

Laguna de Aguas Verdes (Verano 2002)



# Lagunas de Sierra Nevada



- ◉ **Provincia:** Granada
- ◉ **Término municipal:** Trevélez, Dílar, Güejar-Sierra, Capileira, Lanjarón
- ◉ **Figura o régimen de protección:** Parque Nacional Sierra Nevada. Propuesta LIC. ZEPA. Reserva de la Biosfera.

◉ Laguna	Superficie cubeta (ha)	Superficie cuenca (ha)
Laguna de Lanjarón	1,3	40,02
Laguna de Aguas Verdes	1,5	20,55
Laguna de la Caldera	1,1	23,00
Laguna Larga	1,5	31,56
Laguna Hondera	0,9	124,06
Laguna del Peñón Negro	0,5	79,47
Laguna de Vacares	0,5	62,09
Lagunillo de las Juntillas	0,6	19,28
Laguna de las Juntillas	0,7	11,17

- ◉ **Tipología**  
Ecodominio de las Cordilleras Béticas. Humedales de la Alta Montaña Bética. Sistema Morfogenético Glaciar. Procesos Morfodinámicos Periglaciares. Modo de Alimentación Epigénico. Hidroperíodo Permanente o Temporal.

- ◉ **Valor ambiental**  
Las lagunas de Sierra Nevada presentan un excepcional valor geomorfológico, biogeográfico y ecológico, al ser el conjunto de humedales de morfogénesis glaciar más meridional de la Península.



Laguna de Aguas Verdes (Verano 2002)

## ◉ Medio físico: geología, hidrología e hidroquímica

Sierra Nevada representa el reducto más meridional del glaciario en Europa que dejó su impronta en la fisionomía del paisaje de cumbres conformando circos, valles glaciares y nichos de nivación que, tras la retirada de los hielos, dieron lugar a las lagunas que actualmente se asientan sobre estas formaciones. Sin embargo, la capacidad erosiva de los glaciares fue de escasa consideración, debido a la baja latitud de este sistema montañoso y a la dureza de los materiales geológicos, por lo que las cubetas generadas por la incidencia del glaciario son, en general, de modestas dimensiones, tanto en lo que se refiere a su superficie como a su profundidad.



Laguna de la Caldera (Verano 2002)

En el núcleo central de la sierra, donde se encuentran las cumbres más elevadas, afloran materiales del conjunto Nevado-Filábride, constituido por materiales de zócalo donde predominan micaesquistos acompañados de cuarcitas, mármoles, gneises, serpentinas y anfibolitas; y rodeando al anterior aparece el conjunto Alpujarride, formado por micaesquistos del Paleozoico y Precámbrico, filitas con cuarcitas del Permotrias y una potente formación, en el tramo superior, de calizas y dolomías triásicas.

La red hidrográfica de Sierra Nevada está formada por numerosos arroyos, ríos y barrancos que tienen poco agua en invierno y un caudal elevado en primavera y principios de verano, momento en el que se produce la fusión de la nieve. Entre los principales cursos fluviales destaca el río Izbor, que nace en su núcleo central, el río Genil, que recoge las aguas de la vertiente septentrional, y los ríos Andarax y Guadalfeo, que tienen su origen en la parte meridional de la sierra.

En Sierra Nevada, la morfogénesis glaciar ha configurado unas cincuenta cubetas localizadas, en su mayoría, entre los 2800 y 3040 m de altitud y entre las que destaca la laguna de la Caldera, con unas 2 ha de superficie y 12 metros de profundidad máxima. También son conocidas las lagunas de Lanjarón, Aguas Verdes, Larga, Peñón Negro, Hondera, Vacares o Juntillas. Las lagunas de la la Caldera y Aguas Verdes son las que se sitúan a cotas más elevadas, a 3040 m y 3030 m de altitud, respectivamente.

Las lagunas de Sierra Nevada se alimentan por aportes superficiales (sistemas epigénicos) de escorrentía y deshielo, existiendo, en la mayoría de ellas, pequeños arroyuelos afluentes.

