XX, el éxodo rural que se produjo a partir de los años 1960 comenzaron una etapa de fuerte descenso demográfico en las zonas rurales que llega hasta nuestros días (Marcén et al., 2011). Aunque en algunas zonas el auge de migraciones en el sentido contrario de los denominados neo-rurales puede llegar a ser importante, como vemos en la Figura 19, la demografía en Cádiz tiene una tendencia clara hacia el descenso.

**Ciencia y tecnología:** El avance científico tecnológico acaecido durante el S. XX en España ha permitido un aumento de la capacidad de intervención de los ecosistemas, con unos costes

energéticos altísimos sobre todo con el objetivo de aumentar los servicios de abastecimiento. En el caso de Cáñar como en otras muchas zonas rurales de montaña, ha tenido mucho peso la no participación de la modernización para desestabilizar la economía tradicional de éstas por su falta de competitividad (López-Santiago y Menéndez, 2011; Naredo, 2004; Jiménez Olivencia, 1990).

**Sociopolítico:** En el ámbito general estatal cabe decir que “las instituciones en España ignoran los límites biofísicos de los ecosistemas y por esta razón la capacidad de generar servicios por sus ecosistemas está disminuyendo” (Gómez-Reino y Taibo, 2011). En el caso de Cáñar a la vista de que hay un conflicto entre los regantes y las administraciones competentes podemos decir que las administraciones competentes no valoran la racionalidad campesina que hay detrás de los servicios ecosistémicos que generan los sistemas de riego, o al menos no existen acciones y políticas decididas y continuadas a frenar el abandono de la agricultura y sus consecuencias.

**Cultural:** la cultura y estrategia campesinas son marginales en la sociedad actual. En Cáñar como hemos visto se está perdiendo el conocimiento, la cultura y probablemente la identidad ligada a los usos tradicionales al abandonarse éstos, generando así un nuevo bucle de retroalimentación entre ambos procesos.

#### 5.3.5. Resumen de los resultados

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos en la investigación sintetizados y organizados en tablas, previamente al pertinente análisis y conclusiones extraídas de los mismos que se exponen en el siguiente capítulo. En general y especialmente en el caso de los trade-offs y sinergias que se producen en la generación de servicios de otros ecosistemas, no se presenta en este capítulo ni en este trabajo un listado exhaustivo de todas las implicaciones ecológicas originadas por una transformación del medio tan importante, como son los sistemas de riego y aterrazados. De forma que se presentan los casos principales que se han identificado en la investigación y que han surgido de las entrevistas ya son conocidas y valoradas (de diferentes maneras) por los actores sociales en cuestión.

Práctica	Descripción	Servicio potencial	Tendencia	Impulsores directos	Impulsores indirectos	Tipo de Servicio
<p>Uso tradicional de los agroecosistemas (MAT)</p>	<p>Sistema agrosilvopastoral, policultivo y animales domésticos para autoconsumo.</p>	<p><b>Alimentación local</b> y producción de excedentes para comercialización (McNeil, 1992)</p>	↗	<p>1. Cambios ciclos biogeoquímicos 2. Cambios usos del suelo 3. Sobreexplotación</p>	<p>1. Económico 2. Demográfico 3. Ciencia y Tecnología 4. Sociopolítico 5. Cultural</p>	<b>A B A S T E C I M I E N T O</b>
<p>Mantenimiento de acequias no impermeabilizadas, riegos por inundación, careos y mantenimiento del sistema de terrazas (MAT)</p>	<p>Aumenta el atributos de localización, mejora la calidad para el uso urbano del agua y tiempo de flujo de la misma</p>	<p><b>Regulación del Abastecimiento hídrico</b> para uso urbano, agrícola del municipio, ecosistemas naturales y en la parte baja de la cuenca (Fernald et al 2007; Power, 2010; Sbih y Pulido, 1995)</p>	↗	<p>1. Cambio usos del suelo 2. Cambio climático 3. Cambios ciclos biogeoquímicos</p>	<p>1. Económico 2. Demográfico 3. Ciencia y Tecnología 4. Sociopolítico 5. Cultural</p>	
		<p><b>Acervo genético de los castañares, de 18 comunidades vegetales edafohigrófilas</b> (Sierra Nevada) y posiblemente del <b>roble melojo</b>. (Jiménez, 1990; Sbih y Pulido, 1995; Camacho et al, 2002; Lorite, 2010)</p>	↗	<p>1. Cambio usos del suelo 2. Cambio climático 3. Cambios ciclos biogeoquímicos</p>	<p>1. Económico 2. Demográfico 3. Ciencia y Tecnología 4. Sociopolítico 5. Cultural</p>	
			↗			

Práctica	Descripción	Servicio potencial	Tendencia	Impulsores directos	Impulsores indirectos	Tipo de Servicio
Mantenimiento de acequias no impermeabilizadas, riegos por inundación, careos y mantenimiento del sistema de terrazas (MAT) y los retornos que se generan	El aumento de localización y tiempo de flujo del agua, aumenta ETP con efectos en la formación de tormentas. Aumenta cantidad de agua recirculando	<b>Abastecimiento de agua (atributo de cantidad de agua)</b> (Millán, 2010; 2012; 2014)	↘	1.Cambio usos del suelo 2.Cambio climático 3.Cambios ciclos biogeoquímicos	1.Económico 2.Demográfico 3.Ciencia y Tecnología 4.Sociopolítico 5.Cultural	<b>R E G U L A C I Ó N</b>
Colaboración colectiva en la extinción de incendios	Al aumentar la infiltraciónse regula el caudal de la cabecera del río y disminuye el riesgo de avenidas y aumenta el caudal base	Prevención de desastres naturales. <b>Disminuye el riesgo de avenidas</b> (Fernald et al, 2007; Fernald et al 2012)	↘	1.Cambio usos del suelo 2.Cambio climático	1.Económico 2.Demográfico 3.Ciencia y Tecnología 4.Sociopolítico 5.Cultural	
Llenado del depósito o balsa municipal para la extinción de incendios	La población participa en las tareas de extinción	Prevención de desastres naturales. <b>Extinción de incendios</b>	↘	1.Cambio usos del suelo	1. Demográfico 2.Cultural	
Tareas de limpieza, selección de piés en dehesa, recolección de biomasa para leña y alimentación animal (MAU y MAT)	El llenado se realiza a través de una acequia de la comunidad de regantes	Prevención de desastres naturales. <b>Extinción de incendios</b>	↗	1.Cambio usos del suelo	1.Demográfico	
Mantenimiento del sistema de terrazas (MAT)	Disminución de cantidad y continuidad de combustible de combustible forestal	Prevención de desastres naturales. <b>Prevención de incendios</b> (Martín et al, 1998)	↘	1.Cambio usos del suelo 2.Cambio climático	1.Económico 2.Demográfico 3.Ciencia y Tecnología 4.Sociopolítico 5.Cultural	
Mantenimiento del sistema de terrazas (MAT)	Respuesta tradicional al trade-off que se produce entre servicios de abastecimiento en agricultura y de regulación morfo sedimentaria en las laderas (erosión)	<b>Regulación morfo sedimentaria artificial de la ladera</b> (Dorren y Rey, S/F; Gallart et al 1993; Koulouri y Giourga, 2007; Branucci, y Paliaga, S/F)	↘	1.Cambio usos del suelo	1. Económicos 2.Demográfico 3.Ciencia y Tecnología 4.Sociopolítico 5.Cultural	

Práctica	Descripción	Servicio potencial	Tendencia	Impulsores directos	Impulsores indirectos	Tipo de Servicio
Mantenimiento del flujo de información en el socioecosistema	Conocimiento de gran importancia. Imposible de regenerar en una escala de tiempo razonable si se pierde	<b>Mantenimiento del conocimiento ecológico local ligado al agua y a la biodiversidad local cultivada</b> (variedades y razas) (Gálvez García, 2015; Iniesta-Arandia et al., 2014; Prados y Vahí, 2011; Acosta, 2007)	↗	1. Cambio usos del suelo	1. Económico 2. Demográfico 3. Ciencia y Tecnología 4. Sociopolítico 5. Cultural	<b>C U L T U R A L E S</b>
Funcionamiento del socioecosistema	El agua y el territorio tienen un gran valor en el imaginario alpujarreño	<b>Mantenimiento de la identidad cultural y sentido de pertenencia</b> (Gálvez García, 2015)	↗	1. Cambio usos del suelo	1. Económico 2. Demográfico 3. Ciencia y Tecnología 4. Sociopolítico 5. Cultural	
Mantenimiento de la estructura del paisaje	Mantenimiento del aterrazado, del mosaico de cultivos y vegetación silvestre, variedad cromática debido al policultivo, acequias, vegetación asociada al agua.	<b>Mantenimiento del paisaje</b> (Prados y Vahí, 2011; Zoido, S.F; Guzmán y Navarro, 2010)	↗	1. Cambio usos del suelo 2. Sobreexplotación	1. Económicos 2. Demográfico 3. Sociopolítico 4. Cultural	

Tabla 12: Resumen de los servicios potenciales abastecimiento, de regulación y culturales, las prácticas que los generan, la tendencia observada y los impulsores directos e indirectos que modifican el (agro)-ecosistema que los presta. Elaboración propia

áctica	Descripción	Trade-Offs: Servicios de otros ecosistemas potencialmente comprometidos	Tipo de servicio	Ecosist imp
Captación del agua del Río Chico para riegos y careos	Causa la disminución del caudal del Río en la época estival, produciendo la desaparición del flujo superficial en dos tramos concretos de unos 100 metros cada uno (dependiendo del año). El primero después de la captación de las acequias principales de Cañar y Sopotújar y el segundo entre la captación de la acequia de la Vega de Sopotújar y el Dique 24.	<p><b>Trade Off 1: Acervo genético Ictiofauna:</b> hay dos puntos en el Río Chico que llegan a quedarse secos en verano y podrían afectar a la trucha. Hay evidencias científicas de la adaptación de los ciclos reproductivos de las truchas de Sierra Nevada al régimen hidrológico irregular. La población del Río Chico presenta niveles de biomasa aceptables (OCGSN, 2014)</p> <p><b>Bosque de ribera:</b> A escala de paisaje se ha mantenido estable entre 1957 y 2001 (Camacho et al., 2002)</p>	<b>Abastecimiento</b>	<b>Curso Río y</b>
Abandono del mantenimiento del aterrazado	El requisito indispensable de mantenimiento del sistema de aterrazado aumenta la vulnerabilidad del ecosistema para regular el equilibrio morfosedimentario de la ladera. Debido a los abandonos se generan riesgos erosivos mayores de los existentes anteriormente	<p><b>Trade Off 2: Regulación morfosedimentaria</b> Constituye un trade-off con los servicios de soporte (MA, 2005) o con la funcionalidad de los ecosistemas (EME, 2011)</p>	<b>Regulación</b>	<b>Ecosist de m</b>

Tabla 13: Principales Trade-off's detectados derivados del establecimiento y uso del sistema de riego tradicional de Cañar. Elaboración propia.

