

CONAMA 2020

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

ClimaNevada

Base de datos climática del
Observatorio de cambio Global de
Sierra Nevada





Autor Principal: Pérez-Luque Antonio Jesús (IISTA, Universidad de Granada);

Otros autores: Peinó Calero, Eric; Rodríguez Brito, Alicia; Esteban-Parra, María Jesús (Universidad de Granada); Zamora Rodríguez, Regino (IISTA, Universidad de Granada); Merino-Ceballos, Manuel (IISTA, Universidad de Granada); Guerrero-Alonso, Pablo (IISTA, Universidad de Granada), Andrea Ros Candeira (IISTA, Universidad de Granada) y Ricardo Moreno Llorca (IISTA, Universidad de Granada).

1. Resumen.....	1
2. Introducción	1
3. ClimaNevada	2
3.1. <i>Estructura de la base de datos.....</i>	<i>2</i>
3.2. <i>Integración de datos</i>	<i>3</i>
3.3. <i>Visualización de datos.....</i>	<i>3</i>
4. Conclusiones.....	4
5. Agradecimientos.....	5
6. Bibliografía	5

1. RESUMEN

El Observatorio del Cambio Global de Sierra Nevada está desarrollando un programa de seguimiento e investigación de los impactos del cambio global en los ecosistemas de Sierra Nevada, para poder llevar a cabo medidas de gestión adecuadas que fomenten la resiliencia de los ecosistemas. Uno de los aspectos cruciales dentro de este programa de seguimiento es la identificación y caracterización de los cambios ocurridos en las variables climáticas en el entorno de Sierra Nevada en los últimos años. Se han recopilado diferentes fuentes de información climática y se ha creado *ClimaNevada*, una base de datos que documenta la información procedente de los sensores y estaciones meteorológicas en el entorno de Sierra Nevada. En este trabajo presentamos las principales características de esta base de datos.

2. INTRODUCCIÓN

El Observatorio del Cambio Global de Sierra Nevada [1](www.obsnev.es) es un proyecto de la Universidad de Granada y la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía, en el que se está desarrollando conjuntamente un programa de seguimiento e investigación de los impactos del cambio global en los ecosistemas de Sierra Nevada, para poder llevar a cabo medidas de gestión adecuadas que fomenten la resiliencia de los ecosistemas.

Uno de los aspectos cruciales dentro de este programa de seguimiento es la identificación y caracterización de los cambios ocurridos en las variables climáticas en el entorno de Sierra Nevada en los últimos años [1]. Esta identificación permitirá contextualizar las respuestas observadas en los diferentes procesos ecológicos de los ecosistemas nevadenses.

Para llevar a cabo la caracterización climática es clave la recopilación de todas las posibles fuentes de datos climáticos y su integración en una base de datos para su posterior consulta. Así, partiendo del trabajo previo realizado en el Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada, se ha creado *ClimaNevada*, una base de datos sólida sobre información climática en Sierra Nevada, cuyo objetivo principal es la armonización, normalización, documentación e integración de los datos climáticos existentes en el entorno de Sierra Nevada. Esta base de datos permite tener documentados todos los sensores climáticos existentes (localización, estado, propietario, estado de los datos, validación, integración, etc.) permitiendo a los investigadores, además de la consulta de datos, la integración de información climática procedente de sensores asociados a proyectos ya finalizados que de otra forma serían difícilmente accesibles y reutilizables. Asimismo esta base de datos permite tener una trazabilidad de los registros climáticos en Sierra Nevada, facilitando a los usuarios el acceso a la fuente original de los datos.

Los objetivos concretos de la creación de *ClimaNevada* son:

- Identificación y recopilación de fuentes de datos climáticas en el entorno de Sierra Nevada.
- Organizar, ordenar, y documentar toda la información climática histórica existente, mediante procesos de normalización e integración.
- Crear una base de datos documentada de todos los sensores existentes (localización, estado, propietario, estado de los datos, validación, integración, etc) a la que otros

CLIMANEVADA: BASE DE DATOS CLIMÁTICA DEL OBSERVATORIO DE CAMBIO GLOBAL DE SIERRA NEVADA

- investigadores que posean datos procedentes de sensores puedan incorporar los datos.
- Utilizar el trabajo de recopilación realizado previamente por otros investigadores.
 - Incorporar metadatos a los datos y una trazabilidad hasta el origen de los datos.
 - Analizar la calidad y homogeneidad de los datos, corrigiendo la falta de homogeneidad cuando sea posible.

