

ClimaNevada: Base de datos climática del Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada

Antonio Jesús Pérez-Luque^{1,2,*} , Eric Peinó-Calero³, Alicia Rodríguez-Brito³, María Jesús Esteban-Parra³ , Manuel Merino-Ceballos^{1,2}, Pablo David Guerrero-Alonso^{1,2}, Ricardo Moreno-LLorca^{1,2} , Andrea Ros-Candeira^{1,2}, Regino Zamora^{1,2}

(1) Laboratorio de Ecología, Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra (IISTA-CEAMA), Universidad de Granada, Avda. del Mediterráneo s/n, Granada 18006, España.

(2) Grupo de Ecología Terrestre, Departamento de Ecología, Universidad de Granada, Facultad de Ciencias, Campus Fuentenueva s/n, 18071, Granada, España.

(3) Departamento de Física Aplicada, Universidad de Granada, Facultad de Ciencias, Campus Fuentenueva s/n, 18071, Granada, España.

* Autor de correspondencia: Antonio J. Pérez-Luque [ajpelu@gmail.com]

> Recibido el 29 de enero de 2021 - Aceptado el 12 de marzo de 2021

Cómo citar: Pérez-Luque, A.J., Peinó-Calero, E., Rodríguez-Brito, A., Esteban-Parra, M.J., Merino-Ceballos, M., Guerrero-Alonso, P.D., Moreno-LLorca, R., Ros-Candeira, A., Zamora, R. 2021. ClimaNevada: Base de datos climática del Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada. *Ecosistemas* 30(1): 2155. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2155>

ClimaNevada: Base de datos climática del Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada

Resumen: Disponer de una buena caracterización climática es un aspecto clave para el seguimiento de los efectos del cambio global sobre todo en ambientes de montaña. Sin embargo, los datos climáticos de muchas de las zonas de montaña proceden de fuentes muy heterogéneas y muy dispersas, lo que hace que el acceso y la descarga de esos datos sean tareas que se tornan a menudo arduas y tediosas. En este trabajo presentamos ClimaNevada, una base de datos robusta sobre información climática en Sierra Nevada, que armoniza, documenta e integra datos climáticos procedentes de estaciones meteorológicas y de sensores. Hemos desarrollado una plataforma que aglutina toda la información y permite la descarga de datos de una forma sencilla y siguiendo la filosofía Open Access. Asimismo, presentamos un caso de estudio en el que se generan series de datos homogéneos a partir de ClimaNevada, para la evaluación de tendencias temporales de la precipitación en Sierra Nevada.

Palabras clave: clima; montaña; bases de datos; acceso abierto; cambio climático; Sierra Nevada

ClimaNevada: Climatic database of the Sierra Nevada Global Change observatory

Abstract: Having a good climate characterization is a key aspect for monitoring the effects of global change, particularly in mountain environments. However, climate data for many mountain areas come from very heterogeneous and dispersed sources, which makes accessing and downloading these data an arduous and tedious task. In this work we present ClimaNevada, a robust database of climate information, which harmonizes, documents and integrates climate data from weather stations and sensors from and around Sierra Nevada. We have developed a platform that brings together all the information and allows the downloading of data in a simple way and following the Open Access philosophy. We also present a case study in which a set of homogeneous data series is generated from ClimaNevada, to evaluate temporal trends of precipitation in Sierra Nevada.

Keywords: climate; mountains regions; databases; open access; climatic change; Sierra Nevada

Introducción

Uno de los aspectos clave para el seguimiento de los efectos del cambio global es la identificación y caracterización de los cambios ocurridos en las variables climáticas (De Castro et al. 2005; IPCC 2013). Esto es particularmente relevante para las regiones de montaña (Kohler et al. 2014; Pérez-Luque et al. 2016; Wason et al. 2017; Zamora et al. 2017b), ya que, por un lado, las montañas muestran amplios gradientes climáticos en pequeñas escalas espaciales, albergando una gran diversidad de microclimas (Wundram et al. 2010; ver Zamora et al. 2021, en este número), y, por otro lado, son regiones muy vulnerables a los efectos del cambio climático (Beniston 2003).

Un primer paso fundamental para una buena caracterización climática es la recopilación de todas las posibles fuentes de datos climáticos y su integración en una base de datos para su posterior consulta. Existen iniciativas a diferentes escalas, desde regionales a internacionales, que llevan a cabo esfuerzos para la recopilación de datos. Por ejemplo, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) (<http://www.aemet.es>) recopila datos de variables climáticas de más de 3000 estaciones de referencia distribuidas a lo largo de la geografía española; o la *Climate Change Initiative* (Iniciativa de Cambio Climático) de la Agencia Espacial Europea (*European Space Agency*) (<https://climate.esa.int/>) que aglutina información de variables de interés climatológico del continente Europeo. Sin embargo, a escalas más locales, como a nivel de una región montañosa, la

recopilación de datos se complica por diversos factores, como pueden ser, la baja densidad de estaciones de referencia, la heterogeneidad de redes/proyectos de seguimiento, la poca accesibilidad a los datos, o la inexistencia de un marco común (proyecto, iniciativa, etc.) que de sentido a la recopilación de esta información climatológica. El Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada (Aspízuza et al. 2010; Zamora et al. 2017a) (<https://obsnev.es/>), es un marco de colaboración institucional entre 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 ese 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 (Pérez-Luque et al. 2015). Teniendo como marco común esta iniciativa, y con el objetivo de recopilar toda la información climatológica existente en el entorno de Sierra Nevada, hemos diseñado una base de datos que permite a los usuarios tener acceso a todas las series de datos obtenidos por estaciones meteorológicas o por las redes de sensores de proyectos de investigación en esta región de montaña.

ClimaNevada

Desde que en 2007 se inició el Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada, se han llevado a cabo diferentes aproximaciones para gestionar y almacenar las bases de datos climáticas (Muñoz y Aspízuza 2012; Pérez-Pérez y Reyes-Muñoz 2012). Aunque estas aproximaciones han permitido realizar diferentes caracterizaciones y análisis de la variación de algunas variables climáticas en el entorno de Sierra Nevada (Pérez-Luque et al. 2015; Pérez-Luque et al. 2016), adolecían de una escasa documentación que dificultaba llevar a cabo un proceso de trazabilidad eficiente de la información. Asimismo, no existía una plataforma que facilitara la accesibilidad a los datos, lo cual dificultaba la utilización de los mismos por parte de los diferentes tipos de usuarios.

Con objeto de mejorar la gestión de esta información climática, se diseñó ClimaNevada (<http://climanevada.obsnev.es>), 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 instalados en el pasado y actualmente (localización, estado, propietario/responsable de su mantenimiento, estado de los datos, validación, integración, etc.), posibilitando a los investigadores y a los usuarios, además de la consulta de datos, la integración de información climática procedente de sensores asociados a proyectos ya finalizados que de otra forma serían difícil-

mente accesibles y reutilizables. Por otro lado, 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.

Además de la base de datos, se ha creado una plataforma para acceder y consultar de una forma sencilla los datos climáticos procedentes de diferentes redes de seguimiento del clima en el entorno de Sierra Nevada. Toda la información se presenta en abierto siguiendo la filosofía FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable and Reusable*, es decir, encontrable, accesible, interoperable y reutilizable) (Wilkinson et al. 2016), y va dirigida a investigadores, gestores y ciudadanos en general, que son los tres colectivos de usuarios a los que se enfoca todo trabajo realizado desde Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada.