Aunque en general se trata de cubetas de aguas permanentes, están sujetas a fluctuaciones de nivel en el periodo estival, más o menos acusadas en función de su localización y de sus características morfométricas, de manera que algunas de ellas pueden llegar a secarse completamente en verano. En estos sistemas, los efluentes naturales, de existir, se forman por rebose, si bien puede producirse cierta percolación del agua contenida en algunas cubetas a través de fracturas y diaclasas, con lo que se incrementa la pérdida añadida a la evaporación.

Desde un punto de vista hidrogeológico, debido a la naturaleza dura y cristalina de los materiales, en general micaesquistos con distintos grados de metamorfismo prácticamente impermeables, no existen acuíferos en sentido estricto y, por tanto, los aportes de agua subte-

rránea no son relevantes. Se puede hablar de cierta acumulación de agua relacionada con micaesquistos fracturados o acumulación de derrubios de gran potencia, pero en cualquier caso el agua almacenada tiene escasa entidad.

El complejo de lagunas glaciares de Sierra Nevada representa una particular tipología hidroquímica dentro del ámbito regional andaluz. Lejos de la tendencia general de los humedales andaluces, las lagunas de Sierra Nevada, que permanecen heladas durante gran parte del año, son de aguas dulces y débilmente mineralizadas, lo que constituye las señas de identidad de este tipo de ecosistemas acuáticos de alta montaña.

La naturaleza cristalina del sustrato rocoso sobre el que se asientan confiere, por un lado, una alta resistencia a la erosión hídrica, con lo que el aporte de iones por disolución del sustrato es reducido. Y por otro, limita la variabilidad en la composición química de las aguas de estas lagunas, debido a la naturaleza geológica relativamente homogénea de dicho sustrato.

En estudios realizados en algunos de estos cuerpos de agua (Consejería de Medio Ambiente, 2000, 2004) se han registrado salinidades que varían, aproximadamente, entre 0,02 g/l y 0,05 g/l. Estos valores van asociados a conductividades eléctricas igualmente muy bajas, ya que en los periodos estivales, en los que aumenta la concentración iónica de las aguas, no se suelen superar los 0,05 mS/cm.

En relación con la composición iónica de estas lagunas, se trata de sistemas de aguas bicarbonatadas en cuanto a su composición aniónica, en la que los iones cloruro y sulfato suelen representar, conjuntamente, porcentajes inferiores al 50%. Su composición catiónica aparece mayoritariamente representada por secuencias del tipo Ca-Mg-(Na).

Otra de las características limnológicas de estas lagunas de alta montaña es la baja concentración de clorofila *a*, considerada como estima de la biomasa fitoplanctónica, que confiere a la mayoría de estos medios acuáticos el carácter de oligotróficos en función de este parámetro. Las bajas concentraciones de clorofila *a* (frecuentemente inferiores a los 3 mg/m<sup>3</sup>) responden a un reducido aporte de materia orgánica y, por consiguiente, de nutrientes, aunque se han llegado a registrar moderadas concentraciones puntuales (en torno a 10 mg/m<sup>3</sup>) en algunos de estos cuerpos de agua.

En general, son sistemas que presentan una capacidad de tamponamiento relativamente más elevada que la que sería esperable por la naturaleza de las rocas sobre las que se asientan las cubetas, con valores de alcalinidad que han estado comprendidos entre 0,07 meq/l y 0,4 meq/l y valores de pH entre 6,5 y 8,5 unidades. En este sentido, algunos autores han señalado la contribución de episodios esporádicos, pero no infrecuentes, de precipitación (lluvia o nieve) cargada de material particulado procedente del norte de África que no sólo modifican las propiedades ópticas de los sistemas y representan entradas alóctonas de nutrientes (determinando incrementos puntuales de la concentración de clorofila), sino que constituyen la fuente principal en la generación de la alcalinidad de las aguas (Morales-Baquero, *et al.*, 1992; Cruz-Pizarro, 1994).