Práctica	Descripción	Servicio potencial del sistema de riego en el ecosistema implicado	Tipo de Servicio	Ecosistema implicado
<p>Mantenimiento de acequias no impermeabilizadas, riego por inundación, careos y mantenimiento del sistema de terrazas (MAT)</p>	<p>Aumenta el atributos de localización, mejora la calidad para el uso urbano del agua y tiempo de flujo de la misma</p>	<p><b>Regulación del Abastecimiento hídrico</b> para uso urbano, agrícola del municipio, ecosistemas naturales y en la parte baja de la cuenca (Fernald et al 2007; Power, 2010; Sbih y Pulido, 1995)</p> <p><b>Acervo genético de los castaños, de 18 comunidades vegetales edafohigrófilas</b> (Sierra Nevada) y posiblemente del <b>roble melojo</b>. (Jiménez, 1990; Sbih y Pulido, 1995; Camacho et al, 2002; Lorite, 2010)</p>	<p>A B A S T E C I M I E N T O</p>	<p>Ecosistemas adyacentes, clasificados como <b>montaña mediterránea</b> (EME, 2011)</p> <p>Ecosistemas adyacentes, clasificados como <b>montaña mediterránea</b> (EME, 2011)</p>

Práctica	Descripción	Servicio potencial del sistema de riego en el ecosistema implicado	Tipo de Servicio	Ecosistema implicado
Mantenimiento de acequias no impermeabilizadas, riego por inundación, careos y mantenimiento del sistema de terrazas (MAT)	El aumento de localización y tiempo de flujo del agua, aumenta ETP con efectos en la formación de tormentas. Aumenta cantidad de agua recirculando	Aumento/mantenimiento del <b>atributo de cantidad de agua</b> (Millán, 2010; 2012; 2014)	<b>R E G U L A C I Ó N</b>	<b>Todos los ecosistemas de la cuenca</b>
Al aumentar la infiltraciónse regula el caudal de la cabecera del río y disminuye el riesgo de avenidas y aumenta el caudal base	Colaboración colectiva en la extinción de incendios	<b>Prevención de desastres naturales.</b> - Avenidas (Fernald et al, 2007; Fernald et al 2012) - Incendios (Martín et al, 1998)		<b>Ecosistema fluvial y bosque de ribera (EME, 2011)</b>
La población participa en las tareas de extinción	El llenado se realiza a través de una acequia de la comunidad de regantes			<b>Todos los ecosistemas de la zona son vulnerables al fuego, clasificados como <b>montaña mediterránea (EME, 2011)</b></b>
Llenado del depósito o balsa municipal para la extinción de incendios	Disminución de cantidad y continuidad de combustible de forestal			<b>Todos los ecosistemas de la zona son vulnerables al fuego, clasificados <b>montaña mediterránea (EME, 2011)</b></b>
Tareas de limpieza, selección de piés en dehesa, recolección de biomasa para leña y alimentación animal				<b>Todos los ecosistemas de la zona son vulnerables al fuego, clasificados <b>montaña mediterránea (EME, 2011)</b></b>

Práctica	Descripción	Servicio potencial del sistema de riego en el ecosistema implicado	Tipo de Servicio	Ecosistema implicado
Mantenimiento del flujo de información en el socioecosistema	Conocimiento de gran importancia. Imposible de regenerar en una escala de tiempo razonable si se pierde	<b>Mantenimiento del conocimiento ecológico local ligado al agua y a la biodiversidad local cultivada</b> (variedades y razas) (Gálvez García, 2015; Prados y Vahí, 2011; Acosta, 2007)	<b>C U L T U R A L E S</b>	<b>Afecta a todos los ecosistemas relacionados con los sistemas de riego</b> ya que posibilita éste genere servicios
Funcionamiento del socioecosistema	El agua y el territorio tienen un gran valor en el imaginario alpujarreño	Mantenimiento de la <b>identidad cultural y sentido de pertenencia</b> (Gálvez García, 2015)		<b>Afecta a todos los ecosistemas relacionados con los sistemas de riego</b> ya que posibilita éste genere servicios
Mantenimiento de la estructura del paisaje	Matenimiento del aterrazado, del mosaico de cultivos y vegetación silvestre, <b>variedad</b>	<b>Mantenimiento del paisaje</b> (Prados y Vahí, 2011; Zoido, S.F; Guzmán y Navarro, 2010)		Enriquece cultural y estéticamente, aportando diversidad y originalidad <b>al paisaje de los ecosistemas de montaña</b>

Tabla 14: Resumen de las sinergias que se producen entre los servicios de los sistemas de riego y otros ecosistemas relacionados. Elaboración propia

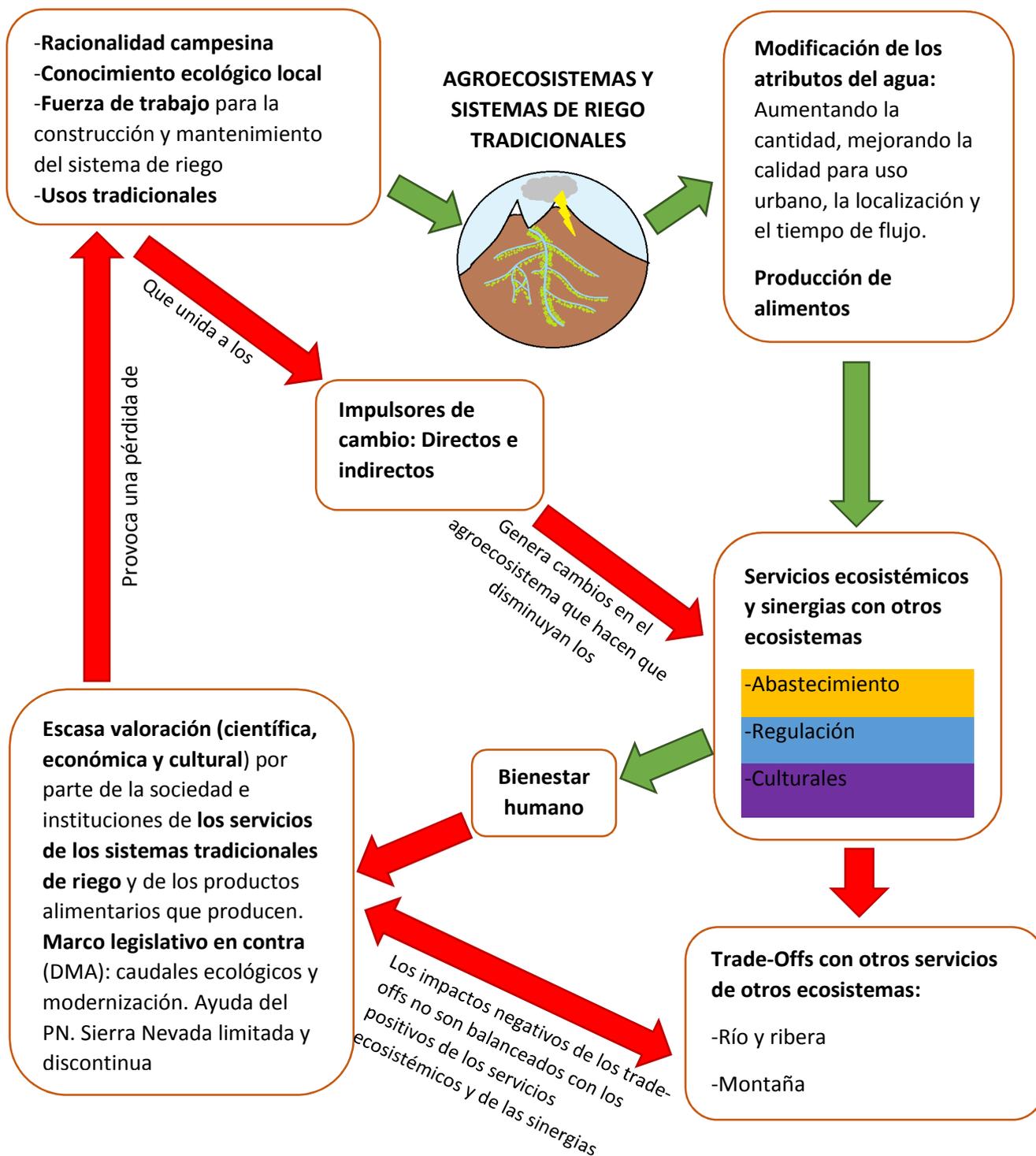


Figura 56: Relaciones entre racionalidad y esfuerzo campesino, servicios ecosistémicos, trade-offs y sinergias, bienestar humano, valoración e impulsores de cambio.

## 6. CONCLUSIONES

El agroecosistema de Cañar y sus sistemas de riego tradicionales pueden enmarcarse dentro de una racionalidad campesina cuyas prácticas resultan de gran eficiencia en el manejo de los recursos hídricos debido a un profundo conocimiento ecológico local y la aportación de una fuerza de trabajo para la construcción y mantenimiento dicho sistema de riego. Esta racionalidad junto con sus prácticas asociadas modela el agroecosistema y a mayor escala el paisaje e influye en el ecosistema natural de tal manera que modifica los atributos del agua consiguiendo un aumento de la cantidad, así como de la localización, el tiempo de flujo y una mejora de la calidad del agua para consumo urbano. Esta conjunción entre las prácticas campesinas y los aportes de la modificación de atributos del agua logra generar servicios ecosistémicos de abastecimiento, regulación y de carácter cultural lo que profundiza en la generación de bienestar humano. A pesar de este gran aporte de la vida, cultura y buen hacer campesino en la modelización de su entorno natural existe una escasa valorización, tanto científica como económica y cultural, por parte de la sociedad e instituciones de los servicios de los sistemas tradicionales y de los productos alimentarios que producen, lo que se refleja en un marco legislativo en contra (DMA) que fomenta el establecimiento de “caudales ecológicos” y modernización, aplicables a todos los sistemas de riego, tradicionales o no. Una de las premisas de las que nace esta generalización tan extendida es la consideración negativa de los trade-offs provenientes de la agricultura como en el caso que nos ocupa, las problemáticas potencialmente causadas en la ictiofauna o en el bosque de ribera (Trade-off 1 en la Tabla 13) o la disminución de la capacidad de regulación morfosedimentaria natural de las laderas (Trade-off 2 en la Tabla 13), sin exponerlos a contraste en forma de equilibrio con los servicios ecosistémicos generados por la misma actividad.

En nuestra opinión, **los servicios ecosistémicos producidos por el agroecosistema y los ecosistemas naturales deben ser balanceados con sus trade-offs correspondientes para generar un escenario complejo en el que se tengan en cuenta beneficios y pérdidas posibles dentro del sistema.**

En cuanto al primer trade-off, relacionado con los caudales ecológicos del Río Chico, la alternativa propuesta de **obligar a las comunidades de regantes a “respetar dichos caudales ambientales, evitando discontinuidades producidas por la desecación del cauce”** (Carta de la Junta de Andalucía a la comunidad de Regantes de Cañar) **reduciría la capacidad del sistema de riego para modificar los atributos del agua** (calidad, cantidad, localización y tiempo de flujo), **comprometiendo los servicios ecosistémicos que tienen origen en esta modificación y las sinergias con otros ecosistemas relacionados incluido el propio Río Chico**, quedando posiblemente afectada la regulación de su cabecera. Por otro lado, para los agricultores constituye un gran problema tener que dejar de regar en verano ya que supone exponer toda la cosecha, de forma que la imposición de caudales ecológicos puede conllevar a disminuir aún más si cabe, el número de agricultores que quiere y tiene las habilidades y el conocimiento necesario para realizar este tipo de agricultura de regadío tradicional.

Continuando esta línea de pensamiento, para establecer caudales ecológicos sería necesario hacer un análisis que salga de la visión de que cualquier tipo de agricultura, incluida la agricultura ecológica y con prácticas sustentables, es incompatible con la naturaleza. Aplicar una visión más holística supondría tener en cuenta **los servicios y las sinergias potenciales de los sistemas de riego además de los trade-offs**. De esta manera, acogiendo una complejidad analítica, se

pueden integrar los aspectos ecológicos junto con las implicaciones sociales y económicas que **podrían dificultar aún más la permanencia de la población en las zonas rurales de montaña.**

En todo caso, si se establecieran **caudales ecológicos de** los cursos fluviales por los servicios ecosistémicos que éstos generan, según este mismo razonamiento debería considerarse que también **las acequias tradicionales** en la zona de estudio y en general en Sierra Nevada entran dentro de esta categoría puesto que generan los mismos tipos de servicios.