Identificación y Recopilación de fuentes de información climática

Tras un detallado análisis de la información existente en el entorno de Sierra Nevada, se procedió a la identificación de las diferentes fuentes de datos de información climática (Fig. 1). 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, como, por ejemplo, las redes de RIA (Red de Información Agroclimática de Andalucía) y RAIF (Red de Alerta e Información Fitosanitaria de Andalucía), AEMET, etc. Mientras que el segundo grupo engloba otro tipo de fuentes de información procedentes de redes de sensores (Sánchez-Cano et al. 2017), proyectos de investigación (Barea-Azcón et al. 2017), experimentos en campo (Pérez-Luque et al. 2020), tesis doctorales, etc. Se trata de información a priori menos accesible y con una escasa probabilidad de ser reutilizada. Una vez recopiladas las diferentes fuentes de datos, aplicamos una limitación espacial, seleccionando solamente aquellas estaciones-sensores localizadas dentro de una zona de influencia de 15 km en torno a los límites del Espacio Natural de Sierra Nevada.

Estructura de la base de datos

Para almacenar la información climática se ha diseñado una base de datos relacional (Codd 1970). Este tipo de base de datos, recomendada para la gestión de información ambiental (Le Duc et al. 2007; Bonet y Gil 2010), organiza la información en tablas relacionadas, minimizando los errores de duplicidad y maximizando la integridad de los datos (Martin et al. 2015).

En primer lugar, se diseñó un diagrama de entidad-relación (Fig. 2). Para ello se consideró la estructura de los datos proporcionados por las diferentes fuentes proveedoras de información climática (Tabla 1), teniendo como base el Subsistema de Información de Climatología Ambiental (CLIMA, <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/clima>) de la Red de Información Ambiental de Anda-



Figura 1. Identificación de las fuentes de datos climáticos (estaciones meteorológicas y sensores) en ClimaNevada.

Figure 1. Climate data sources (weather stations and sensors) of ClimaNevada

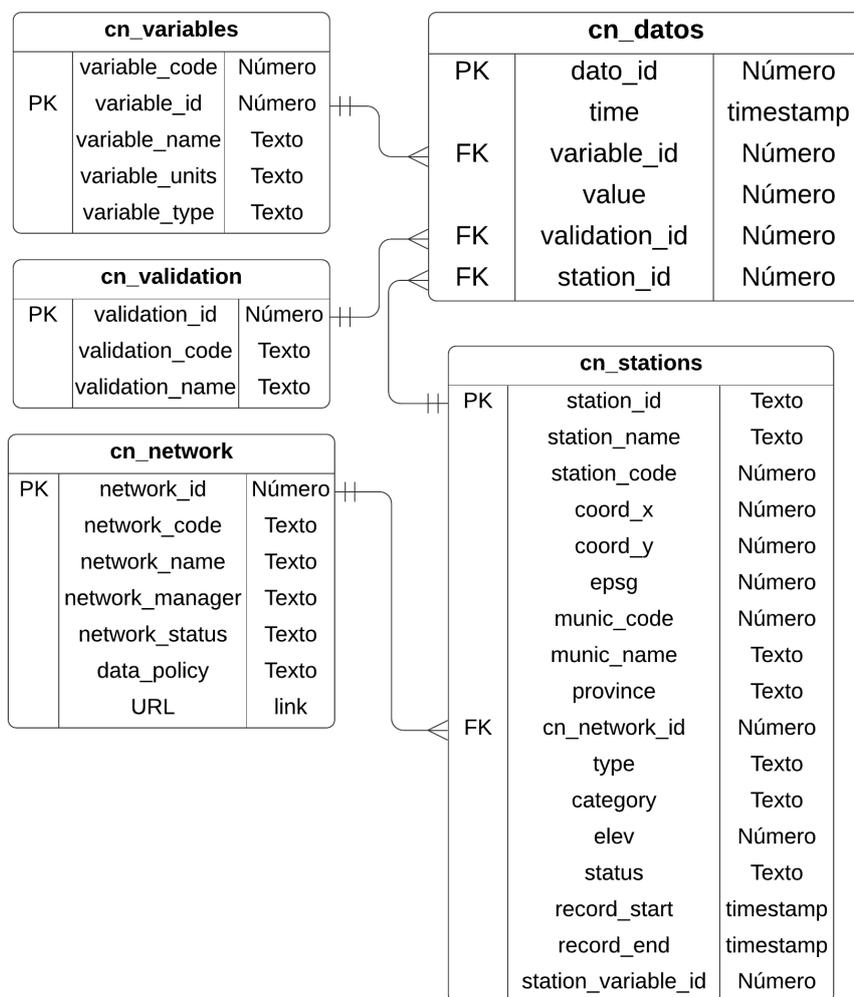


Figura 2. Diagrama Entidad-Relación de la base de datos ClimaNevada. Para cada tabla se indica el nombre y el tipo del campo. Los campos que actúan como clave primaria se indican con PK (Primary Key), y los considerados como clave foránea con FK (Foreign Key). Las relaciones entre las tablas se muestran mediante flechas. La descripción de los campos de cada tabla se incluye en la [Tabla A1](#) del Apéndice.

Figure 2. Entity-Relationship diagram of the ClimaNevada database. For each table the name and type of the field is indicated. Primary key and Foreign fields are indicated with PK and FK respectively. Tables relationships are shown by arrows. Tables field's description are included in [Table A1](#) (Appendix).

lucía (REDIAM). Posteriormente se implementó la base de datos utilizando PostgreSQL (<http://www.postgresql.org/>), un sistema de gestión de base de datos relacionales de libre distribución, junto con los complementos PostGIS (<http://postgis.net/>), para el tratamiento de datos georreferenciados, y TimeScaleDB (<https://www.timescale.com>) para tratamiento de series temporales.

La base de datos se compone de cinco tablas ([Fig. 2](#)) que contienen la información climática (tabla *cn_datos*) registrada por cada estación (tabla *cn_stations*) para las diferentes variables (tabla *cn_variables*). Asimismo, se muestra la red a la que pertenece cada estación (tabla *cn_networks*) y la validación llevada a cabo para cada medida (tabla *cn_validation*). Una descripción detallada de los campos que componen la base de datos ClimaNevada se incluyen en la [Tabla A1](#).

Integración de datos

Hasta la actualidad se han integrado más de 112 millones de registros procedentes de 303 estaciones meteorológicas y sensores pertenecientes a 19 redes y proyectos desplegados en el entorno de Sierra Nevada ([Tabla 1](#)). Toda esta información recoge un total de 128 variables ([Tabla A2](#)). Los datos presentan diferentes resoluciones temporales de medida (puntuales, diezminutales, horarios, diarios, mensuales, etc.). El rango temporal cubierto abarca desde 1902 hasta la actualidad.

