

boletín ambiental

Enero de 2018

Instituto de Estudios Ambientales IDEA - Sede Manizales **144**

Red de Estaciones Meteorológicas e Hidrometeorológicas Automáticas en el Parque Nacional Natural Los Nevados



Sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas – Simac

LORENA GIRALDO GÓMEZ, Ingeniera Industrial, operadora de la Red Caldas y Nevados, administrada por el Instituto de Estudios Ambientales -IDEA- de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
Redmeteocds_man@unal.edu.co

FERNANDO MEJÍA FERNÁNDEZ, Ingeniero Civil, M. Sc. en Recursos Hidráulicos, profesor jubilado Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
fmejiaf@unal.edu.co

JEANNETTE ZAMBRANO NÁJERA, Ingeniera Civil, PhD, profesora asociada Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. *jdzambrano@unal.edu.co*

Este boletín forma parte de una serie de artículos que se está generando sobre el Sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas- SIMAC; se busca explicar cada uno de los componentes de este. El primero de ellos fue el tema del Boletín Ambiental N° 137 de mayo de 2017, “Sistema de Información Ambiental departamento de Caldas”.

Introducción

En este artículo se presenta una descripción de la Red Meteorológica e Hidrometeorológica automática, telemétrica, instalada en el Parque Nacional Natural Los Nevados -PNNN- (ver Figura 1), propiedad de Corpocaldas, que pertenece al Sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas – SIMAC que reúne todas las redes que pertenecen a Corpocaldas, la Alcaldía de Manizales, la Gobernación de Caldas, la CHEC S.A. E.S.P y EMAS S.A.E.SP. Esta red fue instalada desde fines de la década de los noventa, procurando contribuir con ella a la evaluación de la oferta hídrica que se tiene, pro-

ducto del deshielo de los glaciares que componen los nevados del Ruiz y Santa Isabel (ver Figura 1), vertiente occidental (departamento de Caldas), por efecto del cambio climático global, en un esfuerzo conjunto de las autoridades ambientales regionales y la academia, representadas las primeras en Corpocaldas y Aguas de Manizales y la segunda en las Universidades de Caldas y Nacional de Colombia Sede Manizales. Esta red se constituyó en pionera de este tipo (automática, telemétrica, con transmisión de datos en tiempo real) entre las existentes hoy en el departamento.



Figura 1. Panorámica del volcán Nevado del Ruiz, PNNN. Fuente: propia

1. DESCRIPCIÓN DE LA RED UBICADA EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL LOS NEVADOS

El Parque Nacional Natural Los Nevados tiene como jurisdicción los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío y Tolima; ubicado en un complejo volcánico conformado por el Nevado del Ruiz (con los cráteres Arenas, La Olleta y Piraña), Nevado Santa Isabel y Nevado del Tolima y los paramillos de Cisne, Santa Rosa y Quindío, creado para ayudar a la conservación de glaciares en el país (Nevado del Ruiz, Nevado Santa Isabel y Nevado del Tolima) (Parques Nacionales Naturales de Colombia PNNC, 2017) .

“El Parque comprende la reserva de agua más importante para los departamentos de Tolima, Risaralda, Caldas y Quindío, abasteciendo a 38 municipios, beneficiando a más de 3 millones de habitantes del Eje Cafetero. En el área protegida, además, se regula el agua para las agroindustrias del valle del río Magdalena y del valle del río Cauca, dos de los más productivos del país. Es una de las principales áreas protegidas que hace parte de procesos de protección ambiental del territorio, donde se viene consolidando un Sistema Regional de

Áreas Protegidas para la región del Eje Cafetero.” (Parques Nacionales Naturales de Colombia PNNC, 2017).

Al tratarse de una reserva natural protegida se realizan diferentes tipos de estudios enfocados en determinar la degradación del paisaje, caracterizar la vegetación, estudiar la biodiversidad con el fin de preservar los ecosistemas de los posibles impactos que pueda generar la actividad turística en el sector y de los efectos provocados por el cambio climático, entre otros. Por ejemplo, el instituto Von Humboldt realizó un análisis de la pérdida de los ecosistemas bosques de niebla propios de las zonas andinas, entre los que se encuentran en el Parque. En dicho estudio se indica que la importancia de los bosques de niebla es muy alta ya que proporcionan agua para abastecimiento (se estima que el 31% de la población colombiana se abastece del agua provista por parques nacionales (Cannesa, 2000; Uribe, 2005; Carriazo, Ibañez, & García, 2003)), proporcionan insumos para producción agropecuaria e industrial aguas abajo del parque, y tienen una biodiversidad especialmente rica, además del turismo creciente que se puede realizar en estos (21.940 visitantes por año) (Armenteras, Cadena-V, & Moreno, 2007).