3. CLIMANEVADA

El observatorio de cambio global de Sierra Nevada inició su andadura en 2007 y desde el primer momento se llevaron a cabo diferentes aproximaciones para gestionar y almacenar las bases de datos climáticas [2,3]. Aunque estas aproximaciones permitieron realizar caracterizaciones y análisis de la variación de algunas variables climáticas en el entorno de Sierra Nevada, presentaban una escasa documentación que dificultaba llevar a cabo un proceso de trazabilidad eficiente de la información.

Así, tras un detallado análisis de la información existente, se procedió a la identificación de las diferentes fuentes de datos de información climática. En concreto se diferenciaron entre dos grandes grupos: *estaciones meteorológicas* y *sensores individuales*. El primer grupo corresponde a las estaciones termoplumiométricas y meteorológicas clásicas procedentes de diferentes redes con información histórica y/o activas. Mientras que el segundo grupo engloba otro tipo de fuentes de información procedentes de redes de sensores [4], proyectos de investigación [5], experimentos en campo [6], tesis doctorales, etc. Se trata de información a priori menos accesible y con una escasa probabilidad de ser reutilizada.

Como limitación espacial, se determinó un buffer de 15 km entorno a los límites del Espacio Natural de Sierra Nevada. En una primera fase, se identificaron un total de 295 estaciones, pertenecientes a 17 redes.

3.1. Estructura de la base de datos

La estructura de la base de datos se inspira en la utilizada por el Subsistema de Información de Climatología Ambiental (CLIMA)¹, de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) para sus estaciones, por ser este organismo el que presentaba el mayor volumen de información climática. No obstante en su diseño se tuvieron en cuenta la estructura de la información aportada por las diferentes redes, para que el volcado de información fuese lo mas automatizado posible.

La base de datos ClimaNevada contiene 5 tablas (Figura 1) donde se almacenan los datos integrados y un conjunto de metadatos que constituyen un valor añadido a la información.

¹ http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/servtc5/WebClima/?lr=lang_es

CLIMANEVADA: BASE DE DATOS CLIMÁTICA DEL OBSERVATORIO DE CAMBIO GLOBAL DE SIERRA NEVADA

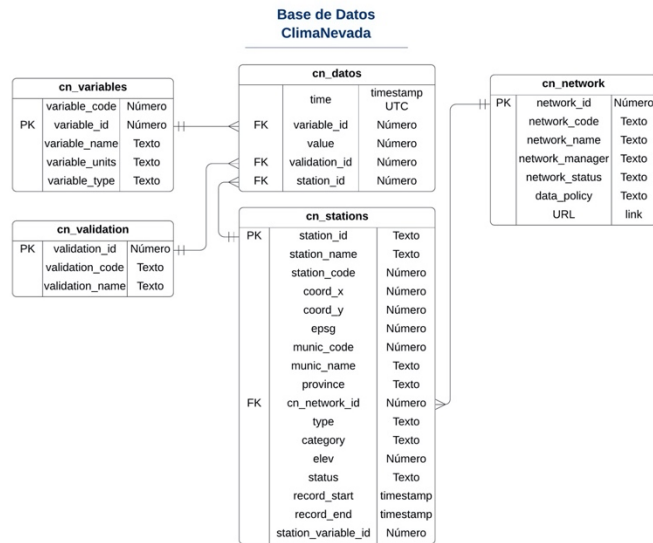


Figura 1. Esquema de los campos que contiene la base de datos ClimaNevada.

3.2. Integración de datos

Hasta la actualidad se han integrado más de 160 millones de registros procedentes de más de 262 estaciones meteorológicas y sensores pertenecientes a 17 redes y proyectos desplegados en el entorno de Sierra Nevada. Toda esta información recoge un total de 128 variables. Los datos presentan diferentes resoluciones temporales de medida (puntuales, diezminutales, horarios, diarios, mensuales, etc.). El rango temporal cubierto abarca desde 1940 hasta la actualidad.

Para almacenar dicha información se ha montado un servidor PostgreSQL (1 CPU; 4 GB RAM; 250 GB de almacenamiento), que además de realizar la conexión con las bases de datos que almacena de manera local, permite realizar conexiones con otras bases de datos ya existentes, así como con bases de datos que se creen en el futuro en sistemas externos.

3.3. Visualización de datos

Se ha creado una aplicación para la visualización de la información climática recopilada² (Figura 3). Esta aplicación ClimaNevada está alojada en la web del Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada. Consiste en una aplicación de consulta espacial y de los metadatos de las estaciones, así como de algunas estadísticas básicas sobre cada estación (el tipo de registros que mide, la longitud de la serie de datos). Actualmente, permite consultar los metadatos y la distribución espacial de las 262 estaciones incorporadas a ClimaNevada hasta el momento.

Para cada estación se muestran algunos metadatos básicos:

- Estado.
- Elevación.