Visualización y Descarga de datos

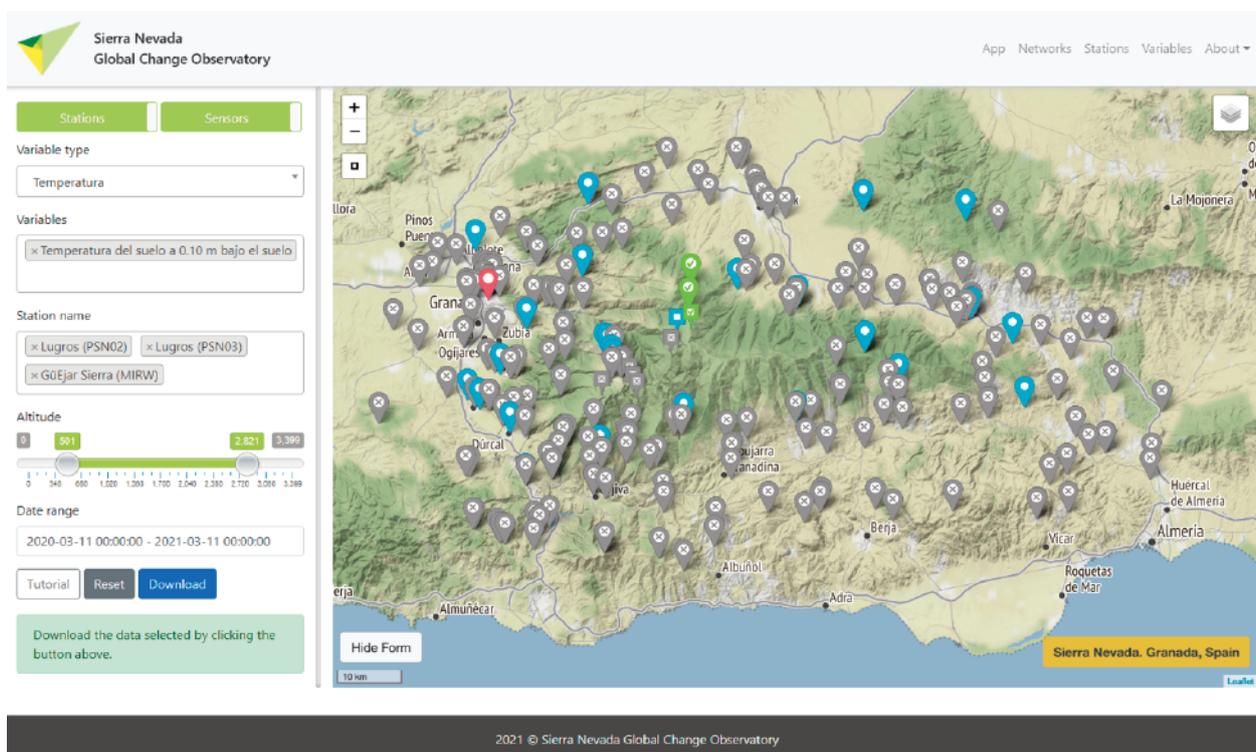
Se ha creado una aplicación para la visualización de la información climática recopilada ([Fig. 3](#)), disponible en <http://climanevada.obsnev.es/>. Se trata de una aplicación de consulta espacial y de los metadatos de las estaciones, así como de algunas estadísticas básicas sobre cada estación (por ejemplo, el tipo de variable que mide). La aplicación permite llevar a cabo consultas de datos utilizando diferentes filtros (por estaciones, variables, rango de elevación, etc.) y realizar la descarga de dichas consultas. Además de ello, ClimaNevada permite llevar a cabo consultas y descargas de los metadatos asociados a las estaciones, así como de las variables y las redes. Se ha puesto a disposición de los usuarios un sencillo manual para la descarga de datos (<http://climanevada.obsnev.es/tutorial>).

En un futuro próximo también se incorporará un panel que permita generar consultas complejas sobre los datos aprovechando el potencial del entorno Postgresql y de los complementos específicos agregados para tratamiento de información espacial y de series temporales.

La aplicación está disponible en abierto para cualquier perfil de usuario, así como todos los datos almacenados en el sistema de información a excepción de las ubicaciones exactas de algunos de los sensores desplegados en Sierra Nevada, las cuales se mostrarán como ubicaciones aproximadas en los mapas de visualización.

Tabla 1. Redes proveedoras de datos en ClimaNevada.**Table 1.** Meteorological Data sources of ClimaNevada.

Código de la Red	Red	Institución
EARM	Red de Estaciones Automáticas y Remotas de Meteorología	Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía
SECUND	Red de Estaciones Secundarias AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
EMA	Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
PRINCIP	Red de Estaciones Principales AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
SIVA	Red del Servicio de Calidad Ambiental	Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía
RIA	Red de Información Agroclimática de Andalucía	Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía
RAIF	Red de Alerta e Información Fitosanitaria	Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía
ENPSN	Red del Espacio Natural Protegido de Sierra Nevada	Espacio Natural Protegido de Sierra Nevada
GLORIA	Red del Proyecto GLORIA	Proyecto GLORIA
CETURSA	Red de Cetursa Sierra Nevada	Centros Turísticos, S.A.
PG	Red del Proyecto Guadalfeo	Grupo de Dinámica Fluvial e Hidrológica. Universidad de Córdoba
RCG	Red de Seguimiento del Cambio Global en Parques Nacionales	Organismo Autónomo Parques Nacionales
CMA	Red de la Cuenca Mediterránea Andaluza	Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía
CHG	Red de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
CHG_SAIH	Red SAIH de las Cuencas del Guadalquivir, Guadalete y Barbate	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
HSUR_SAIH	Red SAIH de la Cuenca Mediterránea Andaluza (Hidrosur)	Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía
SERN	Red del Servicio de Evaluación de los Recursos Naturales	Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía
SN_MICROCLIMA	Red de sensores microclimáticos de Sierra Nevada	Laboratorio de Ecología - IISTA-CEAMA, Universidad de Granada
ADAPTAMED	Red de sensores de temperatura del proyecto LIFE-ADAPTAMED	Laboratorio de Ecología - IISTA-CEAMA, Universidad de Granada

**Figura 3.** Aspecto de la aplicación ClimaNevada donde se muestra el mapa con la distribución espacial de las estaciones, mostrando aquellas que cumplen los criterios de búsqueda, así como las que se han seleccionado para su descarga.**Figure 3.** Visualization of ClimaNevada. Map display with the spatial distribution of the stations, showing those that meet the search criteria.

Aplicación de ClimaNevada en la generación de bases de datos de precipitación

Muchos investigadores necesitan caracterizar los cambios ocurridos en diferentes variables climáticas en el entorno de Sierra Nevada en los últimos años (ver ejemplos en Zamora et al. 2015). Esta caracterización les permite contextualizar las respuestas observadas en los diferentes procesos ecológicos de los ecosistemas nevadenses (e.g. Barea-Azcón et al. 2014; Algarra et al. 2019; Pérez-Luque et al. 2020). Para ello, además de la recopilación e integración de diferentes fuentes de datos, es necesario la creación de bases de datos consistentes que hayan pasado un proceso de filtrado, validación y homogenización (Staudt et al. 2007; Alonso-González et al. 2018). La mayor parte de estas bases de datos incluyen o se basan en registros de temperatura y precipitación como variables climáticas básicas que describen la hidroclimatología de una región, siendo fundamentales para el estudio de la variabilidad climática y el cambio climático, cuyos efectos pueden tener marcadas repercusiones ambientales. Estas variables constituyen el grueso de los datos climáticos recopilados en Sierra Nevada dentro de la base de datos ClimaNevada.