A pesar de la importancia reconocida de los PNN, están bastante amenazados ya que hay fuertes indicios de que los bosques de niebla están desapareciendo muy

rápidamente (se ha reportado una tasa de deforestación anual de los bosques en tierras altas tropicales y montañas en 1.1% según (Aldrich, Bubb, Hostettler, & Van de Wiel, 2000). Se presenta por los procesos de urbanización y por la conversión de bosques para uso agrícola. Esto causa impactos importantes, de los cuales el más significativo es la disminución de los caudales, es decir, de la captación de agua; algunos autores indican que Colombia es uno de los países donde este impacto será más significativo (Mulligan & Burke, 2005).

Teniendo en cuenta la importancia que este bioma representa para el departamento, se tomó la determinación de instalar la red. En un principio (1998) esta red estaba compuesta por tres estaciones, una meteorológica en el macizo Cumanday – Nevado del Ruiz, a 5072 m s.n.m. (fue durante muchos años la más elevada del país, (ver Figura 2) y dos hidrometeorológicas sobre las corrientes que recogen el agua del deshielo de los glaciares Molinos y Nereidas – Nevado del Ruiz (4240 y 4450 ms.n.m.) (Ver Figura 2). Más adelante y en el marco de otro proyecto se amplió esta red con dos estaciones más, una meteorológica a borde de glaciar en el costado noroccidental del Nevado Santa Isabel (4812 ms.n.m.) (Ver Figura 2) y otra hidrometeorológica sobre la corriente que recoge las aguas del deshielo y las aguas lluvias de la zona, el río Rioclaro en su nacimiento (4178 ms.n.m.) (Ver Figura 2).



Estación meteorológica Cumanday PNNN.



Estación hidrometeorológica quebrada Molinos PNNN.



Estación hidrometeorológica quebrada Nereidas PNNN.



Estación meteorológica Santa Isabel PNNN.



Estación hidrometeorológica río Rioclaro, PNNN.

Figura 2. Fotografías de las estaciones de la red Nevados. Fuente: propia

Actualmente la red está compuesta como se muestra en la Tabla 1 y Figura 3

ESTACIÓN	TIPO	AÑO INSTALACIÓN	LATITUD N	LONGITUD O	ALTITUD (MS.N.M)
Cumanday PNNN	M	1998	4° 53' 37,7"	75° 20' 22,1"	5072
Santa Isabel PNNN	M	2004	4° 49' 24,6"	75° 21' 59,9"	4812
Q. Molinos PNNN	H	1998	4° 54' 53,8"	75° 21' 55,7"	4240
Q. Nereidas PNNN	H	1999	4° 52' 51"	75° 21' 25,5"	4450
Río Rioclaro PNNN	H	2002	4° 50' 43,40"	75° 22' 13,7"	4178

Tabla 1. Estaciones que componen la red ubicada en el Parque Nacional Natural Los Nevados



Figura 3. Mapa de ubicación de las estaciones de la Red Meteorológica e Hidrometeorológica, automáticas, en el Parque Nacional Natural Los Nevados. Fuente: Google Maps.

Las estaciones meteorológicas miden 8 variables: precipitación, temperatura, radiación solar, humedad relativa, velocidad del viento, dirección del viento, presión atmosférica y evapotranspiración; mientras que las estaciones hidrometeorológicas (híbridas, con alto componente de desarrollo tecnológico local) miden temperatura, precipitación, nivel y caudal. (A&V Ingeniería, 2003).

En casos como estos, donde se está midiendo el caudal de corrientes pequeñas o de bajo caudal, el método de aforo apropiado es una estructura denominada en hidráulica canaleta tipo Parshall, en la que, a partir de su geometría se sabe cuál es la relación entre el nivel del agua al entrar a la canaleta y el caudal que circula por ella. Una estructura de este tipo puede verse en la Figura 4, correspondiente a la existente en la estación hidrometeorológica quebrada Molinos.



