



Servicio
Meteorológico
Nacional
Argentina

Guía de medición de nieve

Nota Técnica SMN 2024-161

Karina Flores¹, Gustavo Copes¹, Irene Barnatán¹, Teresa Ibarzabal y Donángelo¹, Andrés Urbano², Iván Bejarano², Victor Oviedo²

¹ Dirección Nacional de Ciencia e Innovación en Productos y Servicios. Servicio Meteorológico Nacional.

² Dirección de Redes de Observación. Dirección Nacional de Infraestructura Tecnológica y de Datos. Servicio Meteorológico Nacional.

Enero 2024

Información sobre Copyright

Este reporte ha sido producido por empleados del Servicio Meteorológico Nacional con el fin de documentar sus actividades de investigación y desarrollo. El presente trabajo ha tenido cierto nivel de revisión por otros miembros de la institución, pero ninguno de los resultados o juicios expresados aquí presuponen un aval implícito o explícito del Servicio Meteorológico Nacional.

La información aquí presentada puede ser reproducida a condición que la fuente sea adecuadamente citada.

Resumen

En este documento se describen los procedimientos que deben seguirse para observar, registrar y codificar las mediciones de las variables relacionadas con la presencia de nieve, de acuerdo a las capacidades y necesidades actuales en la red de estaciones meteorológicas dependientes del Servicio Meteorológico Nacional.

Abstract

This document describes the procedures that must be followed to observe, record, and code measurements of variables related to the presence of snow, in accordance with the current capabilities and needs of the network of weather stations dependent on the National Meteorological Service.

Palabras clave: observación, nieve, guía, altura de nieve, equivalente en agua de nieve, synop, climat, libreta.

Citar como:

Flores, K., Copes, G., Barnatán, I., Ibarzabal, T., Bejarano, I., Urbano, A., Oviedo, V. 2024: Guía de Medición de nieve. Nota Técnica SMN 2024-161.

1. INTRODUCCIÓN

La criósfera es una de las componentes del sistema climático. Está conformada por precipitación sólida, glaciares, casquetes polares, capas de hielo, plataformas de hielo, icebergs, hielo marino, de lago y de río, así como también *permafrost* y suelo congelado estacionalmente. Dentro de los elementos que la componen, la nieve es una de las formas de precipitación sólida más frecuente de observar en nuestra región, con una marcada estacionalidad en algunas latitudes, mientras que, en las más australes, se puede observar durante todo el año.

Su medición no es sencilla. La correcta medición tiene una importante utilidad tanto para la caracterización climática de la variable, como para ajustar modelos numéricos, instrumentos satelitales, para el modelado del volumen y la capa de nieve en el contexto del cambio climático, y también para cuestiones inherentes al transporte y logística, entre otras.

En las estaciones pertenecientes a la red del Servicio Meteorológico Nacional las variables a medir, relacionadas con la nieve, son: **altura de la nieve, equivalente en agua de la nieve caída y estado del suelo.**

En este documento se describen los procedimientos a seguir para su medición.

2. ALTURA DE LA NIEVE

La **altura de la nieve (HS)** es la distancia vertical entre la parte superior de una capa de nieve y el suelo horizontal debajo; donde se supone que la capa se extiende uniformemente sobre la superficie. No debe confundirse con la profundidad de nieve (*D*), que es la distancia entre la parte superior de la nieve y el suelo, medida perpendicularmente a la pendiente del suelo. Ver Figura 1.

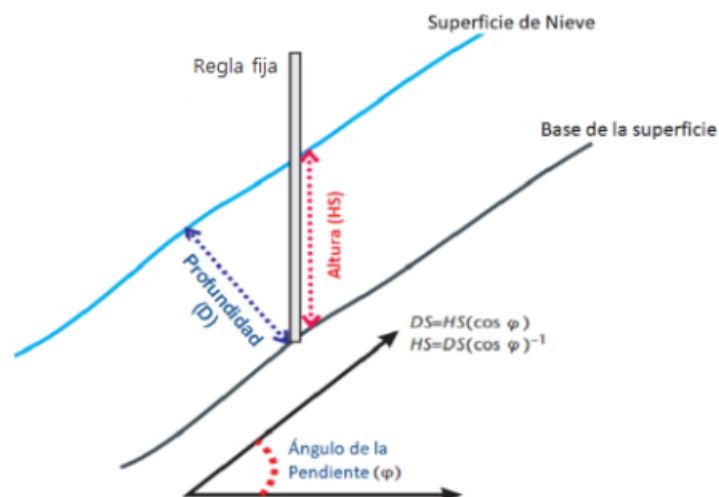


Figura 1: Diferencias entre altura de nieve (*HS*) y profundidad de nieve (*D*).