ClimaNevada incluye datos de más de 200 series de precipitación y 50 estaciones con registros de temperatura con distintas resoluciones y coberturas temporales. A pesar del menor número de estaciones con datos de temperatura, debe tenerse en cuenta que esta variable es espacialmente más homogénea que la precipitación, aunque su homogenización y rellenado de huecos en un entorno con fuertes contrastes geográficos como es Sierra Nevada requiere de un especial cuidado, con la aplicación de diversas técnicas. En ese sentido, actualmente se están aplicando diversos algoritmos de homogeneización que permitan obtener series fiables para caracterizar la variabilidad térmica del área.

Los registros de precipitación, más numerosos, han permitido generar una base de datos de esta variable en Sierra Nevada. Describimos a continuación brevemente cómo se ha desarrollado y algunos resultados obtenidos a partir de la misma.

Series de precipitación

Utilizando la base de datos ClimaNevada, que contiene los datos originales de diversas variables meteorológicas medidas en distintos emplazamientos de Sierra Nevada y su área circundante, Peinó Calero (datos sin publicar) realizó un proceso de filtrado, rellenado y homogenización usando el paquete Climatol (Gujarro 2019) para generar una base de datos de precipitación integrada y homogeneizada. Las aplicaciones de este tipo de bases de datos son diversas, siendo fundamentales para los estudios de variabilidad climática y de cambio climático. Así, por ejemplo, estas bases de datos son el punto de partida para la creación de otras bases de datos en rejilla, mediante modelos de interpolación que permiten obtener superficies climáticas con las que realizar un examen detallado de las precipitaciones en una región o validar salidas de modelos.

Se empleó el modelo de interpolación RegRAIN versión 0.1.0 (Alzate Velásquez et al. 2017) para generar climatologías de la precipitación en cada mes y estación del año con una resolución de 400 m. Este modelo está basado en el modelo de lluvia regionalizada, Regnie (Rauthe et al. 2013), y consiste en una combinación de un modelo de regresión lineal múltiple que incorpora como variables la elevación, la pendiente y la exposición del terreno y un algoritmo de interpolación según la distancia inversa (Buishand 2008). Para ello se utilizaron datos de 203 estaciones con registros de precipitación homogeneizados cubriendo distintos periodos de tiempo. La Figura 4 muestra la distribución espacial de la precipitación media anual en Sierra Nevada y su entorno, para el período de 1990-2019. Una característica común, que sobresale en esta

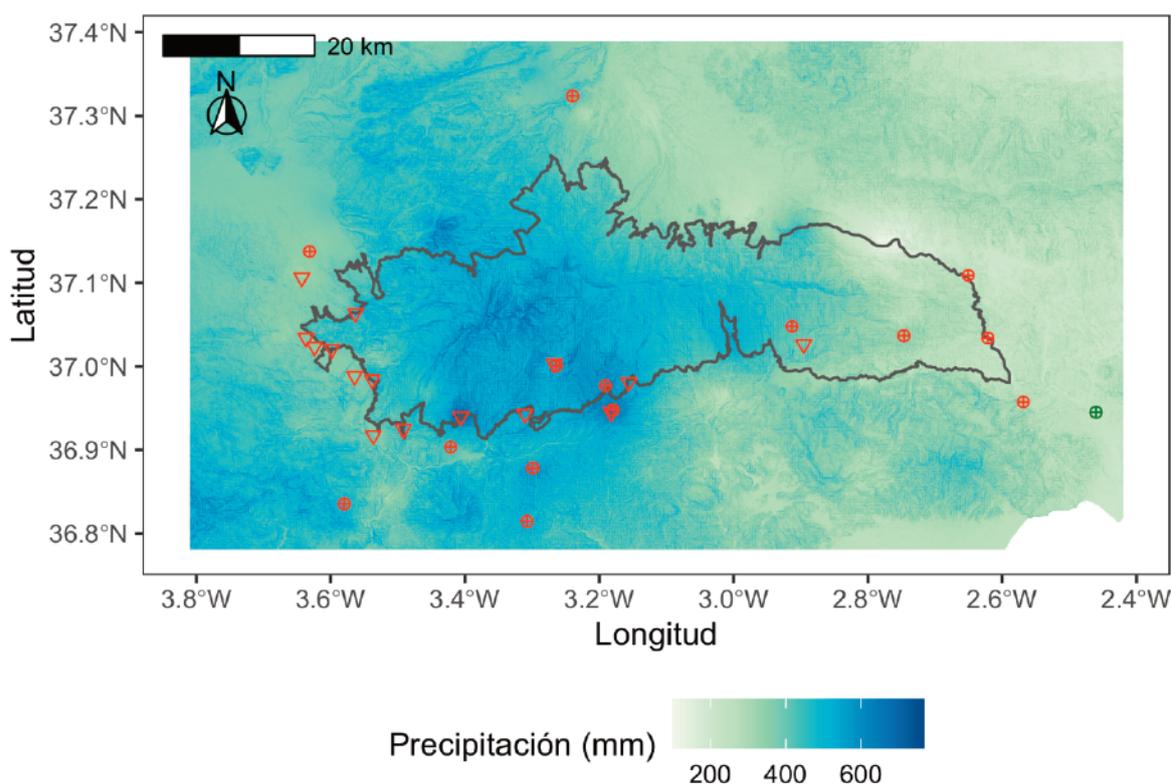


Figura 4. Distribución espacial de la precipitación media anual (mm) en Sierra Nevada y su entorno obtenida a partir del promedio de los datos interpolados. La interpolación se ha realizado en base a los datos de más de 200 estaciones meteorológicas con registros de precipitación homogeneizados. Se muestran las tendencias anuales de las estaciones con registros superiores a 60 años. Los símbolos se refieren a tendencia decreciente sin significación (círculos rojos), tendencia decreciente significativa (triángulos rojos); tendencia creciente no significativa (círculos verdes).

Figure 4. Spatial distribution of mean annual precipitation (mm) in Sierra Nevada and its surroundings obtained from the average of the interpolated data. The interpolation was performed based on data from more than 200 weather stations with homogenized precipitation records. Temporal trends for stations with records greater than 60 years are shown. Symbols refer to decreasing trend without significance (red circles), significant decreasing trend (red triangles); non-significant increasing trends (green circles).

distribución está relacionada con el marcado gradiente este-oeste que se observa durante prácticamente todo el año, con los mayores acumulados hacia la región sur y noroccidental y menores en la parte oriental, destacándose un mínimo al noreste del sistema montañoso. Únicamente en el período estival se identifica un cambio en el patrón, en el cual este gradiente se debilita y prácticamente toda la región sufre valores acumulados de precipitación muy bajos (Fig. 5), típica de esta época del año en ambientes de influencia mediterránea (Oliva y Moreno 2008). Además, la disposición alargada de oeste a este del macizo y su compleja orografía en el sur peninsular imponen una redistribución de la circulación de vientos regional y consolidan el papel que juega Sierra Nevada como frontera climática (Martínez 1982; Hidalgo-Muñoz et al. 2011). Esta situación determina que los flujos atlánticos afecten de manera más directa al margen occidental de macizo, siendo las altas cumbres y estas áreas orientadas al oeste las que reciben la mayor influencia de los sistemas depresionarios extratropicales provenientes del Atlántico, y con ello, reciben mayores cantidades de precipitación, fundamentalmente en el semestre frío del año. Por otro lado, el sector oriental, de relieves menos abruptos y altitudes más moderadas, tiene un comportamiento pluviométrico que responde más a las variaciones y advecciones provenientes del mar Mediterráneo.