La sensibilidad de este tipo de ecosistemas acuáticos a factores externos de perturbación y los interesantes resultados que ofrecen los estudios paleolimnológicos que pretenden reconstruir e interpretar los cambios ambientales en la historia de estos sistemas, a partir de estudios del sedimento, han convertido a los lagos y lagunas de alta montaña, como es el caso de la laguna de la Caldera en Sierra Nevada, en lugares de referencia en proyectos de investigación relacionados con el posible papel de estos ecosistemas como sensores de la contaminación (acidificación) en Europa y del cambio climático global (Morales-Baquero *et al.*, 1992; Camarero *et al.*, 1995; Granados y Toro, 2000).

## Vegetación

### Laguna de Aguas Verdes

La vegetación que se desarrolla en torno a este humedal se compone de lastonares con *Festuca clementei*, *Hormatophylla spinosa* o *Arenaria tetraquetra* (*Erigeronto frigidifolium-Festucetum clementei*), que se instalan en los suelos más desarrollados. En los pedregales móviles aparece una vegetación de recubrimiento escaso formada por *Viola crasiuscula*, *Linaria glacialis*, *Chaenorhinum glareosus* o *Carduus carlinoides* sbsp. *hispanicus*. En los grandes bloques de piedra se reconocen comunidades de helechos (*Campanulo willkommii-Polystichetum lonchitidis*), con especies como *Polystichum lonchitis*, *Cystopteris fragilis* o *Cryptogramma crista*. En los arroyos y surgencias de agua cercanas a la laguna se reconocen comunidades donde predominan los briófitos (*Sedo melanatheri-Saxifragetum gredensis*). La vegetación propia del humedal está constituida por pastizales densos de gramíneas y cárcices de corta talla (borreguiles), formados por especies como *Plantago nivalis*, *Armeria splendens* (*Armerio splendentis-Agrostietum nevadensis*); *Nardus stricta*, *Festuca iberica* (*Nardo strictae-Festucetum ibericae*); *Carex nigra* sbsp. *intricata*, *Phleum brachystachyum* sbsp. *abbreviatum* o *Leontodon microcephalus* (*Leontodonto microcephali-Ranunculetum uniflori*), que se suceden según el incremento del grado de humedad. En las aguas de esta laguna se reconocen briófitos de la especie *Pohlia aff. wahlenbergii* y la fanerógama *Callitriche stagnalis*.



*Pohlia aff. wahlenbergii*



Laguna de Aguas Verdes (Granada)

- ① Lámina de agua
- ② Borreguil
- ③ Borreguil seco
- ④ Borreguil encharcado



Laguna de la Caldera

### Laguna de la Caldera

La vegetación que se reconoce alrededor de esta laguna se compone de lastonares de *Festuca pseudoeskia* en zonas expuestas o *Dactylis juncinella* en zonas más protegidas (*Festucetum moleroio-pseudoeskiae*; *Cirsio gregarii-Dactyletum juncinelli*), tomillares (*Sideritido glacialis-Arenarietum pungentis*) con especies como *Sideritis glacialis*, *Thymus serpyllodes* o *Arenaria pungens*, que se instalan en las zonas más favorecidas térmicamente, mientras que en las zonas umbrosas de los grandes bloques de piedra se reconocen comunidades de helechos (*Campanulo willkommii-Polystichetum lonchitidis*), con especies como *Polystichum lonchitis*, *Cystopteris fragilis* o *Cryptogramma crispera*. La vegetación propia del humedal presenta escaso desarrollo debido a la orilla abrupta que presenta la laguna, y está formada por especies como *Armeria splendens*, *Lotus glareosus* o *Plantago nivalis* (*Armerio splendentis-Agrostietum nevadensis*).