En la práctica solo se medirá e informará **ALTURA DE NIEVE**

2.1. Técnica de medición

Para esta observación se emplea únicamente la **regla nivométrica fija**. Unidad [cm]. Ver Figura 2.

En caso de que en el campo de observación se encuentren instaladas más de una regla fija nivométrica, la medición final será el promedio de todas las mediciones obtenidas en cada punto. **No se deberán utilizar** reglas de escritorio, reglas móviles o similares.

En caso que no sea determinable una altura de nieve por presentarse en forma discontinua, deberá informarse como *no medible* con la codificación correspondiente.



Figura 2: Regla nivométrica fija. Foto Vanesa Arzac. Estación Esperanza.

La altura de nieve será medida **siempre que haya nieve en el suelo,**
independientemente de haberse registrado o no el fenómeno de caída de nieve.

Al realizar la observación de la altura de nieve, se debe tener cuidado con las cavidades o acumulaciones que se forman alrededor de la regla nivométrica fija. En la Figura 3, se esquematizan las situaciones más comunes y la forma correcta de medir. En todos los casos el observador debe interpolar *a ojo* el valor de la medición.

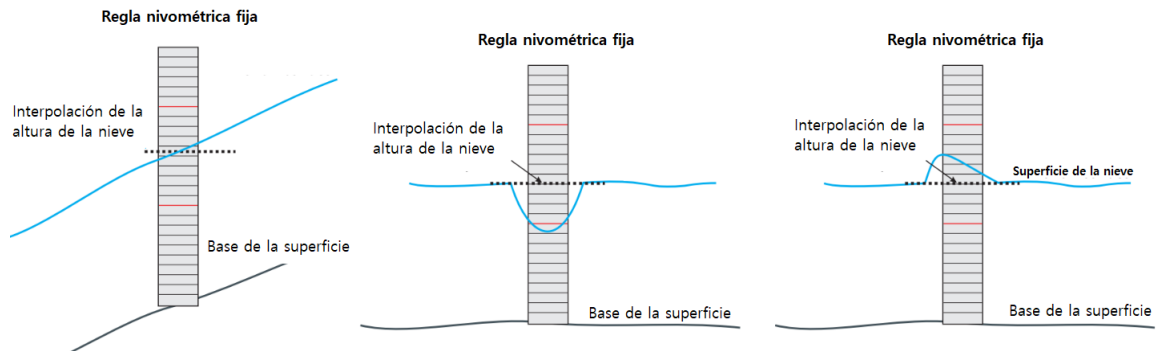


Figura 3: Sección transversal de una estaca fija que ilustra cómo interpolar y observar en una superficie de nieve inclinada (izquierda), pozos (centro) y montículos (derecha).

2.2. Registro del dato

Se registrará en la **libreta meteorológica** en la columna 29 en centímetros enteros [cm] (casilleros 59-60-61) la altura de la nieve medida a las horas principales: 00, 06, 12 y 18 UTC.

EJEMPLOS:

Altura de la nieve = 1 cm

| | | |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
|---|---|---|

Altura de la nieve = 21 cm

| | | |
|---|---|---|
| 0 | 2 | 1 |
|---|---|---|

Cuando sea la altura de la nieve < 1 cm, *no determinable* o *no medible*, se deberá dejar los casilleros en blanco.

2.3. Codificación en clave SYNOP

Todas las estaciones que estén en condiciones de hacerlo, codificarán y reportarán en SYNOP en el grupo **4E'sss** de la sección 3, siempre que se observe **presencia de nieve en el suelo** y **únicamente a las 12 UTC**, donde:

E': estado del suelo con nieve o con una capa de hielo medible (tabla 0975)

sss: altura de la nieve en centímetros. (Se utilizará siguiendo los criterios de la tabla 1)

Tabla 0975

| E' Estado del suelo con nieve o capa de hielo que pueda medirse | |
|--|---|
| 0 | Suelo cubierto predominantemente de hielo. |
| 1 | Nieve compacta o húmeda (con o sin hielo) que cubre menos de la mitad del suelo. |
| 2 | Nieve compacta o húmeda (con o sin hielo) que cubre al menos la mitad del suelo, pero no completamente. |
| 3 | Capa uniforme de nieve compacta o húmeda que cubre el suelo completamente. |
| 4 | Capa no uniforme de nieve compacta o húmeda que cubre el suelo completamente. |
| 5 | Nieve seca suelta que cubre menos de la mitad del suelo. |
| 6 | Nieve seca suelta que cubre menos de la mitad del suelo (pero no completamente) . |
| 7 | Capa uniforme de nieve seca suelta que cubre el suelo completamente. |
| 8 | Capa no uniforme de nieve seca que cubre el suelo completamente. |
| 9 | Nieve que cubre el suelo completamente; amontonamientos importantes. |