Por otra parte, utilizando las series más largas de esta base de datos homogéneos de precipitación, se realizó un análisis de las tendencias temporales mediante la aplicación del test de Mann Kendall (Mann 1945) y se evaluó la magnitud de las mismas mediante el estimador de la pendiente de Sen (Sen 1968). Los resultados para el periodo 1960-2019, muestran la existencia de tendencias significativamente decrecientes al nivel de confianza del

95% en un 46% de las series analizadas (Peinó Calero 2020, datos sin publicar). La Figura 4 muestra la distribución espacial del sentido y significación de estas tendencias para las precipitaciones anuales mientras que la Figura 5 presenta de forma resumida el rango de tendencias encontradas tanto para la precipitación anual como estacional.

Como puede apreciarse los descensos significativos se localizan principalmente en el suroeste. Este patrón generalizado de reducción de la precipitación anual con un valor promedio para toda el área de estudio de -1.91 mm/año, está esencialmente relacionado con el descenso de la precipitación durante el invierno, época más lluviosa del año con valores de precipitación media comprendidos entre los 100 y 300 mm, con un valor medio de -1.42 mm/año, concordando con lo observado en otros estudios a nivel regional (Castro-Díez et al. 2007) y local (Pérez-Luque et al. 2015). Son destacables los cambios encontrados en el mes de junio, en el que el 100% de las estaciones muestra tendencias decrecientes y un 66% lo hace significativamente. Este mes representa el mayor aporte de precipitaciones en el período estival, lo que, unido a los bajos valores en julio y agosto, propicia aún más el descenso de las precipitaciones en esta época del año.

Al analizar las tendencias en los últimos 30 años (1990-2019), se encuentran tendencias tanto positivas como negativas, pero en ningún caso con significación estadística. La comparación de los resultados entre ambos períodos permite concluir la elevada variabilidad que presenta la precipitación a diferentes escalas temporales, lo que explica la complejidad que presenta el estudio de su comportamiento tanto en el contexto reciente como en futuros escenarios.

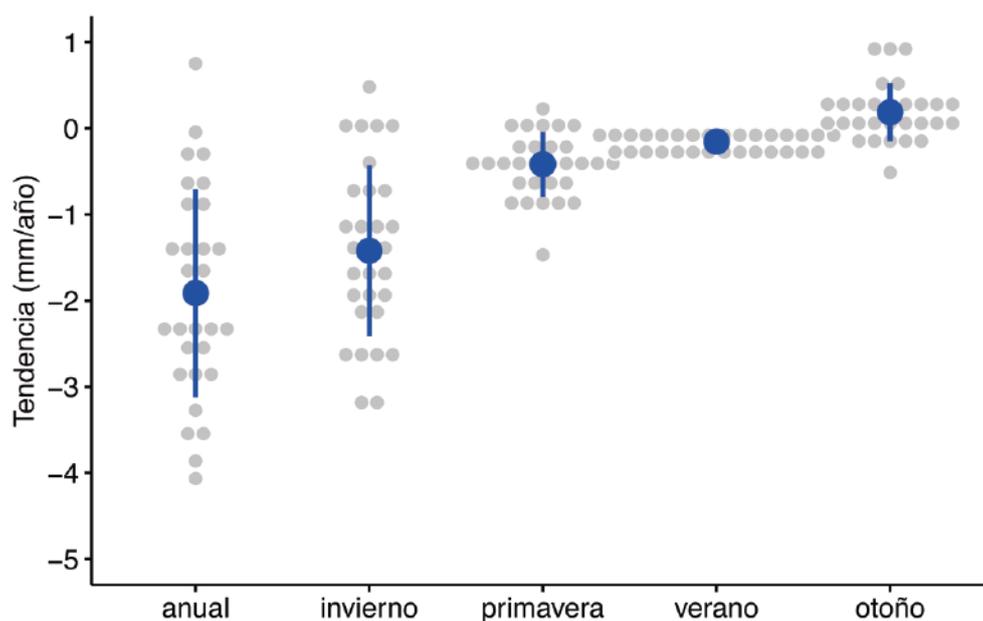


Figura 5. Magnitud de las tendencias anual y estacionales para las series de precipitación con más de 60 años obtenidas mediante la pendiente de Sen (Sen 1968). Los puntos y barras azules indican valores medios y desviación estándar.

Figure 5. Magnitude of annual and seasonal trends for precipitation series older than 60 years obtained by Sen's slope (Sen 1968). Blue dots and bars indicate mean and standard deviation values.

Conclusiones

La puesta en marcha de bases de datos como 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. Esto a su vez permite, entre otros aspectos, validar simulaciones climáticas realizadas con modelos climáticos regionales, usados para obtener proyecciones de cambio climático de alta resolución, ayudando así a comprender y predecir los impactos sobre los ecosistemas de Sierra Nevada asociados al cambio climático.

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. Antonio J. Pérez-Luque agradece la financiación recibida por el proyecto LIFE-ADAPTAMED (LIFE14 CCA/ES/000612): Protección de servicios ecosistémicos clave amenazados por el cambio climático mediante gestión adaptativa de socioecosistemas mediterráneos.

Agradecemos a Aranzazu Manjón Goya (Organismo Autónomo de Parques Nacionales), Mariano Corzo García (Subsistema Clima REDIAM), Juan Lorite (Universidad de Granada), Blanca Ramos-Losada (Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía) por facilitarnos información de las estaciones multiparamétricas y sensores instalados en el entorno de Sierra Nevada. Asimismo, agradecemos a Francisco J. Bonet, Ramón Pérez-Pérez, Blas M. Benito, y Pablo S. Reyes-Muñoz por los trabajos previos de recopilación de información climática.

Agradecemos los comentarios recibidos por los revisores (F. Rodríguez-Sánchez y un revisor anónimo), que han hecho mejorar la calidad del trabajo.

Contribución de los autores

Antonio J. Pérez-Luque: Conceptualización, Metodología, Supervisión, Preparación de datos, Redacción – preparación borrador inicial, revisión y edición. Eric Peinó-Calero: Metodología, Análisis, Preparación de datos, Validación, Redacción - revisión y edición. Alicia Rodríguez-Brito: Preparación de datos, Validación, Redacción – revisión. María Jesús Esteban-Parra: Supervisión, Investigación, Metodología, Redacción – revisión y edición. Manuel Merino-Ceballos: Software, Visualización, Validación, Redacción – revisión. Pablo David Guerrero-Alonso: Software, Visualización, Validación, Redacción – revisión. Ricardo Moreno-LLorca: Redacción – revisión. Andrea Ros-Candeira: Redacción – revisión. Regino Zamora: Dirección del proyecto, Coordinación científica, Redacción - revisión y edición.

Referencias

Algarra, J.A., Cariñanos, P., Herrero, J., Delgado-Capel, M., Ramos-Lorente, M.M., Díaz de la Guardia, C. 2019. 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* 649: 889-901.

Alonso-González, E., López-Moreno, J.I., Gascoin, S., García-Valdecasas Ojeda, M., Sanmiguel-Vallelado, A., et al. 2018. Daily gridded datasets of snow depth and snow water equivalent for the Iberian Peninsula from 1980 to 2014. *Earth System Science Data* 10: 303-315.