Laguna de Lanjarón

### Laguna de Lanjarón

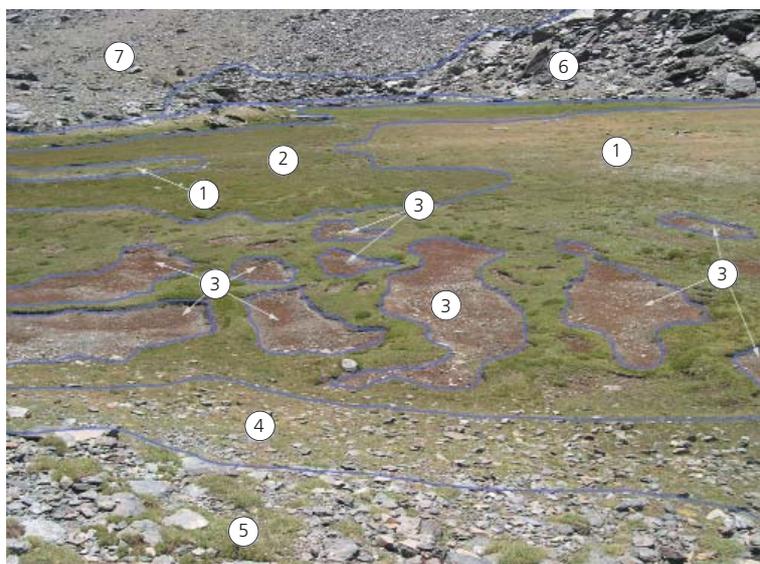
El entorno de este humedal presenta una vegetación compuesta de *Festuca clementei*, *Hormatophylla spinosa* o *Arenaria tetraquetra* (*Erigeronto frigidifolium-Festucetum clementei*), que se instalan en los suelos más desarrollados. En los pedregales móviles aparece una vegetación de recubrimiento escaso formada por *Viola crasiuscula*, *Linaria glacialis*, *Chaenorhinum glareosus* o *Carduus carlinoides* subsp. *hispanicus*. En los grandes bloques de piedra se reconocen comunidades de helechos (*Campanulo willkommii-Polystichetum lonchitidis*), con especies como *Polystichum lonchitis*, *Cystopteris fragilis* o *Cryptogramma crispera*. La vegetación propia del humedal está formada por un pastizal denso de corta talla (borreguiles), formados por especies como *Plantago nivalis*, *Armeria splendens* (*Armerio splendentis-Agrostietum nevadensis*); *Nardus stricta*, *Festuca iberica* (*Nardo strictae-Festucetum ibericae*); *Carex nigra* subsp. *intricata*, *Phleum brachystachyum* subsp. *abbreviatum* o *Leontodon microcephalus* (*Leontodonto microcephali-Ranunculetum uniflori*), dispuestas según el gradiente de humedad.

### Laguna de Peñón Negro

La vegetación que puede reconocerse en el entorno de este humedal está formada por piornales constituidos por *Cytisus galianoi* y, en menor medida, por *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*. En las zonas abiertas del piornal se desarrolla junto a éste un tomillar formado por especies como *Thymus serpyllodes*, *Sideritis glacialis* o *Arenaria pungens* (*Sideritido glacialis-Arenarietum pungentis*). Sobre los pedregales móviles se instala una vegetación formada por especies como *Holcus caespitosus* o *Digitalis nevadensis* (*Senecioni granatensis-Digitalietum nevadensis*), mientras que en las zonas más umbrosas de grandes bloques de piedra aparecen formaciones de helechos (*Campanulo willkommii-Polystichetum lonchitidis*), con especies como *Polystichum lonchitis*, *Cystopteris fragilis* o *Cryptogramma crispera*. La vegetación propia del humedal se compone de pastizales densos de corta talla (borreguiles) formados por especies como *Plantago nivalis*,

*Nardus stricta*, *Festuca iberica*, *Carex nigra* sbsp. *intricata* o *Leontodon microcephalus* (*Nardo strictae-Festucetum ibericae*; *Leontodonto microcephali-Ranunculetum uniflori*). En los claros del borreguil que resulta de la degradación de éste se desarrollan pastizales pioneros de suelos húmedos formados por especies como *Juncus bufonius*, *Juncus perpusillus* y *Lythrum portula* (*Juncetum nanae*).

