

XV JNGF

ACTAS DE RESÚMENES

**XV° JORNADAS
NACIONALES DE
GEOGRAFÍA FÍSICA**



**La Importancia de la
Geografía Física en
los estudios
territoriales**

S.M. DE TUCUMAN





XV JORNADAS NACIONALES DE GEOGRAFÍA FÍSICA 2024



RAGF
RED ARGENTINA DE GEOGRAFÍA FÍSICA

RED ARGENTINA DE GEOGRAFÍA FÍSICA (RAGF)



DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA

FL FACULTAD
DE FILOSOFÍA
Y LETRAS



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS – UNIV. NAC. DE TUCUMÁN

SAN MIGUEL DE TUCUMÁN, 24 – 25- 26 DE ABRIL 2024.



XV Jornadas Nacionales de Geografía Física
Universidad Nacional de Tucumán - Red Argentina de Geografía Física
San Miguel de Tucumán, República Argentina - 24, 25 y 26 de abril de 2024



Libro de Actas de las XV Jornadas Nacionales de Geografía Física

Trabajo de Compilación y edición: Margarita Díaz, Walter Manuel Medina y Santiago Llanes Campi. Tucumán. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Filosofía y Letras. 2024.

Libro Digital, PDF.

Diseño: Lic. María Susana Orlando

Modo de Citar:

Apellidos, Inicial Nombres. 2024. Título del Trabajo. Resumen Extendido. XV Jornadas Nacionales de Geografía Física. Páginas. UNT. Argentina.



XV Jornadas Nacionales de Geografía Física
Universidad Nacional de Tucumán - Red Argentina de Geografía Física
San Miguel de Tucumán, República Argentina - 24, 25 y 26 de abril de 2024

EVENTOS EXTREMOS EN BAHÍA BLANCA (REPÚBLICA ARGENTINA): ESTUDIO DEL EVENTO DEL 16 de DICIEMBRE 2023

Natasha Picone^{ac}, Yamila Lambrecht^{ab}, Paula Zapperi^{ab} y Verónica Gil^{ab}

^a Depto. de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, ARGENTINA

^b CONICET, Bahía Blanca, ARGENTINA

^cInstituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales (IGEHCs) - CONICET/UNCPBA. Centro de Investigaciones Geográficas, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. ARGENTINA

e-mail: npicone@fch.unicen.edu.ar

RESUMEN EXTENDIDO

Actualmente las ciudades del mundo concentran el 55 % de la población, mientras se espera que para el 2050 este porcentaje llegue al 70 % (Naciones Unidas, 2018). Las áreas urbanas ocupan sólo el 3 % de la superficie total de la Tierra, pero son las responsables por el 78% del consumo de la energía mundial y producen más del 60 % de las emisiones de gases de efecto invernadero (United Nation Habitat, 2020). En este contexto, dichos espacios se transforman en áreas de especial interés por ser áreas vulnerables a los efectos del cambio climático, pero a la vez por ser ámbitos donde se pueden implementar políticas para reducir el impacto de las sociedades sobre el ambiente. Con respecto al primer aspecto, uno de los mayores obstáculos que presentan las ciudades actualmente es cómo afrontar los eventos extremos de origen meteorológico y climático. Dichos eventos actúan como potencialmente peligrosos a la infraestructura, los servicios urbanos y la población.

Se denomina *extremo meteorológico* a la ocurrencia de un valor de una variable meteorológica por encima (o por debajo) de un valor umbral cercano a los extremos superior (o inferior) del intervalo de los valores observados de la variable (IPCC, 2021; Camilloni y Barros, 2020). El carácter de extremo se suele determinar a partir de la probabilidad de ocurrencia de un determinado factor o en la superación de umbrales numéricos y estadísticos. Entre ellos los más frecuentes son el uso de percentiles 90, 95 o 99 o el cálculo de períodos de retorno (Gutiérrez Lozano et al., 2011; León-Cruz et al., 2022). Por otra parte, el sistema de alerta temprana del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) cuenta con umbrales de viento y de ráfagas para emitir alertas según niveles y de acuerdo a regiones (Saucedo et al., 2023).

El estudio de fenómenos meteorológicos que producen daños sobre las sociedades resulta relevante debido a los perjuicios socioeconómicos que ocasionan (Lavia, 2023). Particularmente el evento ocurrido en Bahía Blanca el 16 de diciembre de 2023 posee especial interés científico dada la magnitud de los daños en el área urbana y su población. En este marco, el objetivo del presente trabajo es analizar la situación sinóptica generadora del evento ocurrido el 16 de diciembre de 2023 en Bahía Blanca (provincia de Buenos Aires, República Argentina) y sus principales impactos en el espacio urbano y la población.