NOTAS:

1. Las definiciones de la clave E' son de aplicación para un área despejada representativa.
2. En todos los casos se informará la cifra de clave más alta que pueda corresponder
3. Siempre que en la Tabla de Clave se hace referencia al hielo, debe entenderse que incluye las precipitaciones sólidas que no sean nieve.

Cuadro 1: codificación de la altura.

| sss – Altura de la nieve en cm | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 000 | No se utiliza |
| 001 | 1 cm |
| 996 | 996 cm |
| 997 | menos de 1 cm |
| 998 | Capa de nieve discontinua |
| 999 | Medición imposible o imprecisa |

NOTA: Esta tabla ha sido adaptada de la Tabla 3889 del código SYNOP a necesidad de adecuarse a las técnicas de medición de la red de estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional.

2.4. Codificación en CLIMAT

En CLIMAT se reportará la altura de nieve en los siguientes grupos de la Sección 3, estos grupos representan el número de días de un mes en que la altura de nieve, durante el día meteorológico LST (hora fija local en la estación), ha rebasado dos límites establecidos:

Grupo 6 $s_{00}s_{00}s_{01}s_{01}$

Donde, $s_{00}s_{00}$ número de días en el mes con un altura de nieve mayor que 0 cm y menor que 1 cm, y $s_{01}s_{01}$ número de días en el mes con un altura de nieve mayor o igual que 1 cm.

Los dos últimos dígitos del número de días correspondiente se cifrarán en la forma $s_{00}s_{00}$ y $s_{01}s_{01}$ (con ceros a la izquierda, en caso necesario).

Por ejemplo,

$s_{00}s_{00} = 30$ si se han registrado 30 días con una altura de nieve máximo superior a 0 cm, y
 $s_{01}s_{01} = 29$ si se han registrado 29 días con una altura de nieve máximo igual o superior a 1 cm.

En esos ejemplos, el grupo completo Grupo 6 $s_{00}s_{00}s_{01}s_{01}$, incluido el indicador numérico 6, se cifrará en la forma 63029.

Cuando ambos valores sean iguales a 0, el grupo completo Grupo 6 $s_{00}s_{00}s_{01}s_{01}$ se omitirá de la Sección 3 del informe CLIMAT.

Grupo 7 $s_{10}s_{10}s_{50}s_{50}$

Donde, $s_{10}s_{10}$ número de días en el mes con una altura de nieve mayor o igual que 10 cm y, $s_{50}s_{50}$ número de días en el mes con una altura de nieve mayor o igual que 50 cm.

Los dos últimos dígitos del número de días correspondiente se cifrarán en la forma $s_{10}s_{10}$ y $s_{50}s_{50}$ (con ceros a la izquierda, en caso necesario).

Por ejemplo,

$s_{10}s_{10} = 12$ si se han registrado 12 días con una altura de nieve máximo igual o superior a 10 cm, y
 $s_{50}s_{50} = 09$ si se han registrado 9 días con una altura de nieve máximo igual o superior a 50 cm.

En esos ejemplos, el grupo completo Grupo 7 $s_{10}s_{10}s_{50}s_{50}$, incluido el indicador numérico 7, se cifrará en la forma 71209.

Cuando ambos valores sean iguales a 0, el grupo completo 71209 se omitirá de la Sección 3 del informe CLIMAT.

3. EQUIVALENTE EN AGUA DE LA NIEVE CAÍDA

El **equivalente en agua de la nieve caída** (EAN) es la lámina de agua que se obtendrá al fundir la nieve caída. Es decir, es la cantidad de precipitación líquida contenida en la nevada. Unidad [mm].