Denotamos que en la zona de estudio existe un conflicto entre la **forma campesina tradicional de gestionar el ciclo hidrológico** (modificación de la pendiente, adición de materia orgánica para aumentar la capacidad de retención hídrica del suelo, careos, acequias con paredes permeables) y el modelo propuesto desde la **ciencia e ingeniería agrónomas y la DMA de gestionar los riegos**, basado en la eficiencia técnica exógena (limitación de las dotaciones por caudales ecológicos, modernización de riegos entendida como impermeabilización de los canales para la limitación de pérdidas). Este último modelo, debido a su respaldo institucional y científico, se impone al primero sin tener en cuenta que el modelo campesino constituye una forma de gestionar el ciclo hidrológico desarrollada regionalmente y en base a conocimientos de dicho ciclo transmitidos por generaciones permitiendo la supervivencia de las poblaciones locales y que por tanto, presenta una elevada multifuncionalidad y no solo un consumo de agua, tal y cómo presentamos en esta investigación.

En cuanto a las **sinergias**, puede decirse que **son valoradas institucionalmente y científicamente pero paradójicamente ello no implica la valoración de la racionalidad campesina que las genera.** Ni **tampoco la existencia de acciones institucionales decididas y persistentes para conservar el esfuerzo que mantiene la integridad de los agroecosistemas** que redundan en la generación de las mismas.

Debido a la dimensión de esta investigación que conlleva un periodo de investigación de campo de cuatro meses -como Programa Oficial de Posgrado- algunos de los resultados pueden considerarse como indicadores de lagunas de conocimiento y pueden aportar algunas luces para determinar la dirección de posteriores profundizaciones o investigaciones de mayor duración, como las que se sugieren en el apartado X. En las que haya la oportunidad de aplicar una pluralidad metodológica y el alcance de la misma, tanto en el tamaño y diversidad de la muestra poblacional referenciada como en el estudio de los agroecosistemas y ecosistemas naturales afectados in situ.

Por otro lado, y sobre la discusión teórica, hemos de señalar que el **marco teórico** propuesto consigue, por un lado, **relacionar las prácticas agrarias sustentables con los servicios ecosistémicos** y por otro lado, **encuadrar resultados que podríamos considerar inusuales y/o poco respaldados en parte de la literatura científica.** Destacan algunos de estos resultados, entre ellos:

- El sistema de riego estudiado mantiene el abastecimiento de agua dentro del ecosistema lo que contrasta con la idea generalizada de que los sistemas de riego son meras captaciones de agua con poca capacidad de reposición al sistema y sin reconocer la multifuncionalidad que potencialmente se les asocia.
- En el caso de estudio que se presenta, que probablemente podría extenderse a la mayoría de los regadíos tradicionales de Sierra Nevada, a través de las prácticas de la agricultura tradicional se consigue que el aumento del atributo de localización y tiempo de flujo del agua genere, por un lado, interesantes sinergias con los ecosistemas

relacionados y, por otro, que el agua sobrante no pueda interpretarse como una pérdida de la misma, puesto que ésta se recircula eficientemente en el sistema, bien evaporándose y volviendo a la atmósfera, bien retornando al curso fluvial.

- Algunos tipos de agricultura, especialmente si son de carácter ecológico y/o aplican prácticas sustentables de diseño inspirado en la funcionalidad y estructura de los sistemas naturales, pueden generar servicios ecosistémicos a la vez que sinergias con otros sistemas ecológicos interrelacionados.

Además, desde el punto de vista histórico podemos decir que **en algunos momentos del pasado la gestión tradicional ha llegado a rozar la sobreexplotación del territorio por el uso intensivo del sistema agrosilvopastoral de forma que se han llegado a producir graves problemas de erosión en la región.** Si bien es cierto que esto **puede relacionarse con factores diferentes a la racionalidad campesina**, como a las tendencias políticas peninsulares, la economía mundial y la demografía local (McNeill, 1992)

Otra de nuestras conclusiones está relacionada con los impulsores de cambio directo. En esta línea, podemos decir que el **impulsor de cambio directo** que más ha afectado a la integridad del agroecosistema es el **cambio de uso de los suelos (relacionado con todos los servicios ecosistémicos identificados)**, relacionado con cinco de los **impulsores indirectos considerados en EME: económico, demográfico, ciencia y tecnología, sociopolítico y cultural**; siendo estos últimos no menos importantes ya que realmente constituyen la base sobre la cual se asienta el impulsor directo de cambio y porque probablemente constituyen el mayor obstáculo para invertir la situación de abandono de la agricultura tradicional.

En cuanto a la corrientes de pensamiento en el diseño de planes de conservación de los espacios naturales, resaltamos que en la zona de estudio vemos como la imposición del modelo **Land Sparing** y dentro de él el establecimiento del **espacio protegido de Sierra Nevada, invisibiliza y niega la vocación de sustentabilidad de la racionalidad campesina** en cuanto a la **gestión del ciclo hidrológico y la biodiversidad.**

Asimismo, otra consecuencia de la aplicación de este modelo es la **restricción de usos o trabas burocráticas impuestas desde el espacio protegido que contribuye a que desaparezcan las formas de vida tradicionales** y por ende a que ocurran los cambios de usos del suelo, que disminuyen la generación de servicios agroecosistémicos.

Por todo ello y en consonancia con todo lo desarrollado en este trabajo, concluimos que **limitar la producción de servicios de abastecimiento** en Cáñar (en general en la agricultura tradicional de Sierra Nevada) **para limitar los trade-offs** que se producen con los servicios de los ecosistemas naturales, **no significa que esos trade-offs desaparezcan ya que los habitantes de Cáñar siguen consumiendo igualmente.** Significa que al producir menos, se importan más productos y, de esta manera, **se exportan los trade-offs** que se producirían en su territorio para producir alimentos **en forma de huella ecológica** a otros territorios, probablemente no protegidos y en los que existe una agricultura industrial que conlleva graves impactos a la salud y al medio ambiente (Altieri, 1999; Gliessman, 2002).

En lo relacionado con el segundo Trade-Off, relacionado con la regulación morfosedimentaria de las laderas (Tabla 13), aunque no se han encontrado referencias bibliográficas que clasifiquen a los aterrazados de esta manera dentro del marco de los servicios ecosistémicos, consideramos que en términos técnicos y teóricos puede categorizarse de esta manera dentro del marco de

MA. Ya que, en efecto, estas modificaciones severas del contorno de las laderas comprometen gravemente la capacidad de autorregulación de la ladera a escalas de tiempo razonables, lo que es fácilmente relacionable con el servicio de soporte que constituye la formación del suelo. No obstante, hay que decir que estas transformaciones a gran escala se hicieron en un contexto diferente, ya que históricamente se dependía mucho más de la producción local/regional para la alimentación de las comunidades humanas como ya se ha dicho. **De este modo debemos considerar que los aterrazados constituyen un Trade-Off, pero también los servicios ecosistémicos que potencialmente generan (como ya se ha hecho y se refleja). Así, podríamos considerarlos una infraestructura básica para la relocalización de los sistemas agroalimentarios que propone la agroecología,** ya que sin su existencia muchas zonas de montaña no podrían dedicarse a una agricultura sustentable por las elevadas pendientes que existen y los procesos erosivos que se desencadenarían.

Y finalmente no podemos dejar de señalar que la identificación de los servicios ecosistémicos y sinergias en la zona de estudio producidas por una forma de agricultura tradicional prácticamente abandonada, por su escaso interés en la sociedad moderna en la que vivimos, constituye una evidencia más de que **el Land Sharing puede ser posible;** sin olvidar la intergración de los trade-offs que se producen. Actualmente para aplicarlo, **se hace necesario actuar sobre los impulsores indirectos de cambio, que se encuentran fuertemente relacionados al sistema político-económico hegemónico.**

Siguiendo el hilo de los resultados expuestos, podríamos decir que **la hipótesis de partida: “las prácticas de gestión tradicional de la agricultura de regadío en Cádiz generan potencialmente servicios (agro)ecosistémicos de abastecimiento, regulación y culturales; a la vez que importantes sinergias con los ecosistemas naturales adyacentes”** ha quedado demostrada tanto en el marco teórico como en los resultados, mostrando que existen múltiples ejemplos de ambos efectos, servicios y sinergias; aunque hay que añadir que también se producen trade-offs, con los ecosistemas relacionados que con todos sus matices también es necesario considerar.

## 7. PROPUESTAS FUTURAS DE ACCIÓN E INVESTIGACIÓN

A raíz de todo el desarrollo de esta investigación y a modo de recomendaciones damos visibilidad a una serie de cuestiones que han emergido en el proceso de la presente pesquisa. Como cualquier investigación preliminar que pretende indagar una hipótesis, el objetivo no es solo la comprobación de la misma sino abrir caminos de profundización y confirmación y posibles futuras investigación de mayor alcance.

Las propuestas y recomendaciones que proponemos abarcan diversas dimensiones, disciplinas y metodologías con el afán de abrir un abanico más complejo y holístico que acoja diversas formas de generación de conocimiento, formas de hacer y cosmovisiones. Consideramos que este diálogo de saberes y prácticas afinará las políticas públicas y de gestión para que vibren en armonía con las necesidades de conservación del Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada y con la necesidad de reconocimiento y mantenimiento de los agroecosistemas diseñados por los habitantes locales de manera sustentable.

- 5.4. Línea de investigación acción participativa (IAP) en el ámbito de Sierra Nevada con el objetivo de revalorizar las formas de vida tradicionales, su conocimiento y racionalidad de manera que puedan mantenerse por su valor de uso y no por su valor de cambio. Utilizando como punto de partida el marco teórico híbrido entre servicios ecosistémicos y agroecología que se propone en este trabajo.
- 5.5. Línea de IAP en el ámbito de Sierra Nevada con el objetivo de crear un sello participativo de garantía que avale la producción y consumo responsables a través de Canales Cortos de Comercialización. Enfatizando los servicios hidrológicos que se relacionan con dicha producción.
- 5.6. Modelización de la evolución histórica de la cantidad de agua disponible según los cambios producidos en los usos del suelo y el aumento o disminución de la utilización de los sistemas de riego en las cuencas de Sierra Nevada.
- 5.7. Tipificación de los tipos de terrazas existentes en la agricultura tradicional mediterránea para comprobar si hay formas de construcción que requieran menos mantenimiento dependiendo del sistema de drenaje que utilicen o de la inclinación de los balates, de forma que se produzcan menos derrumbes a causa del abandono y por tanto sean menos vulnerables a él. Con el objetivo de sistematizar y obtener principios básicos de construcción de terrazas más resistentes.
- 5.8. Sistematización y análisis de las diferentes formas de organización socio-ecológica asociadas a los sistemas de riego tradicionales en el ámbito de Sierra Nevada.
- 5.9. Sistematización y análisis del conocimiento ecológico local asociado a los sistemas de riego tradicionales en el ámbito de Sierra Nevada.

- 5.10. Comparación de los sistemas de riego tradicional de Sierra Nevada con otros similares existentes en otros lugares, como por ejemplo en los Andes, para tratar de establecer similitudes y diferencias en las prácticas de los careos y tratar de establecer unos principios básicos y comunes de gestión tradicional campesina del ciclo hidrológico.
- 5.11. Basándose en los principios básicos y comunes de la gestión tradicional campesina del ciclo hidrológico, testar su aplicabilidad en lugares que cumplan las condiciones biofísicas y ecológicas. Ya que es posible que haya zonas donde estos sistemas no hayan estado históricamente presentes pero debido al cambio climático puedan ser necesarios o aplicables.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, R. (2007). La biodiversidad en la agricultura. La importancia de las variedades locales. En Juan Maestre, Alba González y Ángel Casas (eds.).

Aguilera, F. (2006). Hacia una nueva economía del agua: Cuestiones fundamentales. Polis, Revista de la Universidad Bolivariana ISSN 0717-6554

Alonso, A. y Sevilla, E. (1995). El discurso ecotecnocrático de la sostenibilidad. En Cadenas Marín, A. (coord.). Agricultura y Desarrollo Sostenible. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, pp. 91-119 (ISBN: 84-491-0100-X).