Alzate Velásquez, D.F., Araujo Carrillo, G.A., Rojas barbosa, E.O., Gomez Latorre, D.A., Martínez Maldonado, F.E. 2017. Interpolación Regnie para lluvia y temperatura en las regiones andina, caribe y pacífica de Colombia. *Colombia forestal* 21: 102.

Aspizua, R., Bonet, F.J., Zamora, R., Sánchez, F.J., Cano-Manuel, F.J., Henares, I. 2010. El observatorio de cambio global de Sierra Nevada: hacia la gestión adaptativa de los espacios naturales. *Ecosistemas* 19(2): 56-68.

Barea-Azcón, J.M., Benito, B.M., Olivares, F.J., Ruiz, H., Martín, J., García, A.L., López, R. 2014. Distribution and conservation of the relict interaction between the butterfly *Agríades zullichii* and its larval foodplant (*Androsace vitaliana nevadensis*). *Biodiversity and Conservation* 23: 927-944.

Barea-Azcón, J.M., Aspizua, R., Cano-Manuel, F.J., Zamora, R., Cabello-Piñar, J., Santamaria, L., et al. 2017. LIFE ADAPTAMED: adaptive management for the protection of ecosystem services in a climate change scenario. En: *Abstract book of XIV MEDECOS and XIII AEET meeting*, pp. 96. MEDECOS and AEET, Seville, Spain.

Beniston, M. 2003. Climatic Change in Mountain Regions: A Review of Possible Impacts. En: Diaz, H. F. (ed.), *Climate Variability and Change in High Elevation Regions: Past, Present and Future, Advances in Global Change Research*, pp. 5-31. Springer Netherlands, Dordrecht, Países Bajos.

Bonet, F.J., Gil, I.S. 2010. Gestión de la información ambiental en los espacios protegidos y en las redes de seguimiento del cambio global. *Ecosistemas* 19: 84-96.

Buishand, T.A. 2008. On spatial extremes: with application to a rainfall problem. *The Annals of Applied Statistics* 2: 624-642.

Castro-Díez, Y., Esteban-Parra, M.J., Staudt, M., Gámiz-Fortis, S. 2007. Cambios climáticos observados en la temperatura y la precipitación en Andalucía en el contexto de la península ibérica y hemisférico. En: Sousa Martín, A., García Barrón, L., Jurado Doña, V. (eds.), *El cambio climático en Andalucía: Evolución y consecuencias medioambientales*, pp. 57-77. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, España.

Codd, E.F. 1970. A relational model of data for large shared data banks. *Communications of the ACM* 13: 377-387.

De Castro, M., Martín-Vide, J., Alonso, S. 2005. El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. En Moreno Rodríguez, J. M. (ed.), *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*, pp. 1-65. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España.

Guijarro, J.A. 2019. climatol: Climate tools (series homogenization and derived products). R package version 3.1.2. Disponible en: <https://CRAN.R-project.org/package=climatol>

Hidalgo-Muñoz, J.M., Argüeso, D., Gámiz-Fortis, S.R., Esteban-Parra, M.J., Castro-Díez, Y. 2011. Trends of extreme precipitation and associated synoptic patterns over the southern Iberian Peninsula. *Journal of Hydrology* 409: 497-511.

IPCC 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, Estados Unidos.

Kohler, T., Wehrli, A., Jurek, M. (eds). 2014. *Mountains and climate change: a global concern*. Centre for Development and Environment, Swiss Agency for Development and Cooperation and Geographica Bernensia, Berna, Suiza.

Le Duc, M.G., Yang, L., Marrs, R.H. 2007. A Database Application for Long-Term Ecological Field Experiments. *Journal of Vegetation Science* 18: 509-516.

Mann, H.B. 1945. Non-parametric tests against trend. *Econometrica* 13(3): 245-259.

Martin, D.J., Howard, A., Hutchinson, R., McGree, S., Jones, D.A. 2015. Development and implementation of a climate data management system for western Pacific small island developing states. *Meteorological Applications* 22: 273-287.

Martínez, F.G. 1982. Régimen y variabilidad de las precipitaciones atmosféricas en el surco intrabético. *Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada* 12: 41-70.

Muñoz, J.M., Aspizua, R. 2012. Red de Estaciones meteorológicas multiparamétricas. En: Aspizua, R., Barea-Azcón, J., Bonet, F., Pérez-Luque, A., Zamora, R. (eds.), *Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada: metodologías de seguimiento*, pp. 28-29. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, España.

Oliva, M., Moreno, I. 2008. Sierra Nevada, nexa entre dos patrones de teleconexión: la NAO y la WEMO. En: Sigró-Rodríguez, J., Brunet India, M., Aguilar Anfrons, E. (eds.), *Cambio climático regional y sus impactos*, pp. 199-208. Asociación Española de Climatología, Tarragona, España.

- Pérez-Luque, A.J., Pérez-Pérez, R., Bonet García, F.J. 2015. Evolución del clima en los últimos 50 años en Sierra Nevada. En: Zamora, R., Pérez-Luque, A., Bonet, F., Barea-Azcón, J., Aspizua, R. (eds.), *La huella del cambio global en Sierra Nevada: Retos para la conservación.*, pp. 22-24. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía, Sevilla, España.
- Pérez-Luque, A.J., Bonet, F.J., Zamora, R., Barea-Azcón, J.M., Aspizua, R., Sánchez-Gutiérrez, F.J. 2016. Señales del cambio global en el sitio LTER-Sierra Nevada. *Ecosistemas* 25 (1): 65-71. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1146>
- Pérez-Luque, A.J., Zamora Rodríguez, R., Barea-Azcón, J.M. 2020. Data of seedling emergence and seedling survival of Mediterranean high mountain scrublands (*Juniperus communis* and *Berberis hispanica*) in Sierra Nevada (Spain). 2017-2020. LIFE-ADAPTAMED project. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.23728/b2share.1c48e5950ac94bdaa3fd725ce42ed9cb>
- Pérez-Pérez, R., Reyes-Muñoz, P.S. 2012. Suministro y procesamiento de datos climáticos. En: Aspizua, R., Barea-Azcón, J., Bonet, F., Pérez-Luque, A., Zamora, R. (eds.), *Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada: metodologías de seguimiento*, pp. 30. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, España.
- Rauthe, M., Steiner, H., Riediger, U., Mazurkiewicz, A., Gratzki, A. 2013. A Central European precipitation climatology – Part I: Generation and validation of a high-resolution gridded daily data set (HYRAS). *Meteorologische Zeitschrift* 22 (3): 235-256.
- Sánchez-Cano, F.M., Bonet-García, F.J., Pérez-Luque, A.J., Suárez-Muñoz, M. 2017. Wireless sensor networks to assess the impacts of global change in Sierra Nevada (Spain) mountains. En: *Geophysical Research Abstracts*, pp. 15060. European Geosciences Union, Viena, Austria.
- Sen, P.K. 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association* 63: 1379-1389.
- Staudt, M., Esteban-Parra, M.J., Castro-Díez, Y. 2007. Homogenization of long-term monthly Spanish temperature data. *International Journal of Climatology* 27: 1809-1823.
- Wason, J.W., Bevilacqua, E., Dovciak, M. 2017. Climates on the move: Implications of climate warming for species distributions in mountains of the northeastern United States. *Agricultural and Forest Meteorology* 246: 272-280.
- Wilkinson, M.D., Dumontier, M., Aalbersberg, I.J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., et al. 2016. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data* 3: 160018.
- Wundram, D., Pape, R., Löffler, J. 2010. Alpine Soil Temperature Variability at Multiple Scales. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 42: 117-128.
- Zamora, R., Pérez-Luque, A.J., Bonet García, F.J., Barea-Azcón, J.M., Aspizua, R. 2015. *La huella del cambio global en Sierra Nevada: retos para la conservación*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía, Granada, España.
- Zamora, R., Pérez-Luque, A.J., Bonet, F.J. 2017a. Monitoring Global Change in High Mountains. En: Catalan, J., Ninot, J. M., Aniz, M. M. (eds.), *High Mountain Conservation in a Changing World*, pp. 385-413. Springer International Publishing, Cham, Alemania.
- Zamora, R., Pérez-Luque, A.J., Bonet, F.J., Barea-Azcón, J.M., Aspizua, R., Sánchez-Gutiérrez, F.J., et al. 2017b. Global Change Impact in the Sierra Nevada Long-Term Ecological Research Site (Southern Spain). *The Bulletin of the Ecological Society of America* 98: 157-164.
- Zamora, R., Pérez-Luque, A.J., Guerrero Alonso, P.D., Moreno-Llorca, R., Merino-Ceballos, M., Ros-Candeira, A. 2021. Uniendo macro y microclima en paisajes de montaña: una aproximación conceptual e instrumental. *Ecosistemas* 30(1): 2166. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2166>