² https://obsnev.es/apps/climaNevada_map.html

CLIMANEVADA: BASE DE DATOS CLIMÁTICA DEL OBSERVATORIO DE CAMBIO GLOBAL DE SIERRA NEVADA

- Status (Activo/No activo).
- Longitud de la serie de datos.
- Variables que miden.
- Responsable de la estación.

Asimismo, se muestran varias páginas con metadatos de cada una de las estaciones, de las variables y de las redes incorporadas. En estas páginas se pueden llevar a cabo consultas y exportaciones en diferentes formatos.

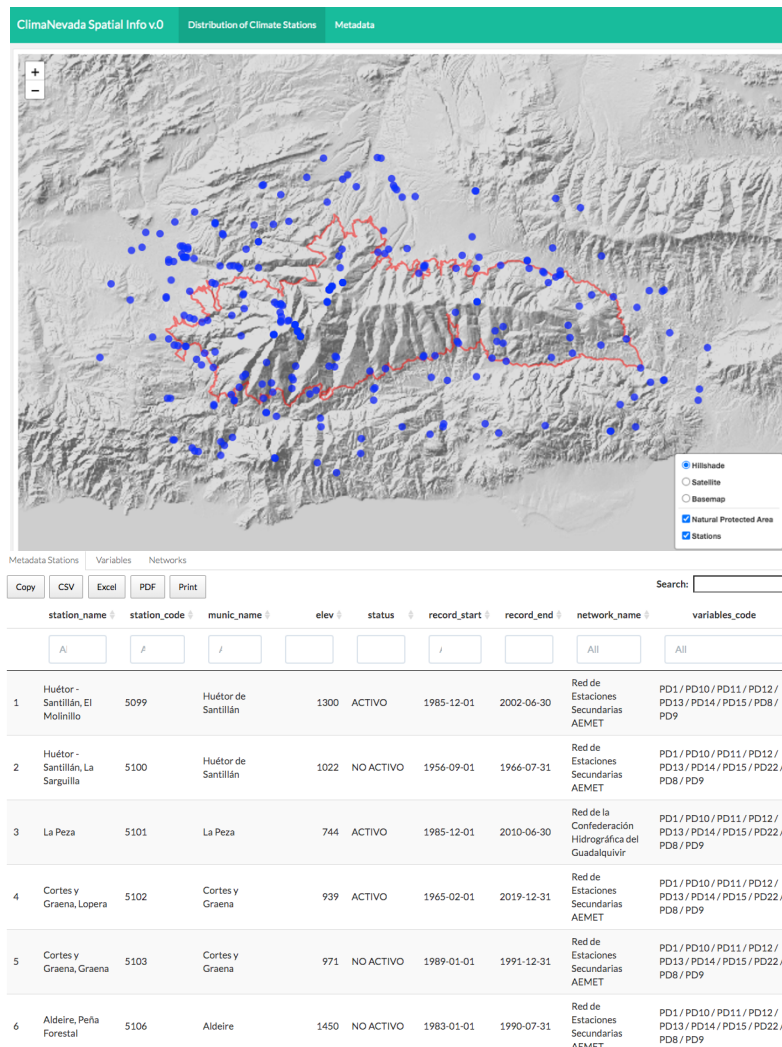


Figura 2. Mapa de distribución de las estaciones incluidas en ClimaNevada (arriba) y tabla de metadatos básicos (abajo)

4. CONCLUSIONES

La puesta en marcha de ClimaNevada, posibilita, además de la consulta personalizada de datos climáticos en el entorno de Sierra Nevada, generar una base robusta de información climática útil para gestores e investigadores, que permita, entre otros aspectos, validar simulaciones climáticas realizadas con modelos climáticos regionales, usados para obtener proyecciones de

CLIMANEVADA: BASE DE DATOS CLIMÁTICA DEL OBSERVATORIO DE CAMBIO GLOBAL DE SIERRA NEVADA

cambio climático de alta resolución, ayudando así a comprender y predecir los impactos sobre los ecosistemas de Sierra Nevada asociados al cambio climático.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido desarrollado bajo el Convenio de colaboración entre la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía y la Universidad de Granada para el desarrollo de actividades vinculadas al Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada. Agradecemos también la financiación recibida por los proyectos **LIFE-ADAPTAMED** (LIFE14 CCA/ES/000612): Protección de servicios ecosistémicos clave amenazadas por el cambio climático mediante gestión adaptativa de socioecosistemas mediterráneos; y **CGL2017-89836-R** (MINECO, FEDER) Cambio climático a corto plazo: predicción decenal regionalizada para la Península Ibérica. Influencia de las interacciones tierra-atmósfera en los recursos hídricos)