Altieri, M.A. (2004). Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Front Ecol Environ* 2004; 2(1): 35–42.

Altieri, M.A. y M.K. Anderson. (1986). An Ecological Basis for the Development of Alternative Agricultural Systems for Small Farmers in the Third World, *American Journal of Alternative Agriculture*, 30-38

Bennett, E.M., Balvanera, P. (2007). The future of production systems in a globalized world. *Front. Ecol. Environ.* 5, 191–198.

Blanco, E. Casado, M.A. Costa, M. Escribano, R. García, M. Génova, M. Gómez, A. Gómez, F. Moreno, J.C. Morla, C. Regato, P. Sainz, H. (1998). Los bosques ibéricos. Editorial Planeta. 597pp

Bonet, F. J. Cayuela, L. (S/F). Seguimiento de la cubierta de nieve en Sierra Nevada: tendencias en la última década y posibles implicaciones ecológicas de las mismas. Laboratorio de ecología. Centro Andaluz de Medio Ambiente. Universidad de Granada-Junta de Andalucía.

Bonet, F.J. Moreno, R. Pérez, R. Zamora, R. (2014). Estudio de cambios de la biodiversidad a través de talleres de participación ciudadana. Centro Andaluz de Medio Ambiente. Universidad de Granada. Congreso Nacional de Medio Ambiente.

Brauman, K. Daily, C. Duarte, K Mooney, H. (2007). The Nature and Value of Ecosystem services: An Overview Highlighting Hydrologic Services. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 2007. 32:6.1–6.32.

Branucci, G. Paliaga, G. (S/F). The hazard assessment in a terraced landscape: preliminary result of the Liguria (Italy) case study in the Interreg III Alpter project.

Cabello, J. y Castro, A. (2012). Estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas de Alta Montaña de Andalucía. Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global. Junta de Andalucía.

Camacho M.T., García, P. Jiménez, Y. Menor, J. Paniza, A. (2002). Dinámica evolutiva del paisaje vegetal de la Alta Alpujarra Granadina en la segunda mitad del Siglo XX. *Cuadernos Geográficos*, 32 (2002), 25-42.

Carpintero, O. (2006). La huella ecológica en agricultura y alimentación en España, 1955-2000. *AREAS Revista Internacional de Ciencias Sociales* Nº 25/2006. La transformación del territorio, antes y después de 1950 31-45.

Carpintero, O. (2011) en Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España. Sección VII. Capítulo 29. Impulsores indirectos de cambio. Impulsores económicos: Conexiones con la insostenibilidad y el bienestar humano. 1557-1635

Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía (2006). Asistencia Técnica. Evaluación de la calidad ecológica del Río Trevélez y Determinación de sus caudales ecológicos.

Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (2011). DECRETO 238/2011, de 12 de julio, por el que se establece la ordenación y la gestión de Sierra Nevada. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, número 155, 114-314.

Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía. (2015). Proyecto de Plan hidrológico 2015/2021. Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas.

Consejería de Cultura y Medio Ambiente (1994). DECRETO 64/1994, del 15 de marzo, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de Sierra Nevada. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía número 53.

Díaz, S. Quétiera, F. Cáceres, D. Trainor, S. Pérez-Harguindeguya, N. Bret-Harted, S. Finegane, B. Peña-Claros, M. Poorterg, L. (2010). Linking functional diversity and social actor strategies in a framework for interdisciplinary analysis of nature's benefits to society. PNAS vol. 108 no. 3 895–902. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1017993108](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1017993108).

Dorren, L. y Rey, F. (S/F). A review of the effect of terracing on erosion. Soil Conservation And Protection for Europe.

Espín, R. Ortiz, E. Guzmán, J. R. (2010). Manual del Acequero. Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

FAO (1996). Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo preparado para la Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos Leipzig, Alemania 17–23 de junio de 1996.

FAO (2003). World agriculture: towards 2015/2030. Interim Report. Rome, Italy: FAO.

FAO (2010). El Segundo Informe sobre El estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Felipe-Lucia, M.R. Comín, F.A. (2015). Ecosystem services–biodiversity relationships depend on land use type in floodplain agroecosystems. Elsevier, Land Use Policy 46 (2015) 201–210

Fernald, A. Baker, T. Guldan, S. (2007). Hydrologic, Riparian, and Agroecosystem Functions of traditional *Acequia* Irrigation Systems. Journal of Sustainable Agriculture, Vol. 30(2)

Fernald, A. Tidwell, V. Rivera, J. Rodríguez, S. Guldan, S. Steele, C. Ochoa, C. Hurd, B. Ortiz, M. Boykin, K. and Cibils, A. (2012). Modeling Sustainability of Water, Environment, Livelihood, and Culture in Traditional Irrigation Communities and Their Linked Watersheds. *Sustainability* 2012, 4, 2998-3022; doi:10.3390/su4112998

Fischer, J. Brosi, B. Daily, G. Ehrlich, P. Goldman, R. Goldstein, J. Lindenmayer, D. Manning, A. Mooney, H. Pejchar, L. Ranganathan, J. and Tallis, H. (2008). Should agricultural policies encourage land sparing or wildlife-friendly farming? *Front Ecol Environ* 6:380-385 ARTICLE in *FRONTIERS IN ECOLOGY AND THE ENVIRONMENT*. DOI: 10.1890/070019

Fleming, W. Rivera, J. Miller, A. & Piccarello, M. (2014). Ecosystem services of traditional irrigation systems in northern New Mexico, USA, *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 10:4, 343-350, DOI: 10.1080/21513732.2014.977953.

Gallart, F. Llorens, P. Latron. J (1994). Studying the role of old agricultural terraces on runoff generation in a small Mediterranean mountainous basin. *Journal of Hydrology* 159 (1994) 291-303.

Gálvez, C. (2015). Saberes locales en el mundo global. Huertas, agua y conocimiento agroecológico en la Alpujarra Alta Occidental. Tesis Doctoral. Universidad Pablo Olavide.

García-Ruiz, (2010). The effects of land uses on soil erosion in Spain: A review. ARTICLE in *CATENA* · APRIL 2010 Impact Factor: 2.82 · DOI: 10.1016/j.catena.2010.01.001.

Garrido, F. (2012). Ecología política y agroecología: Marcos cognitivos y diseño institucional. *Agroecología* 6: 21-28, 2012.

Gliessman SR. (1998). *Agroecology: ecological process in sustainable agriculture*. Ann Arbor, MI: Ann Arbor Press.

Gómez, A. Agroecosistemas en Montes, C. Benayas, J. y Santos, F. (2011). Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España. Sección III, Capítulo 17. 1069-1129

Gómez-Reino, M. y Taibo, C. (2011). Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España. Sección VII. Impulsores indirectos, impulsores y procesos demográficos. 1737-1763

González del Tánago, M. (1991). La ecuación universal de pérdidas de suelo. Pasado, presente y futuro. *Ecología*, N.º 5, 1991, pp. 13-50. Icona, Madrid.

Gullón, N. Esteban, F. (2007). Análisis de la huella ecológica de España Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Guzmán, J. R. y Navarro, R. M. (Coords.). (2010). El agua domesticada. Los paisajes de los regadíos de montaña en Andalucía Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 592 pp.

HLPE. (2013). Inversión en la agricultura a pequeña escala en favor de la seguridad alimentaria. Informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, Roma.

Iniesta-Arandia, I. García, D. Paula, A. Piñeiro, C. Montes, C. y Martín-López, B. (2014) Factors influencing local ecological knowledge maintenance in Mediterranean watersheds: Insights for environmental policies. *AMBIO*. Royal Swedish Academy of Sciences 2014 [www.kva.se/en](http://www.kva.se/en)

Jiménez, Y. (1990). Cambios ambientales que suceden al abandono de los campos de cultivo en terrazas: La acequia del Cachariche. *Cuadernos Geográficos*. Un. Gr. 18-19, 1989-1990; 5-45.

Koulouri, M. Giourga, Chr. (2005). Land abandonment and slope gradient as key factors of soil erosion in Mediterranean terraced lands. *Catena* 69 (2007) 274–281.

Lamarque, P. Meyfroidt, P. Nettier, B. Lavorel, S. (2014). How Ecosystem Services Knowledge and Values Influence Farmers DecisionMaking. *PLoS ONE* 9(9): e107572. Doi:10.1371/journal.pone.0107572.

López-Santiago y Menéndez (2011). Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España. Sección VII. Capítulo 32. Impulsores indirectos, ciencia y tecnología. 1691-1737

Lorite, J. Valle, F. & Salazar, C. (2003). Síntesis de la vegetación edafohigrófila del Parque Natural y Nacional de Sierra Nevada. *Monogr. Fl. Veg. Béticas* 13: 47-110.

Lovell, J.K. DeSantis, S. Nathan, Ch. A. Breton, M. Méndez, V. E. Kominami, C. Erickson, D. L. Morris, K. S. & Morris, W. B. (2010). Integrating agroecology and landscape multifunctionality in Vermont: An evolving framework to evaluate the design of agroecosystems. *Agricultural Systems* 103 (2010) 327–341

Maass, M. Balvanera, P. Baudry, J. Bourgeron, P. Dick, J. Equihua, M. Forsius, M. Halada, L. Krauze K. Nakaoka M. Orenstein, D. Parr T. Redman, Ch. Rozzi, R. Santos-Reis, M. Vădineanu, A. (2015). (Aceptado) Changes in biodiversity and trade-offs among ecosystem services, stakeholders and components of well-being: the contribution of the ILTER to PECS.

McNeill, J. R. (1992). *The mountains of Mediterranean world: an environmental history*. ISBN 0521522889. Cambridge University Press.

Madoz, P. (1845-1850). *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar*, 16 tomos, Madrid: Establecimiento literario-tipográfico de P. Madoz y L. Sagasti.

Marcén, C. Zúñiga, M. Benayas, J. (2011). Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España. Sección VII. Capítulo 30. Impulsores indirectos, impulsores y procesos demográficos. 1635-1661

Martín, J.M. Fereres, E. García, M. Polo, M. J. Herrero, J. Pimentel, R. Bonet, M.T. (2015). Observaciones a la propuesta de proyecto de revisión del Plan Hidrológico, proyecto de Plan de Gestión del Riesgo de Inundación y Estudio Ambiental Estratégico de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, ciclo de planificación hidrológica 2016-2021. MEMOLA Project.

Martín M.P., Chuvieco, E. y Aguado I. (1998). La incidencia de los incendios forestales en España. *Serie Geográfica*. Vol. 7 1998:23-36. ISSN: 1136-5277.

Millán, M. (2010). Sequía en el Mediterráneo e inundaciones en el Reino Unido y Centroeuropa. Cosas que los modelos climáticos globales no ven del ciclo hídrico en Europa y por qué. *Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible*. Monográfico Nº 10. Fundación CajaMar.

Millán, M. An example: reforestation, en Jaeger, C. Hasselmann, K. Leipold, G. Mangalagiu, D. Tàbara, D. (2012). Reframing the problem of climate change from zero sum game to win-win solutions. Editorial Earthscan. ISBN 978-1-84971-447 218-237

Millan, M. (2014). Extreme hydrometeorological events and climate change predictions in Europe. *Journal of Hydrology* 518 (2014) 206–224.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.

Miller A.R. (2013). Assessing change and resilience in a northern New Mexico *acequia* irrigation community. Professional Project, Dual Degree Master of Water Master of Community and Regional Planning, University Resources and of New Mexico. OP, editors. *Water policy in New Mexico*. New York (NY): Resources for the Future Press; p. 85–98.

Montes, C. Benayas, J. y Santos, F. (2011). *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España*. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente Medio Rural y Marino. 1749 pp

Moreno, R. González, P. Navarro, I. Bonet, F. J. Pérez, A.J. Zamora, R. Montaña mediterránea en Montes, C. Benayas, J. y Santos, F. (2011). *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España*, Sección III, Capítulo 9, 421-462

Naredo, J.M. (2004). *La evolución de la agricultura en España (1940–2000)*. Granada: Universidad de Granada.