Bahía Blanca (38° 44' S; 62° 16' O) se encuentra localizada en el suroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Fig. 1) y posee una población de 336,574 habitantes (INDEC, 2023). Conforman el aglomerado urbano-portuario de mayor relevancia económica de la región suroeste de la provincia de Buenos Aires. En Bahía Blanca el viento es uno de los elementos climáticos que más afecta a la

XV Jornadas Nacionales de Geografía Física
 Universidad Nacional de Tucumán - Red Argentina de Geografía Física
 San Miguel de Tucumán, República Argentina - 24, 25 y 26 de abril de 2024

población dado que está presente durante la mayor parte del año (Volonté et al., 2012). Los vientos son moderados y predominan desde el sector noroeste y oeste, con una velocidad media de 20 km/h (Campo et al., 2017). Respecto a la precipitación, la media anual es de 644,9 mm, presentando los valores máximos en verano (Ferrelli, 2016). Por otra parte, la localidad se encuentra inserta en la llanura pampeana y en la zona se representan dos ecorregiones: el Espinal y la Pampa, aunque también se incorporan algunos representantes del Monte, lo que da lugar a un área ecotonal (Sanhueza et al., 2016). El paisaje vegetal natural fue, en su mayoría, transformado y reemplazado por especies exóticas (Duval et al., 2022). La localidad posee una totalidad de 191 espacios verdes que incluyen plazoletas, plazas y parques que ocupan una superficie de 3.21 km² (Duval y Ramos, 2023).

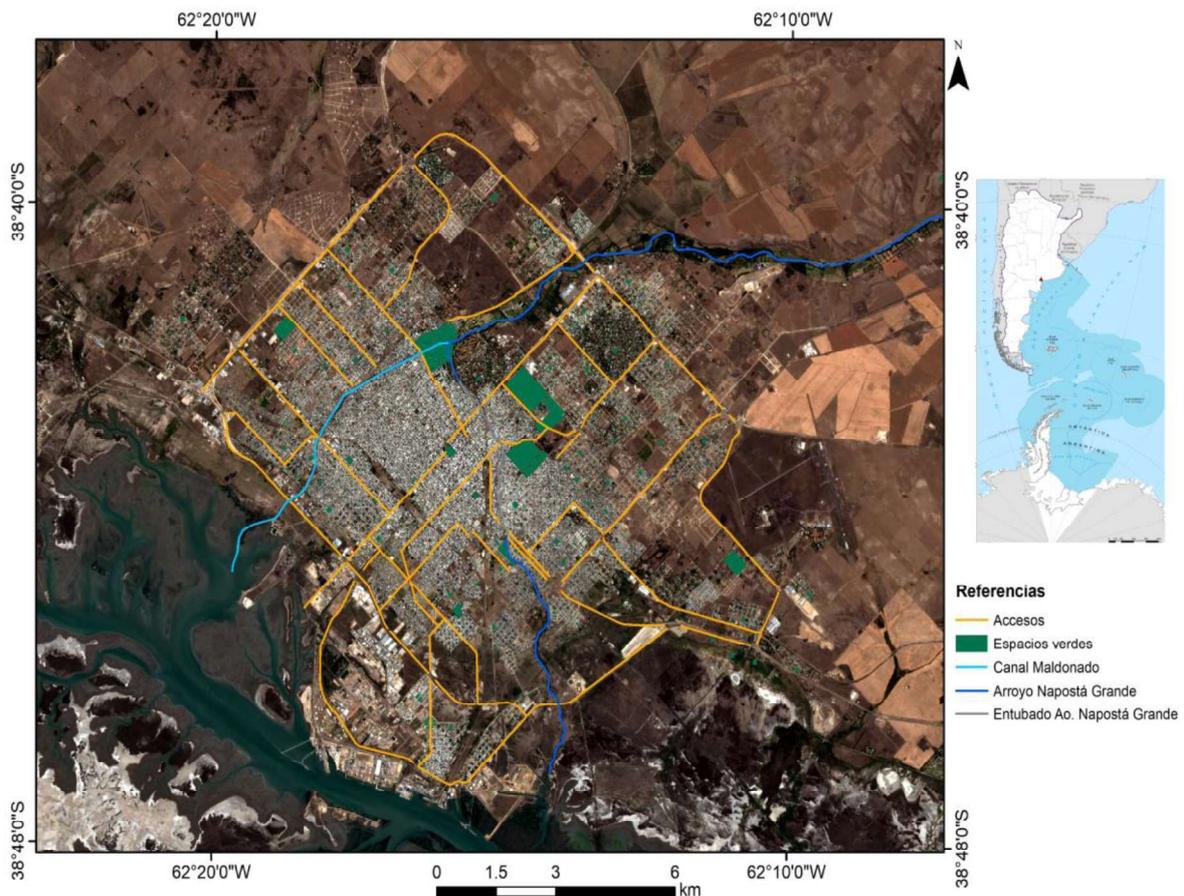


Figura 1. Área de estudio. Fuente: elaboración propia sobre la base de IGN.