3.1. Técnica de medición

Se empleará para la medición de la precipitación el instrumento oficial que la estación posea en servicio, calculando luego el equivalente en agua de la nieve caída en milímetros, sea lluvia y nieve o nieve. El EAN, puede determinarse con los siguientes instrumentos:

- Con nivómetros: se mide directamente el equivalente en agua de la nieve caída. El instrumento devolverá el valor en milímetros [mm].
- Con pluviómetros: se debe realizar la medición de acuerdo con el caso que se presente. (Figura 4).
 1. Que la precipitación contenida en el pluviómetro se encuentre totalmente en estado líquido.
 2. Que la precipitación se encuentre parcial o totalmente congelada, sea en forma de nieve o hielo.
 3. Que en el momento de la medición la nieve se encuentre retenida parcial o totalmente sobre el embudo del pluviómetro.

En el **caso 1**, deben seguirse las instrucciones establecidas para mediciones pluviométricas.

En el **caso 2 y 3**, para medir lo recogido por el pluviómetro, es necesario derretir el agua que se haya congelado inmediatamente después de cada observación y, para ello, se procede de la siguiente manera:

- Medir previamente con la probeta una determinada cantidad de *agua tibia*. La cantidad y la temperatura del agua deberá estimarse teniendo en cuenta el estado y la cantidad de agua contenida en el pluviómetro, evitando que la cantidad total final vaya a superar el volumen de la probeta.
- Verter en el pluviómetro con el fin de derretir el agua congelada. Al realizar esta operación se debe procurar arrastrar la nieve que se encuentre retenida en el embudo.
- Medir toda el agua contenida en el pluviómetro con la probeta reglamentaria.
- De esa cantidad total medida, **restar** la cantidad del *agua tibia* añadida (que fue medida previamente).

El resultado de esta resta representará el equivalente en agua de nieve caída.

Importante: La probeta utilizada para medir el *agua tibia* debe ser la misma empleada en la medición final del total de agua obtenida en el pluviómetro.

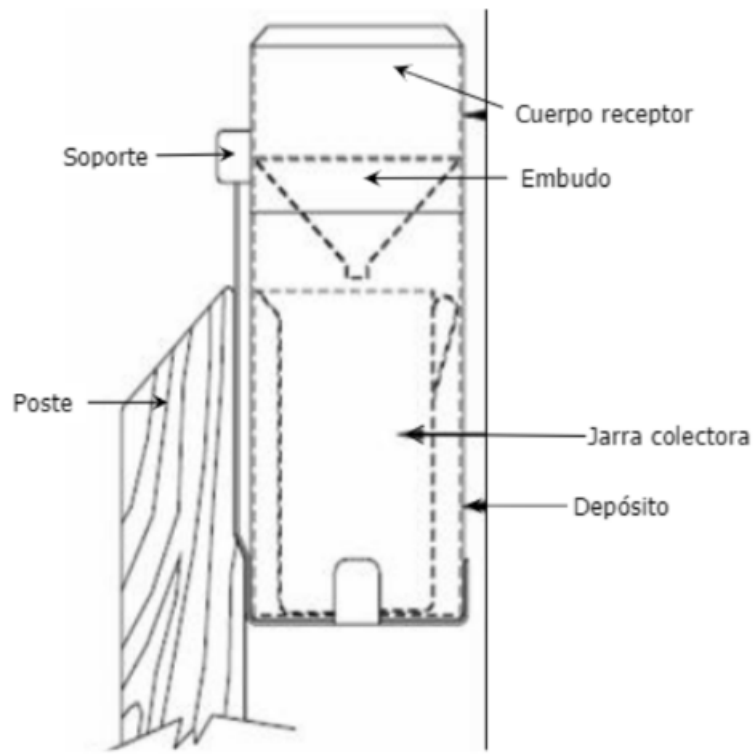


Figura 4: Esquema de un pluviómetro tipo B.

Ejemplo para el **caso 2 y 3** :

Total medido después de derretir el agua congelada → 25,6 mm

Agua caliente añadida con la misma probeta → 10,0 mm

Diferencia → **15,6 mm***

* Esta diferencia es el resultado de restar (25,6 mm - 10,0 mm) y es la cantidad de precipitación que debe anotarse en la libreta meteorológica e informarse en SYNOP.

3.2. Registro del dato

Las observaciones de EAN se harán a las 00, 06, 12 y 18 UTC, anotándose este valor calculado en la **libreta meteorológica** en [mm] en la columna 32 (casilleros 66-67-68-69) y en la plana inferior de la misma manera que se procede con las precipitaciones líquidas.

3.3. Codificación en clave SYNOP

En el SYNOP se informa en los grupos que incluya información sobre precipitación siguiendo la misma normativa que para precipitación en forma de lluvia.

Sección 1. **Grupo 6RRRt_R** y **grupo 7wwW₁W₂**.