Naredo J.M. (Coordinador), Carpintero, O. Frías, J. Saa, A. Gascó, J.M. Cubillo, F. (2009). *El agua Virtual y la huella hidrológica en la Comunidad de Madrid*. Canal de Isabel II –936445-4-3.

Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada (2014). *Avance de resultados del Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada*. Jornadas de Cambio Global y Parques Nacionales: desafíos y oportunidades. 2, 3 y 4 de Julio de 2014.

Ostrom E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. New York: Cambridge University Press.

Pagiola, S. & Platais, G. (2002). *Payments for Environmental Services*. World Bank, Washington, D.C.

Posthumus, H., Rouquette, J.R., Morris, J., Gowing, D.J.G., Hess, T.M. (2010). A framework for the assessment of ecosystem goods and services: a case study on lowland floodplains in England. *Ecol. Econ.* 69, 1510–1523, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.02.011>.

Power, A.G. (2010). Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Phil. Trans. R. Soc. B* 365, 2959–2971. doi:10.1098/rstb.2010.0143.

Prados, M.J. Vahí, A. (2011). El diseño de itinerarios turísticos para la puesta en valor del patrimonio territorial. *Las acequias de careo en el Parque Nacional de Sierra Nevada*. Cuadernos de Turismo, 27, (2011), 785-809

Rivera JA. (2012). The historical role of *acequias* and agriculture in New Mexico. In: Brookshire DS, Gupta HV, Matthews.

Sbih, B. Pulido, A. y Vallejos, A. (1985). Los careos y su impacto ambiental. *Geogaceta*, 17, 1995.

San Miguel, A. (2014). Gestión y conservación en la Red de Parques Nacionales de España. *Revista Ambienta*. Nº 106 Marzo. 16-25. Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente

Santos-Martín, F. Montes, C. Alcorlo, P. García-Tiscar, S. González, B. Vidal-Abarca, M.R. Suárez, M.L. Royo, L. Ferriz, I. Barragán, J. Adolfo, J. López, C. y Benayas, J. (2015). La aproximación de los servicios de los ecosistemas aplicada a la gestión pesquera. Fondo Europeo de Pesca, Fundación Biodiversidad del Ministerio de Medio Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid

Sevilla, E. (2006). De la sociología rural a la agroecología. Bases ecológicas de la producción. Editorial Icaria. ISBN: 84-7426-908-3

Toledo V.M y González de Molina (2007). El Metabolismo social: las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. Artículo publicado en el libro de Garrido, F.; et al., (2007) El paradigma ecológico en las ciencias sociales. Editorial Icaria, España, pp. 85-112.

Toledo V.M. (2008). Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol. 7: 1-26.

Toledo, V. (1993). La racionalidad Ecológica de la Producción Campesina, en Sevilla Guzmán, E. y González de Molina, M. (eds.): *Ecología, Campesinado e Historia*. Col. Genealogía del Poder nº 22, Ed. La Piqueta, pp. 197-219.

Toledo, V.M. y Barrera-Bassols, N. (2008). La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Editorial ICARIA. ISBN: 978-849888-001-4 230pp

Toledo, V. M. y González, M. (2011). Metabolismos, naturaleza e historia. Editorial ICARIA. ISBN978-84-9888-346-6 375pp

Valladares, F. (2004). Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Páginas 13-25. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S. A., Madrid. ISBN: 84-8014-552-8 Valladares, F. (2004).

Vara, I. Cuéllar, M. (2013). Biodiversidad cultivada: una cuestión de coevolución y transdisciplinariedad. *Ecosistemas* 22(1):5-9. Doi.: 10.7818/ECOS.2013.22-1.02

Velasco, H.; Díaz de Rada, A. (1997). El trabajo de campo. La lógica de la investigación etnográfica. Un modelo de trabajo para etnógrafos de la escuela. Madrid: Editorial Trotta.

Velázquez, E. y Beltrán, M.J. (2011). Del metabolismo social al metabolismo hídrico. Documento de trabajo 02-2011. Asociación Economía Ecológica en España.

Zhang, W. Ricketts, T.H. Kremenc, C. Carneyd, K. Swinton, S.M. (2007). Ecosystem services and dis-services to agricultura. Elsevier Ecological economics 64 253-260

Zoido, F. (S/F) Paisaje e infraestructuras, una relación de interés mutuo. Consejería de Obras Públicas y Transportes de Andalucía.

[www.chse.es](http://www.chse.es)

[www.globalbioclimatics.org](http://www.globalbioclimatics.org)

[www.ine.es](http://www.ine.es)

[www.rediam.es](http://www.rediam.es)

[www.memolaproject.eu](http://www.memolaproject.eu)

## ANEXO I: Vegetación edafohigrófila relacionada con los sistemas de riego tradicional en el ámbito de Sierra Nevada.

Tipo	Subtipo	Nombre de la asociación y autoría	Estructura y ecología
A) Vegetación de agua dulce flotante, sumergida o enraizada		<i>Charetum vulgaris</i> Corillion 1957	Asociación de fenología estival dominada por diversas variedades de <i>Chara vulgaris</i> que ocupa lagunas, charcas y balsas de aguas limpias, o bien ríos y arroyos, adherida a materiales duros del lecho
		Comunidad de <i>Zannichellia contorta</i>	Comunidad muy densa, dominada por <i>Zannichellia contorta</i> subsp. <i>contorta</i> (normalmente monoespecífica), sumergida en los márgenes de ríos, arroyos, acequias y balsas.
B) Vegetación dulceacuícola fontinal, anfibia y turbófila	B1) Vegetación primocolonizadora efímera	<i>Xanthio italicum-Polygonetum persicariae</i> O. Bolòs 1957	<i>Xanthio italicum-Polygonetum persicariae</i> O. Bolòs 1957 Herbazales densos de fenología estival (primaveral tardía) dominados por grandes terófitos como <i>Chenopodium ambrosioides</i> , <i>Polygonum lapathifolium</i> , <i>P. persicaria</i> , <i>Xanthium strumarium</i> subsp. <i>italicum</i> , junto a otras especies como <i>Aster squamatus</i> , <i>Conyza canadensis</i> , <i>C. bonaeriensis</i> , etc. Aparece en la primera banda de vegetación riparia, sobre suelos que han permanecido inundados en invierno y se desecan en verano. La tónica dominante en los sustratos que ocupa es la presencia de materia orgánica (residuos urbanos o agrícolas) y mineral (fertilizantes, pesticidas, etc.).
	B2) Vegetación fontinal y turfófila	<i>Caricetum camposii-cuprinae</i> Salazar, Lorite, Cano & F. Valle in Salazar, Lorite, A.García, J. Torres, Cano & F. Valle 2001	Asociación dominada por hem criptófitos cespitosos de considerable talla del género <i>Carex</i> (sobre todo <i>C. camposii</i> y <i>C. cuprina</i> ) que ocupan el permanentemente humectados. Se desarrolla sobre sustratos higróturbosos, pobres en bases y centro de arroyos y ríos, así como taludes removidos con frecuencia por el pisoteo de animales, en los que se forman microdepresiones permanentemente encharcadas, en los termotipos supra- y oromediterráneo, presentando su óptimo en el primero.
C) Vegetación rupícola,	C1) Vegetación casmofítica	No hay casos de vegetación casmofítica ligados a la intervención humana	No hay casos de vegetación casmofítica ligados a la intervención humana

	C2) Vegetación glerícola	<i>Andryaetum ragusinae</i> Br. Bl. & O. Bolòs 1958	Asociación de guijarrales de ramblas dominada por especies nitrófilas, en la cual es particularmente importante la presencia de <i>Andryala ragusina</i> . Junto a las especies características de pedregales aparecen especies propias de las comunidades climáticas o antropozoogénicas, que provienen de semillas arrastradas por el agua.
D) Vegetación de lindero de bosque y megafórbica		<i>Dipsaco fulloni-Cirsietum crinitae</i> A. & O. Bolòs ex O. Bolòs 1956	Cardal de marcado carácter higronitrófilo, que aparece colonizando los claros abiertos en suelos profundos y frescos, propios del dominio de vegetación ripícola arbórea (olmedas y choperas). Aparece en tramos altos y medios de ríos, con fenología estival y claramente relacionada con labores agrícolas
		<i>Heracleo granatensis-Urticetum dioicae</i> Ríos & Alcaraz in Ríos 1996	Comunidad de megaforbias escionitrófilas entre las que destacan <i>Heracleum sphondylium</i> subsp. <i>granatense</i> y <i>Urtica dioica</i> , junto a elementos como <i>Sambucus ebulus</i> , <i>Ligusticum lucidum</i> y <i>Arctium lappa</i> . Ocupa riberas con suelos profundos y ricos en materia orgánica, generalmente en lugares umbríos y bastante antropizados, sobre todo por el paso de ganado
		<i>Urtico dioicae-Sambucetum ebuli</i> Br.-Bl. (1936) 1952	Herbazales dominados por saúcos ( <i>Sambucus ebulus</i> ) de gran talla, desarrollados sobre suelos nitrificados, en los que existe una elevada nitrificación por acumulación de restos vegetales en descomposición provenientes de labores agrícolas.
		<i>Arundini donacis-Convolvuletum sepium</i> Tüxen & Oberdorfer ex O. Bolòs 1962	Asociación de herbáceas trepadoras que adquieren gran talla y densidad, donde la especie más frecuente es <i>Cynanchum acutum</i> , apareciendo también <i>Calystegia sepium</i> en menor cantidad y puntualmente algunas especies volubles alóctonas ( <i>Ipomoea</i> spp.). Se desarrolla sobre cañaverales, árboles o vallados, en terrenos de suelos profundos y frescos próximos a cultivos. A pesar de ser frecuente la presencia de cañas ( <i>Arundo donax</i> ) y carrizos ( <i>Phragmites australis</i> )
		<i>Scrophulario auriculatae-Epilobietum hirsuti</i> Ríos & Alcaraz in Ríos 1996 (Tabla 9)	Herbazal denso y de gran talla, que se desarrolla en los cauces de ríos y arroyos con corriente lenta y acumulación de materia vegetal sin descomponer, en tramos superiores y medios de los ríos (supra y mesomediterráneo), en aguas que pueden ser desde limpias a muy contaminadas.
E) Vegetación pratense y pascícola E1) Pastizales y prados perennes		<i>Brachypodietum phoenicoidis</i> Br.-Bl. 1924	Fenalar denso de aspecto glauco en el que predominan gramíneas de hojas asperas ( <i>Brachypodium phoenicoides</i> , <i>Elymus hispidus</i> , <i>E. repens</i> y <i>estuca arundinacea</i> ). Constituyen formaciones densas y pobres en especies que rodean o sustituyen a formaciones ripícolas sobre suelos básicos, húmedos y profundos. Con

		frecuencia también aparecen a lo largo de acequias u otras conducciones de agua.	
	E2) Vegetación de praderas antropizadas y cervunales	<i>Holoschoenetum vulgaris</i> <i>Br.-Bl. ex Tchou 1948</i>	Juncales termo- y mesomediterráneos desarrollados sobre suelos húmedos básicos que sufren una inundación temporal, seguida de un período de sequía que puede ser bastante. Lorite & al.: Vegetación edafohigrófila de Sierra Nevada 65 prolongado. Aparecen en las riberas de ríos, arroyos e incluso acequias.
		<i>Peucedano hispanici-Sonchetum aquatilis</i> O. <i>Bolòs 1957</i>	Herbazales higrófilos y termófilos de tramos medios e inferiores de los ríos (termomediterráneo y mesomediterráneo, puntualmente supramediterráneo), que ocupa bordes de arroyos con escasa corriente, apareciendo también con frecuencia en acequias
		<i>Cirsio-Juncetum inflexi</i> Vigo <i>1968</i>	Juncal nitrófilo desarrollado sobre suelos de encharcamiento prolongado en pequeñas depresiones o en las proximidades de acequias, regatos y abrevaderos. En el caso de que aparezca en las orillas de ríos, esta comunidad presenta apetencia por sustratos finos, con gran capacidad de retención de agua. Aparece desde el termo- al oromediterráneo, comportándose como indiferente edáfica, ya que depende exclusivamente de la existencia de suelos suficientemente nitrificados por el ganado.
F) Vegetación serial arbustiva y de margen de bosque		<i>Rubus ulmifolii-Corietum myrtifoliae</i> O. Bolòs 1954 <i>(Tabla 18)44b. variante con Adenocarpus decorticans</i>	Zarzal dominado por <i>Coriaria myrtifolia</i> y <i>Rubus ulmifolius</i> que bordea los bosques riparios y los barrancos húmedos. Esta variante aparece sobre esquistos del complejo nevado-filábride, orlando y sustituyendo a las saucedas-alisedas atrocinéreas y alisedas de tramos medios de ríos. Asimismo, es posible hallarla siguiendo la humedad que proporcionan acequias y canales de riego.
G) Arbustadas y bosques paludosos, quionófilos y primocolonizadores riparios		<i>Equiseto ramosissimi-Imperatetum cylindricae</i> <i>Ron in Bellot, Ron &amp; Carballal 1979</i>	Herbazales dominados por <i>Imperata cylindrica</i> y <i>Equisetum ramosissimum</i> . Aparece bajo los termotipos termo- y mesomediterráneo inferior, cupando los suelos arenosos compactados de los márgenes de acequias y zonas arenosas del cauce.