Dada su ubicación geográfica y el movimiento de las masas de aire de distinto origen y características, la ciudad presenta un clima de transición (Campo et al., 2004). La región se encuentra bajo la influencia en invierno del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur que aporta temperaturas frías o frescas debido a su procedencia austral y con baja humedad relativa dada su trayectoria continental (Capelli de Steffens et al., 2005). Por otra parte, en verano el área de estudio recibe mayor frecuencia de vientos del sector norte debido a la circulación de gran escala (Sistema del Anticiclón del Atlántico Sur) que se acrecienta por la circulación de la Baja térmica del Noroeste (Scian, 2010). Dentro de estas características es importante destacar que Bahía Blanca se encuentra expuesta a riesgos de origen meteorológico como precipitaciones intensas, temporales de viento, olas de calor, entre otros. Los antecedentes son diversos, desde olas de calor de extensa duración como la ocurrida desde el 23 de enero al 1 de febrero de 2024 con una temperatura máxima de 40.6 °C, precipitaciones de 150.3 mm entre el 23 y 25 de marzo de 2022 o incluso el paso de un tornado que atravesó la ciudad el 14 de



XV Jornadas Nacionales de Geografía Física
Universidad Nacional de Tucumán - Red Argentina de Geografía Física
San Miguel de Tucumán, República Argentina - 24, 25 y 26 de abril de 2024

febrero de 1982, con ráfagas de 160 km/h (SMNa, 2024; La Nueva Provincia, 2022; Campo et al., 2004).

En este contexto, en el presente trabajo se analizaron en primer lugar, datos diarios y horarios de velocidad y dirección del viento y precipitación para la estación meteorológica Bahía Blanca Aero, provistos a demanda por el SMN. Luego, se definieron los eventos extremos a partir de un enfoque estadístico aplicando percentil mensual 95 y 99 para diciembre a los datos de viento máximo diario (km/h) y precipitación diaria no nula (mm en 24 horas) en el período 1961-2022, por ser el período disponible con información confiable para estas variables. Se considera evento extremo aquel día cuya variable supere el percentil 99 para el período 1961-2022. Estos umbrales son los que forman parte de la toma de decisión del SMN para emitir los niveles de alerta naranja y rojo ante la ocurrencia de fenómenos de tiempo que pudieran generar situaciones de riesgo (Saucedo et al., 2021). Para el caso del viento, se establece alerta amarilla cuando se supera el umbral de 65 km/h de viento y 80 km/h para ráfagas; 90 km/h de viento y 110 km/h de ráfagas para alerta naranja y 110 km/h de viento y 140 km/h para ráfagas en el caso de alerta roja (Saucedo et al., 2023).

El origen y evolución del evento se estableció mediante un análisis de la situación sinóptica. Para ello, se utilizaron como insumo las cartas del tiempo del SMN y de la Dirección Meteorológica de Chile. Para el estudio de los impactos sobre el espacio urbano y la población se identificaron las principales afectaciones y se clasificaron en categorías de daños a partir de la propuesta de Jongman et al. (2012), quienes ordenan a los daños por inundaciones en cuatro tipos: tangibles directos (por ejemplo, daños físicos debidos al contacto con el agua), tangibles indirectos (por ejemplo, pérdida de producción e ingresos), intangibles directos (por ejemplo, pérdida de vidas) e intangibles indirectos (por ejemplo, traumatismos). En primer lugar se realizaron recorridos de campo para documentar los daños a la infraestructura urbana mediante registro fotográfico. Luego, se relevaron y analizaron fuentes periodísticas locales entre la fecha del evento y la actualidad para identificar impactos. También se aplicaron entrevistas a especialistas en psicología para conocer los efectos en la salud mental de la población a mediano plazo. Por último, se realizó un análisis visual de detección de cambios con imágenes satelitales Sentinel-2 (fechas 07/12/2023 y 17/12/2023; cobertura de nubes: menor al 13%; combinación: B11, B8A y B4) en la plataforma Landviewer (<https://eos.com/landviewer/>).