Sección 3. **Grupo 6RRRt_R** y **grupo 9S_pS_pS_pS_p**

Sección 5. **Grupo 9R_SR_SR_SR_S**

donde,

RRR: Cantidad de precipitación caída durante el período indicado por t_R (Tabla de Clave 3590).

t_R: Duración del período al que se refiere la cantidad de precipitación, expresado en unidades de 6 horas y que termina a la hora del informe. (Tabla de Clave 4019).

R_SR_SR_SR_S: Precipitación total semanal, acumulada entre la precipitación observada a las 12 UTC del día sábado y la observada a las 12 UTC del día viernes siguiente, en décima de milímetro.

| RRR | | | |
|-------|---------------|-------|--|
| CIFRA | mm | CIFRA | mm |
| 0 | NO SE UTILIZA | 990 | Trazas (pequeña precipitación no medible: 0,0) |
| 1 | 1 | 991 | 0,1 |
| 2 | 2 | 992 | 0,2 |
| ... | ... | 993 | 0,3 |
| 14 | 14 | 994 | 0,4 |
| ... | ... | 995 | 0,5 |
| 113 | 113 | 996 | 0,6 |
| ... | ... | 997 | 0,7 |
| 988 | 988 | 998 | 0,8 |
| 989 | 989 ó más | 999 | 0,9 |

Tabla de Clave 4019

| t_R | |
|-------|---|
| 0 | Si la duración del periodo no está incluida en la Tabla o si el citado periodo no termina en la hora del informe. |
| 1 | Precipitación total durante las 6 horas que preceden a la observación. |
| 2 | Precipitación total durante las 12 horas que preceden a la observación. |
| 3 | Precipitación total durante las 18 horas que preceden a la observación. |
| 4 | Precipitación total durante las 24 horas que preceden a la observación. |
| 5 | Precipitación total durante la hora que precede a la observación. |
| 6 | Precipitación total durante las 2 horas que preceden a la observación. |
| 7 | Precipitación total durante las 3 horas que preceden a la observación. |
| 8 | Precipitación total durante las 9 horas que preceden a la observación. |
| 9 | Precipitación total durante las 15 horas que preceden a la observación. |

Para la codificación de los grupos 6RRR t_R , 7wwW $_1$ W $_2$ y 9R $_S$ R $_S$ R $_S$ R $_S$ se procederá como se indica en clave synop para la precipitación de manera habitual. El grupo de fenómenos especiales 9R $_S$ R $_S$ R $_S$ R $_S$ deberá ser usado de acuerdo a la tabla de clave 3778.

3.4. Codificación en CLIMAT

Una vez obtenido el valor del equivalente en agua de la nieve caída este se tratará como un valor de precipitación líquida, por lo tanto, se utilizarán en CLIMAT los mismos grupos que para la precipitación en estado líquido.

4. ESTADO DEL SUELO

El **estado del suelo** se refiere a la condición de la superficie como resultado de los fenómenos meteorológicos recientes, en términos de la cantidad de humedad o la descripción de partículas sólidas, acuosas o no acuosas que cubren la superficie normal.

4.1. Presencia de nieve en el suelo

Para la apreciación del estado del suelo en los casos en los que se observe la **presencia de nieve** o hielo, la observación se referirá a una superficie horizontal abierta, cuyo nivel sea aproximadamente el de la estación y que tenga las características generales propias de la zona. Esta superficie puede ser el campo de observaciones, si por sus dimensiones y la naturaleza de su suelo es representativo de las condiciones generales de la zona, sobre un área de aproximadamente 50 m x 50 m pero no menos de 10 m x 10 m. Si la fracción de esta área cubierta por la nieve es mayor al 50 %, debe ser reportada la presencia de nieve. Si la cobertura de nieve es menor al 50 % no debe ser reportada presencia de nieve en la zona.

La codificación de esta variable en el código SYNOP se realizará siguiendo los criterios descritos en la **sección 2.3** de este documento.

4.2. Estado del suelo en la libreta meteorológica

En el caso de no observarse nieve o hielo, deberá seguirse las recomendaciones del instructivo para el llenado de la libreta meteorológica.

Conviene aclarar algunos de los términos que se utilizan para designar el estado del suelo.

Se entiende por suelo **seco** aquel en que la superficie del terreno se ve desprovista de toda humedad. Se hace notar que, especialmente por la mañana, el césped puede estar mojado por el rocío. Sin embargo, eso no debe ser índice para especificar el grado de humedad del terreno.