Tabla 15 Vegetación edafohigrófila relacionada con los sistemas de riego tradicional en el ámbito de Sierra Nevada. Elaboración propia a partir de Lorite, J., F. Valle & C. Salazar (2003).

## ANEXO II: Datos y perfiles de las acequias

Acequias	Observaciones	Orden	Longitud (m)
<b>de la Era Alta</b>	Toma del ARROYO de los HELECHARES. La acequia continuaba hasta pasar el Nevazo	1	3543,572
<b>Miércoles</b>	Riega los MIERCOLES de cada semana	2	3296,234
<b>Barjas</b>	LUNES y MARTES baja a Cáñar. Se modifica el tramo final para ingresar en el CERRO. No esta marcada hasta el río(80m+/-)	3	3550,898
<b>Hijuela del Cerromán</b>	Se modifica el tramo final para ingresar en el VIERNES	4	1046,468
<b>Nueva</b>	Toma de la Acequia Grande. JUEVES. 1 hora de claro. Ingresa en la Alberca del Encinar (en primavera no). Por el Bco. del Nevazo hasta las MAJAILLAS	5	2501,508
<b>Nueva</b>	Ramal de la Acequia Nueva solamente en primavera para echar el agua por el Bco. del Nevazo sin pasar por la Albeca del Encinar	5	80,299
<b>Injerto del Cerecillo</b>	Injerto de la Acequia Nueva. Desde por debajo de la Alberca del Encinar hasta el Cerecillo	5	773,792
<b>de las Cañadas</b>	Desde la Alberca del Encinar, para llevar el agua al JUEVES o al VIERNES o para la Vega	6	1354,536
<b>Viernes</b>	Riega los VIERNES de cada semana. Continúa por la ACEQUIA VIEJA o por el DESCARGADERO para ir al BEBER y ALBERCA del MOLINO	7	2720,801
<b>Jueves</b>	Riega los JUEVES. Se gana 2 h respecto al VIERNES por Bco las Parrillas hasta BEBER y ALBERCA del MOLINO o por INJERTO del JUEVES hasta ACEQUIA VIEJA	8	2266,827
<b>Cerro</b>	para Carear el agua en el Cerro y que aumente la FUENTE del PUEBLO ALTO	7	33,430
<b>Injerto de Santo Pitas</b>	Injerto del VIERNES y BARJAS (DOMINGO). El Brazal termina encima del Camino de Perot. Había un Caero para hechar agua de Barjas sin llegar al Viernes	9	590,796
<b>Empedrá</b>	Toma del VIERNES, cruza el JUEVES. Riega horas del JUEVES, VIERNES y VEGA. Desde la torna hasta el Bco le pertenece a BARJAS. VEGA empieza en Bco Peñas	10	1170,286
<b>Empedrá Injerto 1 Río</b>	Injerto PRINCIPAL de la EMPEDRA. Riega horas del JUEVES, VIERNES y VEGA, que empieza en el Injerto SECUNDARIO.	10	497,837
<b>Empedrá Injerto 2 Río</b>	Injerto SECUNDARIO de la EMPEDRA. Es VEGA	10	173,375
<b>Empedrá Haza del Corral</b>	Injerto de la HAZA del CORRAL. VEGA de la EMPEDRA. La VEGA empieza en el Bco. de las Peñas.	10	362,411
<b>Empedrá Los Alamillos</b>	Injerto de los ALAMILLOS. VEGA de la EMPEDRA. La VEGA empieza en el Bco. de las Peñas.	10	318,194
<b>Parra Victoria</b>	Es VEGA	11	256,485
<b>Vieja</b>	Prolongación del VIERNES para regar en la VEGA	12	588,545
<b>Manzanillo</b>	Es VIERNES hasta su union con el MANZANO, el resto es VEGA	13	427,173
<b>Manzano</b>	Es VEGA, se junta con el MAZANILLO, que es donde termina el VIERNES.	13	521,324
<b>Injerto del Manzano</b>		13	301,781
<b>Pueblo Alto</b>	Toma de la Fuente del Pueblo Alto o del JUEVES por el Barranco o del VIERNES por el DESCARGADERO	14	454,467
<b>Mezquita</b>	Toma de la Fuente del Pueblo Alto o del JUEVES por el Barranco o del VIERNES por el DESCARGADERO	15	382,122

<b>Beber</b>	Toma del Bco Las Parrillas desde la SIERRA o FUENTE del PUEBLO ALTO hasta la ALBERCA del MOLINO. Reparte el agua para el resto de brazales aguas abajo	18	1074,327
<b>Guindos</b>	Toma de ACEQUIA VIEJA. Se puede echar por Bco de la Fuente y juntarse con FUENTE y BAYACAS, pero no es brazal. 2 INJERTOS	16	744,878
<b>Injerto de los Guindos</b>	Pasa por el Cementerio donde ingresa agua de la prolongacion de las CA ÆAILLAS. Llega hasta BAYACAS	16	228,167
<b>Injerto de los Guindos</b>		16	96,141
<b>Injertos de la Mezquita</b>	Injertos del Brazal de la Mezquita	15	224,905
<b>Injertos de la Mezquita</b>	Injertos del Brazal de la Mezquita	15	185,447
<b>Visillo</b>	Totalmente abandonado. La toma no existe. EL Brazal termina a la entrada del banal.	17	214,859
<b>Parrillas</b>	Sale del BEBER, antes o del RECIBO o de la ALBERCA del MOLINO. Brazal principal, salen TRANCE y HUERTA BAJA, termina antes del Cortijo de Beneficio	19	977,075
<b>Trance</b>	Sale de las PARRILLAS, antes del Barranco, termina en la Cañeria que es el desagüe hacia HUERTA BAJA	20	639,735
<b>Huerta Baja</b>	Sale de las PARRILLAS, cuando sale del Barranco. Tramos completamente perdidos. Termina en el CORTIJO de PILARICA	21	288,795
<b>Cañailas</b>	Toma de la unión de BEBER y ACEQUIA VIEJA. Antes terminaba en la última torna, ahora se prolonga hasta el INJERTO de los GUINDOS	22	506,416
<b>Injerto de la Fuente</b>	Injerto del BEBER, sale del Barranco de la Fuente y casi llega al INJERTO de los ALMENDRALES que va a la Capellan ña	23	308,423
<b>Fuente</b>	Toma del BEBER en las Placetillas. Coincide con Bco de la Fuente desde la torna de BAYACAS. Tiene 1 INJERTO, termina en Bco debajo de torna del Injerto	23	564,396
<b>Bayacas</b>	Toma de la FUENTE en el Barranco. Tiene 4 Injertos. Puede recibir agua de los GUINDOS por el Bco, igual que la FUENTE	24	810,344
<b>Injerto de Bayacas</b>	En los Injertos se riega de ARRIBA hacia ABAJO, cada uno se costea el claro. En el Brazal se riega de ABAJO hacia ARRIBA, se cuenta el claro	24	183,508
<b>Injerto de Bayacas</b>	En los Injertos se riega de ARRIBA hacia ABAJO, cada uno se costea el claro. En el Brazal se riega de ABAJO hacia ARRIBA, se cuenta el claro	24	126,609
<b>Injerto de Bayacas</b>	En los Injertos se riega de ARRIBA hacia ABAJO, cada uno se costea el claro. En el Brazal se riega de ABAJO hacia ARRIBA, se cuenta el claro	24	237,934
<b>Injerto de Bayacas</b>	En los Injertos se riega de ARRIBA hacia ABAJO, cada uno se costea el claro. En el Brazal se riega de ABAJO hacia ARRIBA, se cuenta el claro	24	77,101
<b>Almendrales</b>	Sale de los Alamos, va subterránea cruzando el pueblo, llega a la ALBERCA de la HAZA VILA. Es el desagüe de la Fuente del Pueblo, coincide con Bco.	25	711,800
<b>Injerto de los Almendrales</b>	Injerto para la HAZA del CERRILLO, sale después del chorreron donde termina el tubo que sale de la ALBERCA de la HAZA VILA	25	250,978
<b>Injerto de los Almendrales</b>	Injerto para la CAPELLANIA, sale en los Cortijos de Miguel Vílchez, termina en la Alberca de la Capellanía	25	185,619
<b>Cortijuelo</b>	Empieza en el parteaguas del BEBER en las ERAS (LAUNERA o CORTIJUELO)	26	581,794
<b>Injerto del Cortijuelo</b>	Injerto del CORTIJUELO, sale encima de los olivos de Ramón el de Eusebia, probablemente termina en la última torna marcada	26	237,730

<b>Joyuelas</b>	Empieza en la torna del Molino Aceite, donde termina el BEBER. Termina en la cuneta de la carretera (curva del Collón)	27	341,594
<b>Launera</b>	Empieza en la torna del Molino Aceite, donde termina el BEBER. Es el desagüe del pueblo, en el TAJO LUCHE	28	649,029
<b>Injerto de Santo Pitas</b>	Ramal del Injerto de Santo Pitas para ahorrar el tramo hasta el VIERNES	9	78,550
<b>Descargadero</b>	Descargadero del VIERNES hacia el Bco. También para llevar el agua para el Pueblo (Alberca del Molino) y/o repartirla por el Beber y las Parrillas	0	253,647
<b>Total</b>			37992,963

Tabla 16: Información de las acequias de Cádiz. Fuente: Comunidad de Regantes de Cádiz