Figura 4. Fotografías que muestran detalles de la canaleta Parshall de la Estación hidrometeorológica quebrada Molinos, PNNN. Fuente: propia

La información recogida en cada estación es enviada vía radio a una estación central ubicada en la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales (IDEA) donde es almacenada (un dato cada cinco minutos de cada variable medida) en un servidor, gracias a un software desarrollado por la empresa A&V Ingeniería, y divulgada vía internet al público en la página web de la Universidad <http://idea.manizales.unal.edu.co/index.php/estado-tiempo-manizales>. Recientemente, esta información ingresó con la de las demás estaciones del departamento a la Bodega de Datos históricos compartida entre Corpocaldas y la Universidad, donde es procesada, archivada y divulgada a los usuarios en la página <http://cdiac.manizales.unal.edu.co/inicio/>

Cabe destacar que otra entidad local, la Central Hidroeléctrica de Caldas (CHEC) se unió al monitoreo del Parque y en el 2016 instaló dos estaciones, una de ellas hidrometeorológica ubicada en la quebrada Nereidas (2945 ms.n.m.) y otra meteorológica ubicada en la finca Pirineos (3358 ms.n.m.). Actualmente, la estación Cumanday, una de las más antiguas y ubicada a mayor altitud, se encuentra por fuera del sistema a causa de una emisión de ceniza volcánica que afectó la integridad de los equipos. Debido al nivel de alerta (Amarillo- Nivel III), publicado por el Servicio Geológico Colombiano, el ingreso al sector está prohibido. Por lo tanto, la estación continuará por fuera del sistema hasta disminuir la actividad sísmica relacionada con el fracturamiento de roca dentro del edificio volcánico (SGC, Servicio Geológico Colombiano, 2017).

2. ANÁLISIS DE ALGUNAS VARIABLES

Con base en la información mensual registrada por cada estación se muestra el ciclo diario de temperatura y caudal, promediando los valores captados de hora en hora para hallar el ciclo diario característico que mostrará la tendencia de esas variables en la estación, en el transcurso del día.

2.1. Ciclo diario de temperatura (Ver Figura 5)

Estación Cumanday

En los registros se evidencia una temperatura promedio para las 24 horas del día de $-3.47\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una temperatura máxima de $-0.04\text{ }^{\circ}\text{C}$ a las 12:00h. Las horas de más baja temperatura se encuentran entre las 0:00h y las 6:00h con un promedio de $-5.37\text{ }^{\circ}\text{C}$ y las de más alta, entre las 10:00h y 13:00h con $-0.49\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Estación Santa Isabel PNNN

La temperatura promedio registrada para las 24 horas del día es de 0.69 °C, siendo la máxima de 2.54 °C a las 11:00h, mientras que la mínima se registra a las 5:00 h de -0.72 °C. Las horas de menor temperatura se observan entre las 0:00h y las 6:00h, las horas de mayor temperatura, entre las 10:00h y las 14:00h.

Estación quebrada Nereidas PNNN

Se evidencia, según los registros, que la temperatura promedio para las 24 horas del día es de 3.42 °C, alcanzando una temperatura máxima de 5.50 °C a las 11:00h y con una mínima de 2.17 °C a las 2:00h. Las horas de más baja temperatura son desde las 1:00h a las 4:00h y las de más alta temperatura desde las 9:00h hasta las 14:00h.

Estación quebrada Molinos PNNN

Según los registros obtenidos, la temperatura promedio para las 24 horas del día es de 4.34 °C, con una temperatura máxima de 5.82 °C a las 10:00h y una mínima de 3.04 °C a las 5:00h. Las horas de mayor temperatura se registran entre las 8:00h y 16:00h y las de menor temperatura entre las 3:00h y 5:00h.

Estación río Rioclaro PNNN

Para la estación del río Rioclaro PNNN la temperatura promedio en las 24 horas del día es de 3.67 °C, alcanzando una temperatura máxima de 6.51 °C a las 11:00h y una mínima de 1.85 °C a las 5:00 h, las horas de menor temperatura se registran entre las 2:00h y 5:00h.

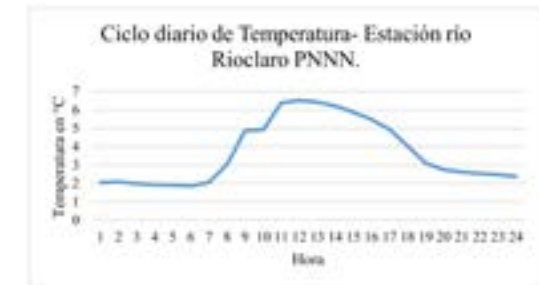
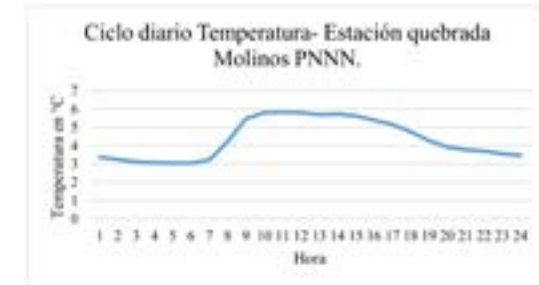
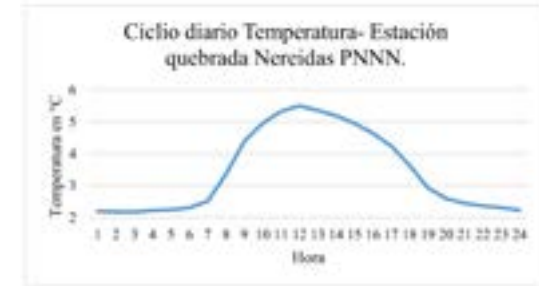