## Laguna Hondera



### Laguna Hondera (Granada)

- ① Borreguil
- ② Borreguil encharcado
- ③ Pastizal anual de suelos húmedos
- ④ Borreguil seco
- ⑤ Tomillar espinoso
- ⑥ Vegetación de roquedos
- ⑦ Vegetación de canchales

La vegetación que se reconoce en el entorno de este humedal está formado por tomillares compuestos por especies como *Thymus serpylloides*, *Sideritis glacialis*, *Acinos alpinus* sbsp. *meridionalis* o *Arenaria pungens* (*Sideritido glacialis-Arenarietum pungentis*). Sobre los pedregales móviles se instala una vegetación formada por especies como *Holcus caespitosus* o *Digitalis nevadensis* (*Senecioni granatensis-Digitalietum nevadensis*). En las zonas más umbrosas de grandes bloques de piedra aparecen formaciones de helechos (*Campanulo willkommii-Polystichetum lonchitidis*), con especies como *Polystichum lonchitis*, *Cystopteris fragilis* o *Cryptogramma crista*. La vegetación propia del humedal está constituida por formaciones densas dominadas por gramíneas y cárices de pequeña talla (borreguiles), que constituyen varias comunidades dependiendo del grado de hidromorfía del terreno, reconociéndose especies como *Plantago nivalis*, *Armeria splendens*, *Lotus glareosus* (*Armerio splendentis-Agrostietum nevadensis*) o *Vaccinium uliginosum* var. *nana* (*Ranunculo acetosellifolii-Vacciniatum nani*) en las zonas más secas; *Nardus stricta*, *Festuca iberica* (*Nardo strictae-Festucetum ibericae*) en las zonas intermedias; *Carex nigra* sbsp. *intricata*, *Eleocharis quinqueflora* o *Leontodon microcephalus* (*Leontodonto microcephali-Ranunculetum uniflori*, *Pinguiculo nevadensis-Eleocharitetum quinqueflorae*) en las zonas más húmedas. En los claros del borreguil que resultan de la degradación de éste se desarrolla un pastizal pionero de suelos húmedos formado por especies como *Juncus bufonius*, *Juncus perpusillus* y *Lythrum portula* (*Juncetum nanae*).



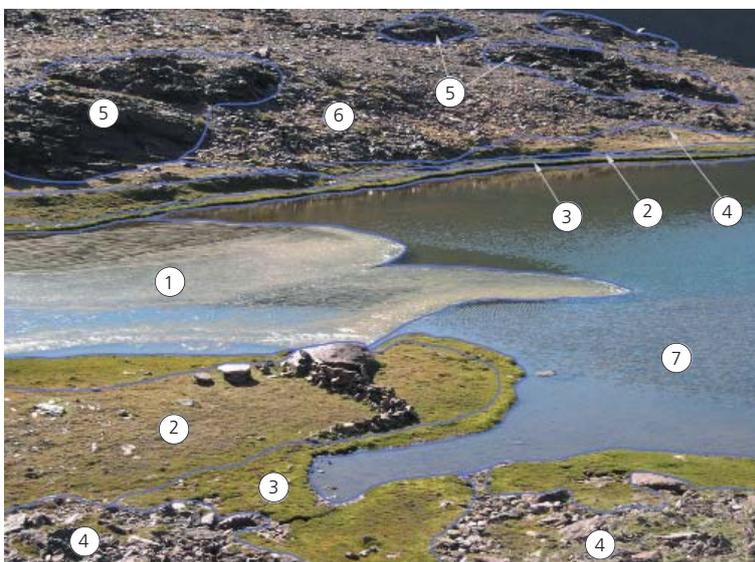
Laguna Hondera

## Laguna de Juntillas

La vegetación presente en torno a esta laguna está formada por formaciones vegetales de escasa cobertura que colonizan gleras en el piso crioromediterráneo (*Vilolo crasiusculae-Linarietum glacialis*), compuesta por especies como *Viola crasiuscula*, *Carduus carlinoides* sbsp. *hispanicus* o *Linaria glacialis*. También se reconocen comunidades de helechos (*Campanulo willkommii-Polystichetum lonchitidis*), que colonizan las fisuras de grandes bloques de piedra y se reconoce por la presencia de especies como *Polystichum lonchitis*, *Cystiopteris fragilis* o *Cryptogramma crispa*, y comunidades dominadas por briófitos que colonizan los manantiales (*Sedo melanatheri-Saxifragetum gredensis*).