### PERFILES LONGITUDINALES DE LAS PRINCIPALES ACEQUIAS DE CÁDIZ

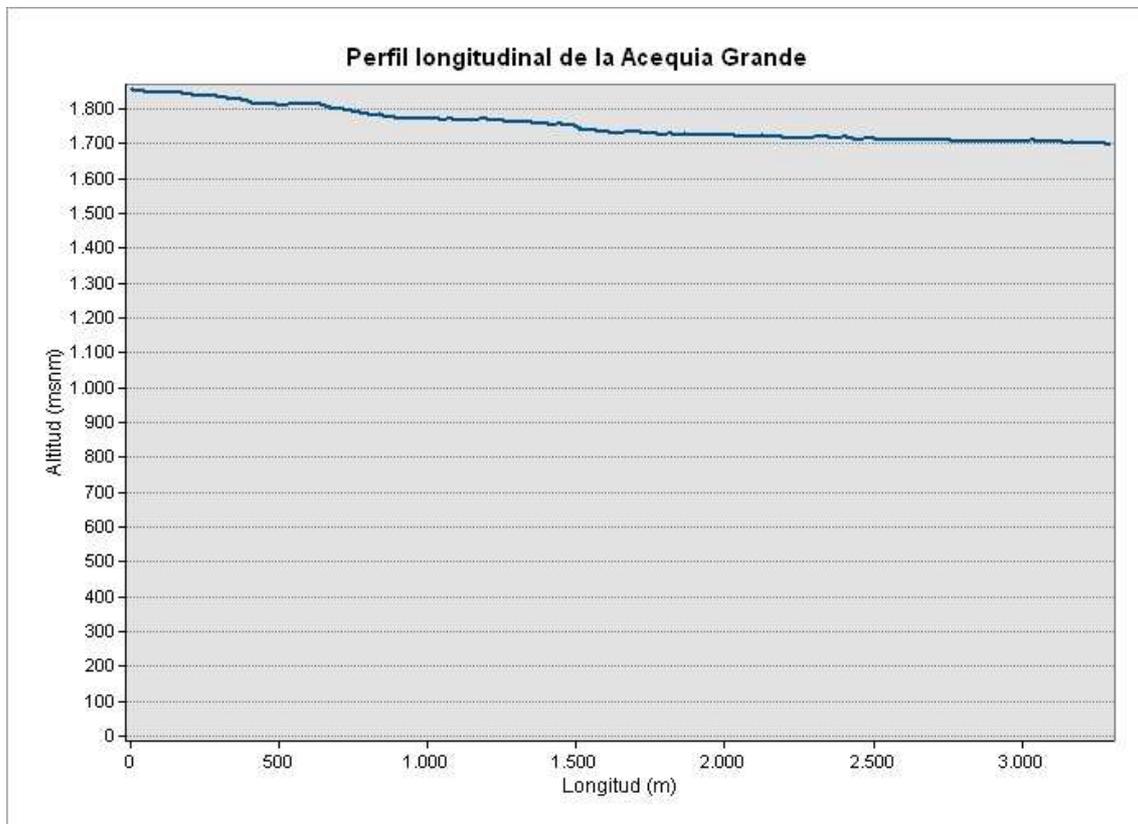


Figura 57. Perfil longitudinal de la Acequia Grande. Fuente elaboración propia con ArcMap

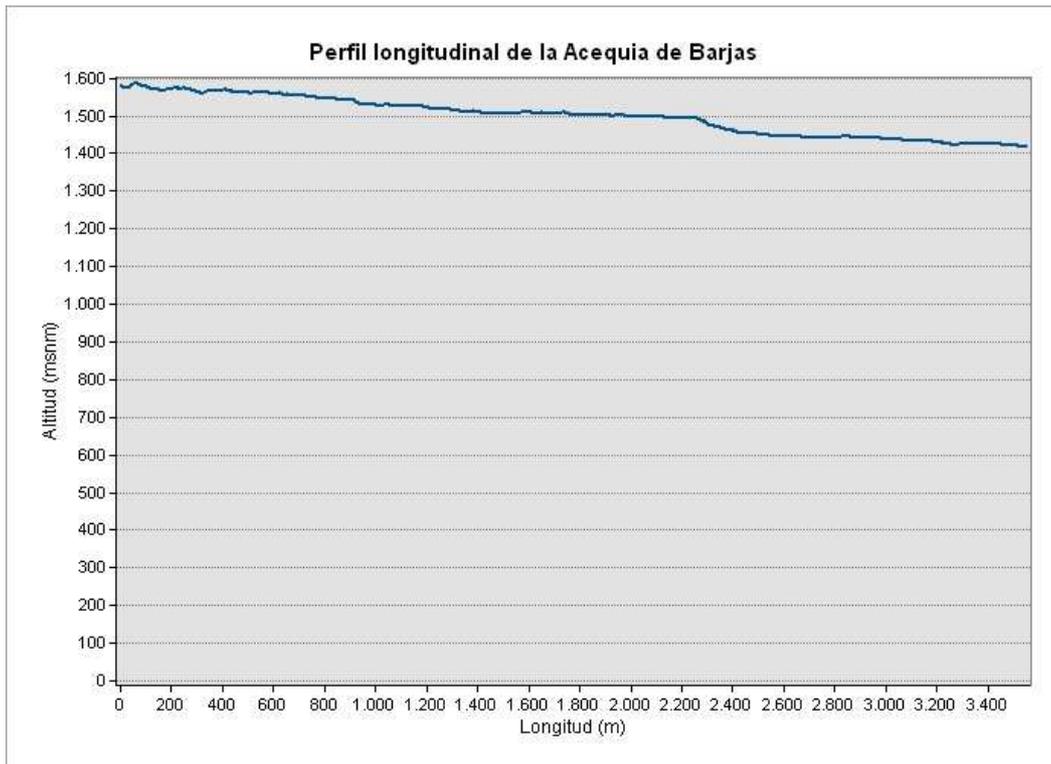


Figura 58: Perfil longitudinal de la Acequia de Barjas. Fuente elaboración propia con ArcMap

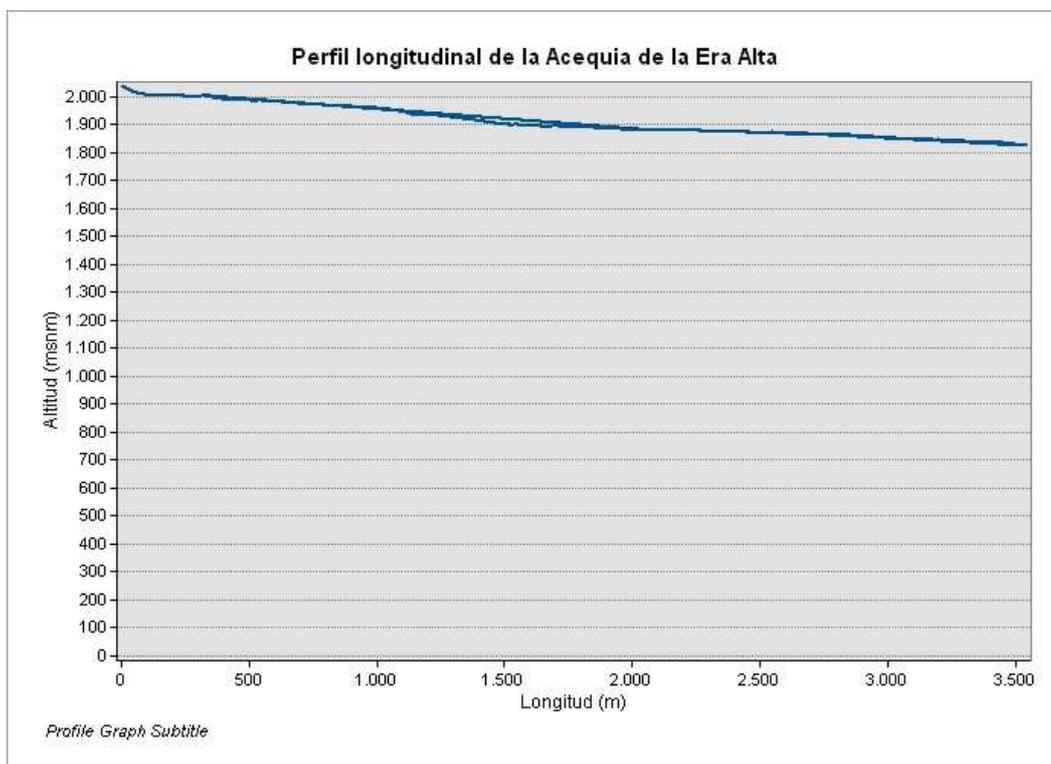


Figura 59: Perfil longitudinal de la Acequia de la Era Alta. Fuente elaboración propia con ArcMap

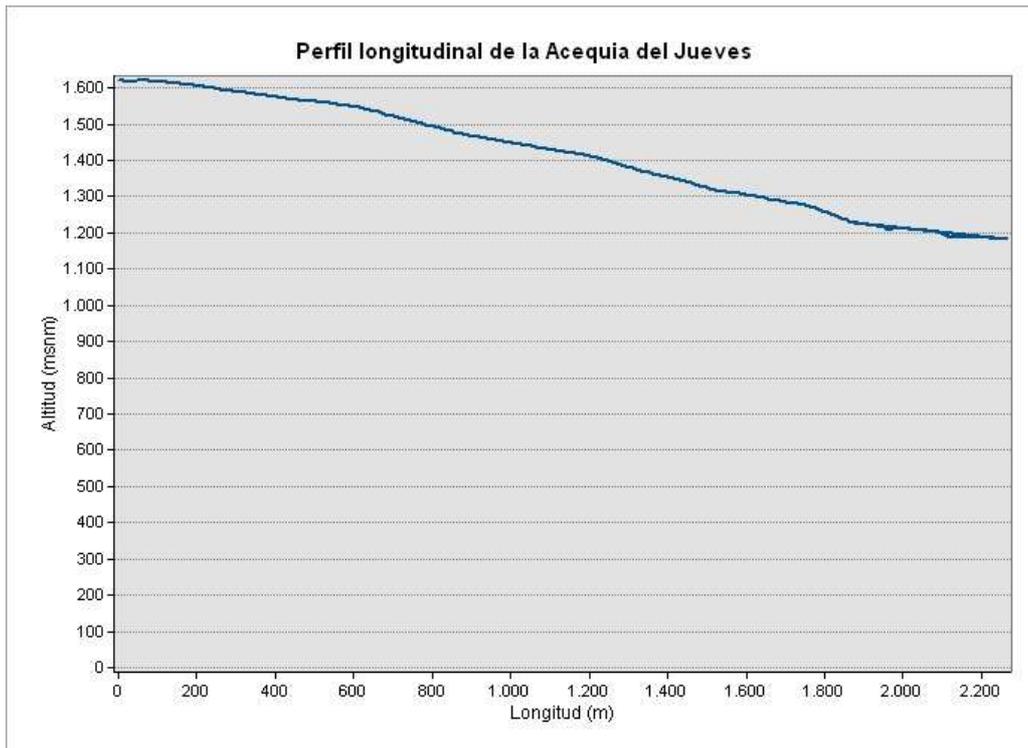


Figura 60: Perfil longitudinal de la Acequia del Jueves. Fuente elaboración propia con ArcMap

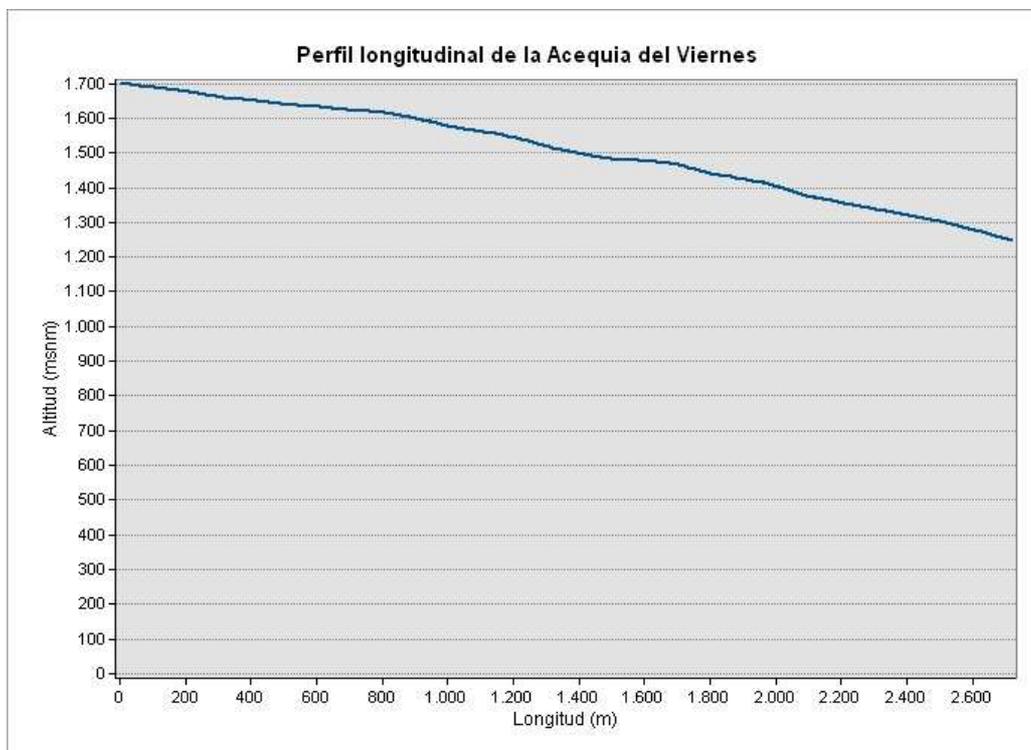


Figura 61: Perfil longitudinal de la Acequia del Viernes. Fuente elaboración propia con ArcMap