Figura 5. Gráficos de Ciclo diario de Temperatura- Estaciones Red Nevados

2.2. Ciclo diario de Caudal (Ver Figura 6)

Estación quebrada Nereidas

Se observa un caudal promedio para las 24 horas de 62.87 L/s, encontrando los valores más bajos entre las 3:00h y 7:00h con un promedio de 58.81 L/s, registro mínimo de 56.36 L/s y los más altos entre las 12:00h y 14:00h con un promedio de 70.55 L/s.

Estación quebrada Molinos

Se registra un caudal promedio para las 24 horas del día de 14.24 L/s, con valores mínimos entre las 2:00h y 6:00h con un promedio de 11.92L/s, el mínimo de 11.67 L/s a las 5:00h y los registros más altos entre las 13:00 y 18:00h.

Estación río Rioclaro PNNN

Según los registros obtenidos el caudal promedio para las 24 horas del día es de 61.70 L/s, con valores mínimos entre las 0:00h y 4:00h con un promedio de 59.52 L/s, registro mínimo de 59.46 L/s y los valores más altos entre las 15:00h y 17:00h con un promedio de 66.49 L/s.

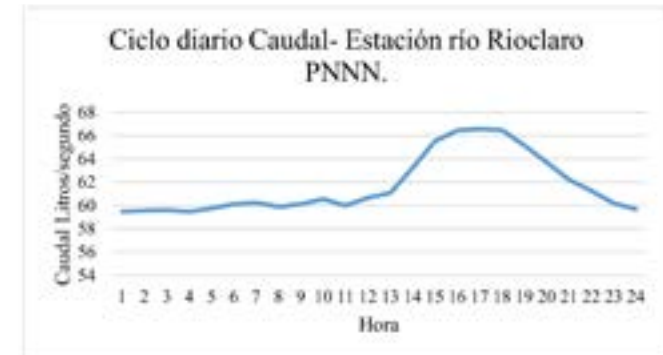
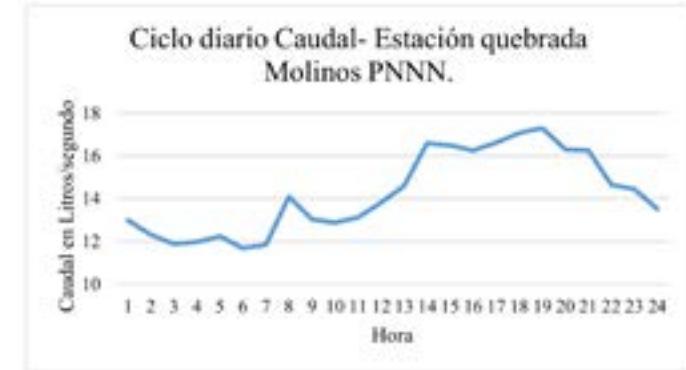
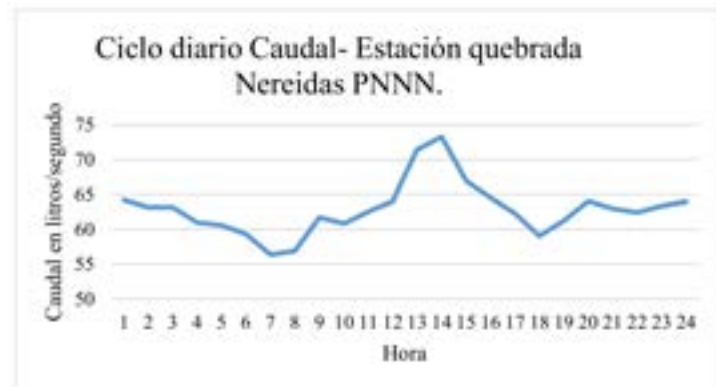


Figura 6. Gráficos Ciclo Diario de Caudal- Estaciones Red Nevados

3. CONCLUSIONES

En cuanto a las temperaturas, las más bajas se presentan en Cumanday (-6°C), ya que es el punto más alto de monitoreo, y las más altas en Molinos (6° C). Además, es importante observar que en Cumanday se presentan los mayores gradientes de temperatura entre el día y la noche, mientras que en Molinos el gradiente es más bajo (variaciones de 3° entre mínimos y máximos)

De la información revisada de la red se concluye que los niveles medidos en Rioclaro son más estables, presentando un pico máximo hacia la tarde - noche. Por otra parte, los caudales registrados en Molinos y Nereidas presentan alta variabilidad, lo que indica

que probablemente existen problemas de medición. Aun así, se observa el mismo comportamiento que en Rioclaro, es decir, con picos de caudales al final de la tarde.