Apéndice

Tabla A1. Descripción de los campos que conforman las tablas de la base de datos de ClimaNevada. Se indican los campos que actúan como claves primarias (PK) y claves foráneas (FK) (ver texto principal).

Table A1. Field descriptions of the ClimaNevada database tables. Primary key (PK) and Foreign key (FK) are indicated for each table (see main text).

Nombre de la tabla	Campo	Descripción del campo	Tipo	Clave
cn_datos	time	Fecha y hora del registro en UTC	timestamp	
	variable_id	Código de identificación de la variable que mide en la base de datos	numeric	FK
	value	Valor de la variable	numeric	
	validation_id	Código identificativo de la validación del registro	numeric	FK
	station_id	Código identificativo de la estación	numeric	FK
cn_stations	station_id	Código identificativo de la estación en la base de datos	numeric	PK
	station_name	Nombre de la estación	text	
	station_code	Código original de la estación	numeric	
	coord_x	Coordenada x de la estación	numeric	
	coord_y	Coordenada y de la estación	numeric	
	epsg	Código de georreferenciación	numeric	
	munic_code	Código del municipio al que pertenece	numeric	
	munic_name	Nombre del municipio	text	
	province	Nombre de la provincia	text	
	cn_network_id	Código identificativo de la red a la que pertenece	numeric	FK
	type	Tipo de estación	text	
	category	Categoría de la estación	text	
	elev	Elevación	numeric	
	status	Estado actual de la estación (activa o inactiva)	text	
	record_start	Fecha de inicio de los registros	timestamp	
record_end	Fecha de fin de los registros	timestamp		
station_variables_id	Códigos identificativos de las variables en la base de datos que mide la estación	numeric		
cn_network	network_id	Código identificativo de la red	numeric	PK
	network_code	Código real de la red	text	
	network_name	Nombre de la red	text	
	network_manager	Entidad gestora de la red	text	
	network_status	Estado actual de la red	text	
	data_policy	Política de datos	text	
	URL	Enlace para más información de la red	link	
cn_variables	variable_code	Código real de la variable	numeric	
	variable_id	Código de identificación de la variable en la base de datos	numeric	PK
	variable_name	Denominación de la variable	text	
	variable_units	Unidades de medida de la variable	text	
	variable_type	Tipo de variable	text	
cn_validation	validation_id	Código identificativo de la validación del registro	numeric	PK
	validation_code	Código real de la validación del registro según la fuente	text	
	validation_name	Característica de la validación según la fuente	text	

Tabla A2. Variables registradas por las diferentes estaciones incluidas en ClimaNevada
Table A2. Meteorological variables recorded by the meteorological stations within ClimaNevada.

Categoría	Código	Variable	Unidades
Evaporación	ED1	Evaporación total diaria en evaporímetro Piche	mm
Evaporación	ED2	Evaporación total diaria en tanque	mm
Evapotranspiración	ETD1	Evapotranspiración potencial diaria en lisímetro	mm
Humedad	HD2	Humedad relativa mínima diaria	%
Humedad	HD3	Hora de la humedad relativa mínima diaria	min
Humedad	HD4	Humedad relativa máxima diaria	%
Humedad	HD5z	Hora de la humedad relativa máxima diaria	min
Humedad	HI1	Humedad relativa del aire	%
Nubosidad	NI1	Clase 1 de nubes bajas (entre el suelo y 2000 metros)	
Nubosidad	NI2	Clase 2 de nubes bajas (entre el suelo y 2000 metros)	
Nubosidad	NI3	Cantidad de nubes bajas (entre el suelo y 2000 metros)	
Nubosidad	NI4	Clase de nubes medias (entre 2000 y 6000 metros)	
Nubosidad	NI5	Clase de nubes altas (> 6000 metros)	
Nubosidad	NI6	Nubosidad total	
Nubosidad	NI7	Clase 2 de nubes medias (entre 2000 y 6000 m de altura)	
Nubosidad	NI8	Clase 2 de nubes altas (por encima de 6000 m de altura)	
Precipitación y otros Meteoros	PD1	Precipitación total diaria de 7 a 7	mm
Precipitación y otros Meteoros	PD10	Precipitación en forma de granizo en algún momento del día	
Precipitación y otros Meteoros	PD11	Precipitación en forma de tormenta en algún momento del día	
Precipitación y otros Meteoros	PD12	Existencia de niebla en algún momento del día	
Precipitación y otros Meteoros	PD13	Existencia de rocío en algún momento del día	
Precipitación y otros Meteoros	PD14	Existencia de escarcha en algún momento del día	
Precipitación y otros Meteoros	PD15	Nieve cubriendo el suelo en algún momento del día	
Precipitación y otros Meteoros	PD18	Intensidad de la precipitación máxima diaria en 20 minutos	mm h ⁻¹
Precipitación y otros Meteoros	PD19	Intensidad de la precipitación máxima diaria en 2 horas	mm h ⁻¹
Precipitación y otros Meteoros	PD2	Intensidad de la precipitación máxima diaria en 10 minutos	mm h ⁻¹
Precipitación y otros Meteoros	PD20	Intensidad de la precipitación máxima diaria en 6 horas	mm h ⁻¹
Precipitación y otros Meteoros	PD21	Intensidad de la precipitación máxima diaria en 12 horas	mm h ⁻¹
Precipitación y otros Meteoros	PD3	Hora de la precipitación máxima en 10 minutos	min
Precipitación y otros Meteoros	PD4	Intensidad de la precipitación máxima diaria en 30 minutos	mm h ⁻¹
Precipitación y otros Meteoros	PD6	Intensidad de la precipitación máxima diaria en 60 minutos	mm h ⁻¹
Precipitación y otros Meteoros	PD8	Precipitación en forma de lluvia en algún momento del día	
Precipitación y otros Meteoros	PD9	Precipitación en forma de nieve en algún momento del día	
Precipitación y otros Meteoros	PI1	Precipitación caída en el período	mm
Precipitación y otros Meteoros	PI10	Nivel de nieve	mm
Precipitación y otros Meteoros	PM1	Precipitación total mensual	mm
Precipitación y otros Meteoros	PRECIPITACION_TOT		
Precipitación y otros Meteoros	ALTURA_NIEVE	Altura nieve	m
Presión	HI2	Presión de vapor en HPA	hPa
Presión	OD2	Presión máxima diaria	hPa
Presión	OD3	Hora de la presión máxima diaria	min
Presión	OD4	Presión mínima diaria	hPa
Presión	OD5	Hora de la presión mínima diaria	Mi
Presión	OI1	Presión atmosférica a nivel de la estación	hPa
Presión	PRESION		

Continuación Tabla A2.
Table A2 Continuation.