También debe indicarse un suelo cubierto, total o parcialmente por polvo suelto. En este caso no debe clasificarse el suelo como seco, sino que se deberá aclarar que el mismo presenta ese “colchón de polvo suelto”.

Suelo **húmedo** es aquel que después de una leve precipitación solo está mojado en su superficie sin presentar agua visible en la misma, pero en el que se nota un apreciable cambio de tonalidad respecto del suelo seco.

Suelo **mojado** es aquel que después de una precipitación presenta charcos de agua sobre su superficie, salvo que su naturaleza, declive, etc., impida la formación de los mismos; en este caso puede ser índice el hecho de que en las partes desprovista de vegetación comienza a formarse barro.

Importante: El estado del suelo en la libreta debe realizarse por medio de la tabla de clave mostrada en la figura 5. Se debe tener en cuenta que **no corresponde usar la tabla de la clave SYNOP** (pues no son iguales las cifras de código).

| Codificación | Estado del suelo |
|--------------|---|
| 0 | Superficie del suelo seca (sin cantidad apreciable de polvo o arena suelta) |
| 1 | Superficie del suelo húmeda |
| 2 | Superficie del suelo mojada (agua estancada en charcos grandes o pequeños) |
| 3 | Superficie del suelo helada |
| 4 | Hielo o hielo glaseado sobre el suelo (pero sin nieve ni nieve fundente) |
| 5 | Nieve o nieve fundente (con o sin hielo) que cubre menos de la mitad del suelo |
| 6 | Nieve o nieve fundente (con o sin hielo) que cubre más de la mitad del suelo, pero no lo cubre totalmente |
| 7 | Nieve o nieve fundente (con o sin hielo) que cubre el suelo enteramente |
| 8 | Nieve seca y suelta, polvo o arena que cubre más de la mitad del suelo (pero no lo cubren completamente) |
| 9 | Nieve seca y suelta, polvo o arena que cubre el suelo completamente |

Figura 5: Tabla para la anotación del estado del suelo en la libreta meteorológica.

REFERENCIAS

- Canadá, Servicio Meteorológico (2012). *Manual of Climatological Observations*.
- OMM (1995). "Snow Cover Measurements and Areal Assessment of Precipitation and Soil Moisture". En: *OMM-No749*.
- (2008). "Guía de Prácticas hidrológicas." En: *OMM-No168*.
 - (2009). *Handbook on CLIMAT and CLIMAT TEMP Reporting*. World Weather Watch Technical Report.
 - (2017). "Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológica". En: *OMM-No8*. Vol. I.
 - (2018). "Guide to Instruments and Methods of Observation". En: *OMM-No8*. Vol. II.
 - (2019). "Manual on Codes. International Codes". En: *Annex II to the WMO Technical Regulations. Part A Alphanumeric Codes I.1*.
- SMN (2013). *Instructivo Libreta Meteorológica*. S.M.N.-22.013.
- (1995). *Manual FM 12-X SYNOP*. Instrucción N°20. S.M.N.

Instrucciones para publicar Notas Técnicas

En el SMN existieron y existen una importante cantidad de publicaciones periódicas dedicadas a informar a usuarios distintos aspectos de las actividades del servicio, en general asociados con observaciones o pronósticos meteorológicos.

Existe no obstante abundante material escrito de carácter técnico que no tiene un vehículo de comunicación adecuado ya que no se acomoda a las publicaciones arriba mencionadas ni es apropiado para revistas científicas. Este material, sin embargo, es fundamental para plasmar las actividades y desarrollos de la institución y que esta dé cuenta de su producción técnica. Es importante que las actividades de la institución puedan ser comprendidas con solo acercarse a sus diferentes publicaciones y la longitud de los documentos no debe ser un limitante.

Los interesados en transformar sus trabajos en Notas Técnicas pueden comunicarse con Ramón de Elía (rdelia@smn.gov.ar), Luciano Vidal (lvidal@smn.gov.ar) o Martín Rugna (mrugna@smn.gov.ar) de la Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación, para obtener la plantilla WORD que sirve de modelo para la escritura de la Nota Técnica. Una vez armado el documento deben enviarlo en formato PDF a los correos antes mencionados. Antes del envío final los autores deben informarse del número de serie que le corresponde a su trabajo e incluirlo en la portada.

La versión digital de la Nota Técnica quedará publicada en el Repositorio Digital del Servicio Meteorológico Nacional. Cualquier consulta o duda al respecto, comunicarse con Melisa Acevedo (macevedo@smn.gov.ar).