Mediante esta Red se comprende la trascendencia del monitoreo de variables ambientales utilizando equipos modernos, que por sus características de transmisión de datos en tiempo real se asocian también a alerta temprana, de tan alto impacto en estos tiempos de eventos extremos en el país, y que causan tantos desastres. Actualmente, se dispone de datos que aportan a la investigación para un detallado conocimiento de nuestra geografía ambiental. Por lo tanto, en la medida en que estas redes permanezcan, serán la garantía de mejores y más completos estudios sobre el clima, la biota, los suelos y algunos fenómenos tan perjudiciales para el futuro del planeta y sus seres vivos como el cambio climático global.


4. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del convenio interadministrativo No. 221-2016 celebrado entre la Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas) y la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. La información utilizada ha sido recopilada por el IDEA de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

5. REFERENCIAS

- A&V Ingeniería. (2003). Red de estaciones meteorológicas e hidrométricas en el Nevado del Ruiz, manual del usuario. Manizales.
- Aldrich, M., Bubb, P., Hostettler, S., & Van de Wiel, H. (2000). Tropical Montane Cloud Forest; Time for Action. Suplemento de Arbor Vitae. World Wide Fund for Nature (WWF International)/ World Conservation Union (IUCN). Glan, Suiza.
- Armenteras, D., Cadena-V, C., & Moreno, R. (2007). Evaluación del estado de los bosques de niebla y de la meta 2010 en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 72 p. Bogotá D.C., Colombia.
- Cannesa, R. (2000). Estimación de los beneficios económicos derivados de la política de protección del recurso hídrico en el Parque Nacional Chingaza. Tesis de Maestría, Universidad de los Andes. Bogotá.
- Carriazo, F., Ibañez, A., & García, M. (2003). Valoración de los beneficios económicos provistos por el sistema de parques nacionales naturales: una aplicación del sistema de transferencia de beneficios. Documento CEDE N° 26.
- Mejía, F., & Londoño, P. (2006). Red de estaciones hidrometeorológicas para evaluar la oferta hídrica de los glaciares del Parque Natural Los Nevados. En Avances de la Investigación en Ingeniería (págs. 11-24). Manizales: Sello Editorial.

- Mulligan, M., & Burke, S. (2005). DFID FRP ZF0216 Global Cloud Forest and Environmental Change in a Hydrological Context. Final Report. 74 p.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia PNNC. (23 de Agosto de 2017). Parques Nacionales Naturales de Colombia. Obtenido de Parque Nacional Natural Los Nevados: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/ecoturismo/region-andina/parque-nacional-natural-los-nevados/>
- SGC, Servicio Geológico Colombiano. (24 de Agosto de 2017). Servicio Geológico Colombiano. Obtenido de Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales: <http://www2.sgc.gov.co/Manizales/Publicaciones/Reportes-de-actividad/Reportes-semanales/2016/Agosto/Boletin-Semanal-de-Actividad-del-Volcan-Nevado-3.aspx>
- Universidad Nacional de Colombia, GTA en Ingeniería Hidráulica y Ambiental y Universidad de Caldas, Departamento de Ciencias Geológicas. (2004). Evaluación de la oferta hídrica en los glaciares tropicales andinos del Parque Nacional Natural Los Nevados, en el marco de los cambios climáticos, globales, fase II. Ampliación de la red de estaciones meteorológicas e hidrométricas del parque. Manizales.
- Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, IDEA, Boletín Ambiental 137 (2017). Sistema de Información Ambiental departamento de Caldas. Manizales
- Uribe, E. (2005). The Allocation of Water Resources in the Bogotá Savanna Region: Case Study. Documento CEDE 2005-6, Universidad de los Andes.



Instituto de Estudios Ambientales - IDEA -
Teléfono: 8879300 Ext. 50190 / Fax 8879383
Cra 27 #64-60 / Manizales - Caldas
<http://idea.manizales.unal.edu.co>
idea_man@unal.edu.co