Categoría	Código	Variable	Unidades
Radiación	II1	Insolación registrada en el período INS	min
Radiación	RD22	Índice ultravioleta máximo	
Radiación	RI1	Radiación global en plano horizontal	W m ⁻²
Radiación	RI4	Radiación solar difusa	W m ⁻²
Radiación	RI5	Radiación ultravioleta UVB	W m ⁻²
Radiación	RAD_UVA_AVG	Radiación ultravioleta UVA	W m ⁻²
Radiación	RAD_CM3_UP_AVG	Radiación global CM3	W m ⁻²
Radiación	RAD_UVB_AVG	Radiación ultravioleta UVB	W m ⁻²
Radiación	RAD_CG3_UP_AVG	Radiación infrarroja incidente	W m ⁻²
Radiación	RAD_CG3_UP_MAX	Radiación infrarroja incidente máxima	W m ⁻²
Radiación	RAD_CM3_DOWN_AVG	Radiación reflejada	W m ⁻²
Radiación	RAD_CG3_DOWN_AVG	Radiación infrarroja reflejada	W m ⁻²
Radiación	RAD_NETA_AVG	Radiación neta	W m ⁻²
Radiación	ALBEDO_AVG	Albedo	%
Radiación	RAD_IRL_GLOBAL_AVG	Radiación infrarroja lejana	W m ⁻²
Radiación	RAD_PAR_UP_AVG	Radiación par	mmol s ⁻¹ m ²
Radiación	RAD_PAR_DOWN_AVG	Radiación par 1 media en el periodo	mmol s ⁻¹ m ²
Radiación	R.PAR 1_MED	Radiación par 1 media en el periodo	mE s ⁻¹ m ²
Radiación	RAD_UVA	Radiación ultravioleta UVA	W m ⁻²
Radiación	RAD_GLOBAL_AVG	Radiación global	W m ⁻²
Radiación	RAD_DIFUSA	Radiación difusa	W m ⁻²
Radiación	RAD_CM3_UP	Radiación global	W m ⁻²
Radiación	RAD_CG3_UP	Radiación infrarroja global	W m ⁻²
Radiación	RAD_CM3_DOWN	Radiación reflejada	W m ⁻²
Radiación	RAD_CG3_DOWN	Radiación infrarroja reflejada	W m ⁻²
Radiación	RAD_NETA	Radiación neta	W m ⁻²
Radiación	ALBEDO	Albedo	Tanto por uno
Radiación	RAD_IRL_GLOBAL	Infrarroja larga global	W m ⁻²
Radiación	RAD_PAR_UP	Radiación fotosintéticamente activa global	W m ⁻²
Radiación	RAD_PAR_DOWN	Radiación fotosintéticamente activa reflejada	W m ⁻²
Radiación	RAD_GLOBAL_INCLINADA	Radiación global inclinada	W m ⁻²
Radiación	RAD_DIFUSA_AVG	Radiación difusa	W m ⁻²
Radiación	RAD_GLOBAL_INCLINADA_AVG	Radiación global inclinada	W m ⁻²
Radiación	RAD_NETA_TEMP_AVG	?	
Temperatura	ED3	Temperatura máxima del agua del tanque	°C
Temperatura	ED4	Temperatura mínima del agua del tanque	°C
Temperatura	HI3	Temperatura del termómetro húmedo	°C
Temperatura	HI4	Temperatura del punto de rocío	°C
Temperatura	SD10	Temperatura mínima diaria a 0.15 m sobre el suelo	°C
Temperatura	SI1	Temperatura del suelo a 0.05 m bajo el suelo	°C
Temperatura	SI2	Temperatura del suelo a 0.10 m bajo el suelo	°C
Temperatura	SI4	Temperatura del suelo a 0.20 m bajo el suelo	°C
Temperatura	TD2	Temperatura mínima diaria	°C
Temperatura	TD3	Hora de la temperatura mínima diaria	min
Temperatura	TD4	Temperatura máxima diaria	°C

Continuación Tabla A2.
Table A2 Continuation.

Categoría	Código	Variable	Unidades
Temperatura	TD5	Hora de la temperatura máxima diaria	min
Temperatura	TI1	Temperatura media del termómetro seco	°C
Temperatura	TI2	Temperatura mínima del termómetro seco	°C
Temperatura	TI3	Temperatura máxima del termómetro seco	°C
Temperatura	TEMP_SUELO	Temperatura media del suelo	°C
Temperatura	TEMPINTER_AVG	Temperatura interna de la caja de intemperie	°C
Temperatura	T.SUPERFIC	Temperatura de la superficie media	°C
Temperatura	TEMPAIRE	Temperatura del aire	°C
Viento	PD16	Dir del viento en la intensidad de la precip máx diaria en 10 m	°
Viento	PD17	Vel del viento en la intensidad de la precip max diaria en 10 m	km h ⁻¹
Viento	PD22	Dirección dominante del viento en el día de lluvia	°
Viento	VD76	Dirección de la racha máxima de viento	°
Viento	VD77	Racha máxima de viento	km h ⁻¹
Viento	VD78	Hora de la racha máxima de viento	min
Viento	VI1	Dirección del viento	°
Viento	VI10	Tiempo de dirección de viento en el 1er octante	min
Viento	VI11	Tiempo de dirección de viento en el 2° octante	min
Viento	VI12	Tiempo de dirección de viento en el 3er octante	min
Viento	VI13	Tiempo de dirección de viento en el 4° octante	min
Viento	VI14	Tiempo de dirección de viento en el 5° octante	min
Viento	VI15	Tiempo de dirección de viento en el 6° octante	min
Viento	VI16	Tiempo de dirección de viento en el 7° octante	min
Viento	VI17	Tiempo de dirección de viento en el 8° octante	min
Viento	VI2	Velocidad del viento	km h ⁻¹
Viento	VI3	Recorrido del viento en el período	km
Viento	VI4	Dirección de la racha máxima	°
Viento	VI5	Racha máxima del viento	km h ⁻¹
Viento	VI6	Tiempo de dirección de viento en el primer cuadrante	min
Viento	VI7	Tiempo de dirección de viento en el segundo cuadrante	min
Viento	VI8	Tiempo de dirección de viento en el tercer cuadrante	min
Viento	VI9	Tiempo de dirección de viento en el cuarto cuadrante	min
Viento	VELVIENTO_WVC(1)	Velocidad media del viento	m s ⁻¹
Viento	VELVIENTO_MAX	Velocidad máxima del viento	m s ⁻¹
Viento	VELVIENTO_TMX	Fecha de racha máxima del viento	dd/mm/aa hh:mm
Viento	VELVIENTO_WVC(2)		
Viento	DIRVIENTO_SMM		
Visibilidad	CI1	Visibilidad	m