### Laguna de Juntillas (Granada)

- ① Esparganios
- ② Borreguil
- ③ Borreguil encharcado
- ④ Borreguil seco
- ⑤ Vegetación de fisuras
- ⑥ Lastonares y vegetación de gleras
- ⑦ Lámina de agua



La vegetación de la orilla del humedal está constituida por formaciones dominadas por gramíneas y cárices de corta talla (borreguiles), dispuestas en zonación dependiendo del grado de humedad que soportan, formadas por especies como *Plantago nivalis*, *Armeria splendens* (*Armerio splendentis-Agrostietum nevadensis*); *Nardus stricta*, *Festuca iberica* (*Nardo strictae-Festucetum ibericae*); *Carex nigra* sbsp. *intricata*, *Eleocharis quinqueflora* o *Leontodon microcephalus* (*Leontodonto microcephali-Ranunculetum uniflori*, *Pinguicula nevadensis-Eleocharitetum quinqueflorae*), que se disponen según el incremento del grado de humedad.

## Laguna de Vacares

La vegetación que domina en el entorno de este humedal está formada por lastonares (*Cirsio gregarii-Dactyletum juncinelli*, *Festucetum molorio-pseudoeskiaie*) formados por especies como *Dactylis juncinella*, *Reseda complicata*, *Festuca pseudoeskia* o *Arenaria tetraquetra*. En los pedregales se instala una vegetación formada por especies como *Holcus caespitosus* o *Digitalis nevadensis* (*Senecioni granatensis*).

*Digitaletum nevadensis*), mientras que en las zonas más umbrosas de grandes bloques de piedra aparecen formaciones de helechos (*Campanulo willkommii-Polystichetum lonchitidis*), con especies como *Polystichum lonchitis*, *Cystiopteris fragilis* o *Cryptogramma crispa*. La vegetación de la orilla del humedal está constituida por formaciones dominadas por gramíneas o cárices de corta talla (borreguiles), donde domina *Festuca iberica* acompañada de *Nardus stricta*, *Plantago nivalis* o *Armeria splendens* (*Nardo strictae-Festucetum ibericae*, *Armerio splendentis-Agrostietum nevadensis*).

## Laguna Larga

La vegetación que puede ser reconocida en torno a este humedal está constituida principalmente por pastizales psicroxerófilos formados por *Festuca clementei* (*Erigeronto frigidii-Festucetum clementei*) o *Dactylis juncinella* (*Cirsio gregarii-Dactyletum juncinellii*). Sobre pedregales móviles se desarrolla una vegetación de escasa cobertura (*Vilolo crasiusculae-Linarietum glacialis*), compuesta por especies como *Viola crasiuscula*, *Carduus carlinoides* sbsp. *hispanicus* o *Linaria glacialis*. También se reconocen comunidades de helechos (*Campanulo willkommii-Polystichetum lonchitidis*), que colonizan las fisuras de grandes bloques de piedra y se caracterizan por la presencia de especies como *Polystichum lonchitis*, *Cryptogramma crispa* o *Dryopteris filix-mas*. La vegetación de la orilla del humedal está constituida por formaciones densas de gramíneas y cárices de corta talla (borreguiles), con especies como *Nardus stricta*, *Plantago nivalis*, *Armeria splendens* o *Leontodon microcephalus* (*Nardo strictae-Festucetum ibericae*, *Armerio splendentis-Agrostietum nevadensis*).



Laguna Larga

## Plancton

En relación con las comunidades planctónicas (fitoplancton, zooplancton) que albergan las lagunas de Sierra Nevada, existen numerosos trabajos centrados en la composición y dinámica de estas biocenosis acuáticas en algunos de estos sistemas, y entre los que hay que destacar los estudios de Cruz Pizarro, Morales Baquero, Sánchez Castillo y Carrillo, entre otros. En este contexto, la laguna de la Caldera es, sin duda, la laguna más estudiada y conocida de Sierra Nevada, contando con una abundante documentación científica sobre la estructura y funcionamiento de este ecosistema acuático.