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Zamora Rodríguez, R.; Pérez-Luque, A.J.; Bonet García, F.J.; Barea-Azcón, J.M.; Aspizua, R. *La huella del cambio global en Sierra Nevada: retos para la conservación*; Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio: Granada, 2015; ISBN 978-84-338-5814-6.
2. Muñoz, J. M.; Aspizua, R. Red de Estaciones meteorológicas multiparamétricas. In *Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada: metodologías de seguimiento*; Aspizua, R., Barea-Azcón, J., Bonet, F., Pérez-Luque, A., Zamora, R., Eds.; Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 2012; pp. 28–29.
3. Pérez-Pérez, R.; Reyes-Muñoz, P.S. Suministro y procesamiento de datos climáticos. In *Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada: metodologías de seguimiento*; Aspizua, R., Barea-Azcón, J., Bonet, F., Pérez-Luque, A., Zamora, R., Eds.; Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 2012; p. 30.
4. Sánchez-Cano, F.M.; Bonet-García, F.J.; Pérez-Luque, A.J.; Suárez-Muñoz, M. Wireless sensor networks to assess the impacts of global change in Sierra Nevada (Spain) mountains. In *Proceedings of the Geophysical Research Abstracts*; European Geosciences Union: Wien, Austria, 2017; Vol. 19, p. 15060.
5. Barea-Azcón, J.M.; Aspizua, R.; Cano-Manuel, F.J.; Zamora, R.; Cabello-Piñar, J.; Santamaria, L.; Quirós-Herruzo, F.; Retamosa, E.; Giménez de Azcárate, F.; Cáceres-Clavero, F.; et al. LIFE ADAPTAMED: adaptive management for the protection of ecosystem services in a climate change scenario. In *Proceedings of the Abstract book of XIV MEDECOS & XIII AEET meeting*; MEDECOS & AEET: Seville, Spain, 2017; p. 96.
6. Pérez-Luque, A.J.; Zamora Rodríguez, R.; Barea-Azcón, J.M. Data of seedling emergence and seedling survival of Mediterranean high mountain scrublands (*Juniperus communis* and *Berberis hispanic*) in Sierra Nevada (Spain). 2017-2020 2020.
7. Wilkinson, M.D.; Dumontier, M.; Aalbersberg, I.J.; Appleton, G.; Axton, M.; Baak, A.; Blomberg, N.; Boiten, J.-W.; da Silva Santos, L.B.; Bourne, P.E.; et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data* **2016**, *3*, 160018, doi:10.1038/sdata.2016.18.
8. Barea-Azcón, J.M.; Benito, B.M.; Olivares, F.J.; Ruiz, H.; Martín, J.; García, A.L.; López, R. Distribution and conservation of the relict interaction between the butterfly *Agriades*

CLIMANEVADA: BASE DE DATOS CLIMÁTICA DEL OBSERVATORIO DE CAMBIO GLOBAL DE SIERRA NEVADA

- zulich and its larval foodplant (*Androsace vitaliana nevadensis*). *Biodivers Conserv* **2014**, 23, 927–944, doi:10.1007/s10531-014-0643-4.
9. Algarra, J.A.; Cariñanos, P.; Herrero, J.; Delgado-Capel, M.; Ramos-Lorente, M.M.; Díaz de la Guardia, C. Tracking Montane Mediterranean grasslands: Analysis of the effects of snow with other related hydro-meteorological variables and land-use change on pollen emissions. *Science of The Total Environment* **2019**, 649, 889–901, doi:10.1016/j.scitotenv.2018.08.311.
 10. Peinó Calero, E. Análisis de la variabilidad espacio-temporal de las precipitaciones en Sierra Nevada y su entorno. Trabajo Fin de Master, University of Granada: Departamento de Física Aplicada, 2020.
 11. Castro-Díez, Y.; Esteban-Parra, M.J.; Staudt, M.; Gámiz-Fortis, S. Cambios climáticos observados en la temperatura y la precipitación en andalucía en el contexto de la península ibérica y hemisférico. In *El cambio climático en Andalucía: Evolución y consecuencias medioambientales*; Sousa Martín, A., García Barrón, L., Jurado Doña, V., Eds.; Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía: Sevilla, 2007; pp. 57–77 ISBN 978-84-96776-40-1.
 12. Pérez-Luque, A.J.; Pérez-Pérez, R.; Bonet García, F.J. Evolución del clima en los últimos 50 años en Sierra Nevada. In *La huella del cambio global en Sierra Nevada: Retos para la conservación*; Zamora, R., Pérez-Luque, A., Bonet, F., Barea-Azcón, J., Aspizua, R., Eds.; Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía., 2015; pp. 22–24.