### ANEXO III: Modelo de entrevista semi-estructurada

BLOQUE TEMÁTICO	Nº	Pregunta	Información asociada con
BIODIVERSIDAD	1.1.	¿Qué diferentes cultivos tienes a lo largo del año?	Servicio de abastecimiento: Alimentos
	1.2.	¿Qué variedades utilizas? ¿alguna local?	Servicio de regulación: Mantenimiento de la biodiversidad cultivada local
	1.3.	¿Haces alguna rotación?	Servicio cultural: Conocimiento agroecológico local
	1.4.	¿Cuánta superficie dedicas a cada cultivo más o menos?	Identificación de la Estrategia: La diversificación de la producción pensando en el mayor autoabastecimiento posible tiene que ver con estrategia campesina
	1.5.	¿Cuál es el motivo de esa distribución?	Estrategia: La diversificación de cultivos pensando en el autoabastecimiento tiene que ver con estrategia campesina
	1.6.	¿Debajo de los árboles dejas una cubierta vegetal en algunas épocas del año?	Servicio de regulación: Control de la erosión. Aumento de la infiltración. Mantenimiento de la biodiversidad.
	1.7.	¿Favoreces algunas plantas de esa cubierta frente a otras?	Servicio de regulación: Generación y mantenimiento de la biodiversidad funcional. Servicio cultural: Conocimiento agroecológico local
	1.8.	¿Qué haces para quitar las malas yerbas? ¿utilizas algún producto químico?	Posibles Dis-servicio: Contaminación de aguas y suelos. Dis-servicio: Pérdida de conocimiento agroecológico local
	1.9.	¿Dejas que crezca vegetación en el borde de tu parcela o prefieres tenerlo limpio?	Servicio de regulación: Generación y mantenimiento de la biodiversidad y funcionalidad del ecosistema generando retículos de paisaje
	1.10.	¿Qué haya diferentes tipos de vegetación en los bordes puede tener algún papel?	Servicio cultural: Conocimiento agroecológico local
	1.11.	¿Qué especies de plantas conoces que se crien en el borde del río? ¿y qué especies de animales?	Servicio cultural: Conocimiento agroecológico local relacionado con el río ("ecosistema natural")
	1.12.	¿Qué especies conoces que se crien cerca de las acequias y balsas?	Servicio cultural: Conocimiento agroecológico local relacionado con las acequias ("agroecosistema")
	1.13.	¿Ahora hay más o menos diversidad y presencia de animales?	Biodiversidad silvestre
CIRCUITOS ECONÓMICOS Y SOBERANÍA ALIMENTARIA	2.1.	¿Cuáles de tus cultivos son para vender y cuáles son para casa y para la familia?	Identificación de la Estrategia: La diversificación de cultivos pensando en el autoabastecimiento tiene que ver con estrategia campesina
	2.2.	¿Dónde vendes tus productos?	Indicador Soberanía Alimentaria
	2.3.	¿Además de cultivar tienes algún animal para autoconsumo, gallinas, conejos?	Identificación de la Estrategia: La diversificación de cultivos pensando en el autoabastecimiento tiene que ver con estrategia campesina

	2.4.	¿A lo largo de tu vida, has ido cambiando las cosas que producías y como las vendes?	Evolución de la estrategia, autoabastecimiento y soberanía alimentaria
FERTILIZACIÓN	3.1.	¿Siembras algún abono verde?	Servicio de regulación: Generación y mantenimiento de la biodiversidad funcional. Servicio cultural: Conocimiento agroecológico local
	3.2.	¿Qué fertilizantes utilizas además?	Dis-servicio: Contaminación de aguas y suelos. Dis-servicio: Pérdida de conocimiento agroecológico local
	3.3.	¿A lo largo de tu vida, has ido cambiando la forma de fertilizar tus campos?	Evolución de la estrategia de cerrar ciclos de nutrientes y soberanía alimentaria
CONTROL DE PLAGAS	4.1.	¿Cuáles son las plagas que más te afectan?	Servicio cultural: Conocimiento agroecológico local
	4.2.	¿Qué haces para combatirlas?	Posibles Dis-servicios: Contaminación de aguas y suelos. Dis-servicio: Pérdida de conocimiento agroecológico local.
	4.3.	¿A lo largo de tu vida, has ido cambiando la forma de combatir las plagas?	Posibles Dis-servicios: Contaminación de aguas y suelos. Dis-servicio: Pérdida de conocimiento agroecológico local.
GESTIÓN BOSQUE	5.1.	El castañar-robleal: ¿es natural o es cultivado?	Servicio cultural: Conciencia de generación y mantenimiento de agroecosistema
	5.2.	¿Qué beneficios se obtenían antes del monte: castañar, robleal, piornales ?	Servicio de abastecimiento: Alimentos. Madera. Leña. Etc
	5.3.	¿Qué problemas supone que no se aclaren ni se poden los robles y castaños?	Servicio cultural: Conciencia de generación y mantenimiento de agroecosistema. Servicio abastecimiento: alimentos. Dis-servicio regulación: Captura de CO2
	5.4.	¿El castañar-robleal tiene problemas ahora que antes no tenía?	Servicio cultural: Conciencia de generación y mantenimiento de agroecosistema
	5.5.	¿Qué densidad de árboles hay que dejar para que esté mejor?	Servicio cultural: conocimiento agroecológico local. Servicio abastecimiento: aumento de la productividad al estar adhesionado
	5.6.	¿Desde que la gente no gestiona el bosque hay más incendios? ¿otras causas?	Servicio cultural: Conciencia de generación y mantenimiento de agroecosistema. Conocimiento agroecológico local. Servicio de regulación: frente a catástrofes naturales
	5.7.	¿Porqué ya no se explota la bellota en el robleal? ¿Qué problemas conlleva eso?	Dis-servicio abastecimiento: Pérdida de economía local que afecta al resto de servicios?
MANTENIMIENTO BANCALLES	6.1.	¿Cuánto tiempo les dedicas al año a mantener los balates?	Servicio regulación: Control de la erosión. Aumento de la infiltración con implicaciones a nivel regional y de sociedad mayor.
	6.2.	¿Se caen muchos balates por falta de mantenimiento, por los animales, etc? ¿Es un problema grande?	Dis-servicio ligado al abandono de la agricultura: No se controla la erosión. Disminuye infiltración por aumento de pendiente. (Conciencia de generar este servicio)
CULTURALES Y RENEVO GENERACIONAL	7.1.	¿Qué importancia tiene para ti que vuestras costumbres, relacionadas con el riego, la agricultura, la gestión del bosque, de los pastos se conserven?	Servicio cultural: Importancia del conocimiento agroecológico local

	7.2.	¿Te gustaría que tus hijos, nietos, la gente joven del pueblo quisiera dedicarse a los oficios relacionados con el bosque, la agricultura, la ganadería?	Servicio cultural: Deseo de relevo generacional/orgullo/satisfacción de ser agricultor
	7.3.	¿Crees que la ciencia, la gente de la universidad, del Parque Nacional, puede tener un papel relevante a la hora de recuperar el conocimiento que se pierde? ¿Porqué?	Servicio cultural: Interacción entre conocimiento local y científico para aprender sobre sustentabilidad
RIEGO, RÍO y FUENTES	8.1.	¿Qué sistema de riego utilizas para cada cultivo?	Servicio cultural: conocimiento agroecológico local. Posible dis-servicio: salinización de suelo
	8.2.	¿La acequia de donde coges el agua ha estado algunos años parada? ¿Cómo conseguías llevar el agua a tu parcela? ¿Si igualmente lo conseguías, ¿porque es mejor que funcione la acequia?	Servicio de regulación: Mantenimiento de la humedad, infiltración. Conciencia de la importancia para el ecosistema de mantener la humedad.
	8.3.	¿Cuándo el sistema funcionaba a pleno rendimiento había más agua?	Servicio de regulación: Mantenimiento de la humedad, infiltración. Conciencia de la importancia para el ecosistema de mantener la humedad.
	8.4.	¿Y eso hacía que el bosque, la ribera, el río estuvieran mejor o peor? ¿Al regarse los árboles no perdían resistencia a la sequía?	Servicio de regulación: Mantenimiento de la humedad, infiltración. Conciencia de la importancia para el ecosistema de mantener la humedad.
	8.5.	¿Crees que con el riego localizado se ahorra agua?	Servicio cultural: Conocimiento agroecológico relacionado con el ciclo hidrológico. Posible
	8.6.	¿Crees que está bien sellar las acequias para que no se pierda el agua?	Servicio cultural: Conocimiento agroecológico relacionado con el ciclo hidrológico
	8.7.	¿El río se queda seco en verano en algunos tramos? ¿Cuáles?	Posible dis-servicio de regulación: Mantenimiento de la humedad, infiltración. Conciencia de la importancia para el ecosistema de mantener la humedad.
	8.8.	¿Eso tiene alguna importancia? ¿afecta a las especies que viven en el río, por ejemplo las truchas?	Conciencia dis-servicios que se generan en los ecosistemas naturales
	8.9.	¿Y al bosque de ribera?	Conciencia dis-servicios que se generan en los ecosistemas naturales
	8.10.	¿Crees que es importante que se mantenga el río y la ribera? ¿Porqué?	Conciencia dis-servicios que se generan en los ecosistemas naturales
	8.11.	¿Para que os sirve el río a la gente de aquí? ¿La gente va a bañarse? ¿A que van o iban al río?	Servicio abastecimiento: si obtenían algún bien. Servicio cultural: recreo
	8.12.	Y las balsas y acequias, ¿os sirven para algo, aparte de para regar? (infiltración, )	Servicio de regulación: aumento de la infiltración.
		Por ejemplo, ¿qué se hace con las acequias cuando llueve mucho y hay avenidas?	Servicio prevención de desastres naturales

8.13.	¿Se podrían modificar vuestras costumbres en cuanto al reparto del agua para dejar un mínimo de agua para que el río nunca se seque? ¿En qué aspectos o para quien sería positivo ?	Servicio cultural: Predisposición a adaptarse a nuevas exigencias/ necesidades. (Resistencia-apertura)
8.14.	Aunque vuestras acequias son de riego, careáis el agua en ciertos momentos del año. ¿Cuales? ¿Porqué?	Servicio de regulación: Aumento de la infiltración. Conciencia del servicio que prestan aguas abajo.
8.15	¿Cuándo dejáis de regar y carear hay fuentes que dejan de dar agua? ¿se nota que hay menos agua en el pueblo?	Servicio de regulación: Aumento de la infiltración. Conciencia del servicio que prestan aguas abajo. Servicio abastecimiento: agua potable
8.16.	¿Qué fuentes conoces en el término municipal de Cáñar? ¿Cuáles dependen de las acequias?	Servicio de regulación: Aumento de la infiltración. Conciencia del servicio que prestan aguas abajo. Servicio cultural: Conocimiento terreno, toponimia y funcionamiento hidrogeológico

*Tabla 17: Modelo de entrevista semi-estructurada. Preguntas e información que se desea obtener, generalmente servicio ecosistémico asociado a la práctica.*