De acuerdo con estos estudios, y a grandes rasgos, los ambientes acuáticos de Sierra Nevada presentan, al igual que ocurre en otros sistemas montañosos en Europa, una diversidad biológica reducida, con un bajo número de especies, condicionada por las severas condiciones físicas que impone la alta montaña (bajas temperaturas, alta irradiación, corta estación de crecimiento, bajos niveles de nutrientes...). Los citados autores describen comunidades biológicas relativamente simplificadas, compuestas por especies planctónicas que tienen una amplia distribución geográfica, si bien se han descrito algunos endemismos, como la especie *Chromulina nevadensis* (alga crisofícea) y el rotífero *Lepadella quinquecostata nevadensis*. También se han destacado por su especial interés biogeográfico algunos taxones algales como *Eunotia pseudopectinalis*, *Eunotia sudetica*, *Netrium oblongum*



*Mixodaptomus laciniatus*

var. *curvatum* y *Actinotaenium adelochondrum* var. *kriegeri*, todos ellos de distribución ártico-alpina.

Estudios recientes realizados en algunas de estas lagunas en dos periodos estivales mostraron una comunidad planctónica con predominio de diatomeas y copépodos, aunque la densidad de individuos fue notablemente baja. El grupo de las diatomeas presentó la mayor abundancia relativa y la mayor riqueza en especies, entre las que se pueden citar *Achnanthes affinis*, *Achnanthes austriaca*, *Diatoma hiemale*, *Fragilaria pinnata*, *Synedra rumpens*, *Tabellaria flocculosa*, *Eunotia pectinalis*, *Eunotia lunaris*, *Ephitemia zebra*, *Cymbella parva*, *Cymbella ventricosa*, *Navicula pseudoscutiformis*, *Pinnularia microstauron* y *Pinnularia borealis*. En el zooplancton, la especie más representativa en los sistemas estudiados fue el copépodo *Mixodaptomus laciniatus* (Consejería de Medio Ambiente, 2004).

## ⦿ Conservación y uso público

Sierra Nevada fue declarada Parque Nacional en virtud de la Ley 3/1999, de 11 de enero (BOE nº 11, de 13/01/99). De acuerdo con la Exposición de Motivos que figura en dicha normativa: "Esta declaración, y la inclusión del Parque Nacional de Sierra Nevada en la Red de Parques Nacionales supondría la incorporación a la misma de los ecosistemas de alta montaña mediterránea que, pese a estar incluidos en el anexo de la Ley 4/1989, modificada por la Ley 41/1997, son unos de los sistemas naturales españoles no representados hasta la fecha en la Red de Parques Nacionales". Esta declaración ha supuesto una acción clave para la conservación de los valores naturales y culturales de Sierra Nevada que justifican ampliamente dicha categoría de protección.

La categoría de Parque Nacional confiere, por tanto, el máximo grado de protección a este espacio natural respecto a las actividades permitidas en el ámbito territorial.

No obstante, el especial atractivo turístico de este espacio ha llevado, en los últimos años, a adoptar, por parte de los organismos gestores, medidas restrictivas de acceso, especialmente en relación con el tránsito de vehículos, dada la aceleración de los procesos erosivos por la afluencia de visitantes.

Sierra Nevada dispone de numerosos equipamientos de uso público, principalmente concentrados en el ámbito del Parque Natural, como son equipamientos informativos y educativos (Centros de Visitantes, Aulas de la Naturaleza, Puntos de Información), áreas recreativas, refugios, zonas de acampada, y ofrece a los visitantes la posibilidad de realizar actividades en la naturaleza guiadas y reguladas.

Sierra Nevada es uno de los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) propuestos por la Comunidad Autónoma de Andalucía en aplicación de la Directiva 92/43/CEE.