Los resultados indican que durante el evento, el viento fue de dirección oeste y su mayor intensidad se registró a las 19:48 hs del día 16 con ráfagas de 155 km/h sin embargo, cabe destacar que el viento persistió por encima de los 100 km/h entre 20 y 30 minutos conforme lo indican los datos observados en la estación meteorológica Bahía Blanca Aero, emplazada en el Aeropuerto de la localidad mencionada (SMN, 2024b). De forma categórica es posible mencionar que en este caso el viento alcanzó el máximo grado de la escala del SMN, correspondiente a la categoría de temporal huracanado equivalente a más de 118 km/h (SMN, 2018). No obstante, el caso analizado podría quedar excluido de dicha categoría al tratarse de vientos por tormenta pues el SMN aclara previamente que esta escala de vientos deja de aplicarse en las condiciones mencionadas.

Respecto a la precipitación, el total registrado fue de 60 mm. En este trabajo se aplicaron los percentiles mensuales 95 y 99 a las variables de precipitación y viento máximo diario. Para el caso de la precipitación, el percentil 95 fue de 34 mm mientras que el percentil 99 fue de 62.5 mm. Por lo tanto el evento del 16 de diciembre se considera un día muy húmedo (percentil 95) pero no extremo (percentil 99). Respecto al viento, el percentil 95 fue de 96 km/h mientras que el percentil 99 fue de 122.2 km/h. A partir de la metodología aplicada se concluye que el evento objeto de análisis representó un evento extremo de viento dado que la variable supera el percentil 99 asociado extremos.

Una vez identificado el evento como extremo y analizado los datos diarios y horarios se estableció la situación meteorológica que dio origen. Así se determinó que el evento ocurrido en diciembre de 2023 fue ocasionado por una tormenta de distribución horizontal en forma de arco (*bow echo*) que produjo viento horizontal de gran intensidad denominado “derecho” (Corfidi et al., 2022; SMNb, 2024). A partir de las cartas del tiempo se reconoce que la situación sinóptica estuvo caracterizada por dos



XV Jornadas Nacionales de Geografía Física
Universidad Nacional de Tucumán - Red Argentina de Geografía Física
San Miguel de Tucumán, República Argentina - 24, 25 y 26 de abril de 2024

centros de baja presión dinámicos que se ubicaron al sur del área de estudio y estuvieron acompañados de tres frentes fríos en superficie y abundantes tormentas eléctricas en dirección suroeste-noreste.

Del análisis de las publicaciones en las redes sociales de los medios periodísticos de la ciudad, casi de forma simultánea al evento, se identificaron como principales daños directos tangibles caída árboles, voladura de techos y derrumbe de construcciones en un número de ocurrencia altamente mayor a temporales y tormentas ocurridas con anterioridad. Una mención específica merece la caída de árboles que se contabilizaría en 14.000 ejemplares (Rueda, 2024). A su vez, en el caso de las viviendas precarias las destrucciones no fueron parciales, sino totales. En cuanto a los servicios, el tendido eléctrico se vio dañado por los cortes de cables y la caída de postes, así como también de líneas de alta y media tensión, lo que provocó que la ciudad en su totalidad quede desprovista del suministro de energía eléctrica. Cabe señalar que al momento de la redacción de este trabajo la restitución de dicho servicio no se ha garantizado aún para toda la ciudad. El suministro de agua potable también se interrumpió y en gran parte de la ciudad su restablecimiento demoró más de una semana, principalmente en los sectores más vulnerables. En cuanto a los daños sobre la población, se registraron personas heridas y también fallecidas. Las fuentes oficiales informaron 13 decesos si bien por la magnitud del evento existe la inquietud acerca de que este número haya sido mayor. No obstante, es un hecho inédito para la ciudad el número oficial de fallecimientos durante un evento climático extremo. También puede considerarse como algo extraordinario el registro de daños directos intangibles relacionados con el estrés postraumático de la población que sufrió daños en sus viviendas o heridas. De la consulta realizada a especialistas en psicología se identificó que el carácter intempestivo de estos eventos se traduce en una sintomatología similar a la de un estrés postraumático. En este sentido, los profesionales de la salud mental atendieron casos de distorsión en el sueño, episodios de angustia, reacciones fisiológicas relacionadas con el evento, principalmente.

Para realizar un análisis general de las áreas más afectadas por la caída de vegetación se utilizó la detección de cambios a partir de imágenes satelitales. En ella se observó que el efecto sobre la vegetación fue particularmente detectable en grandes áreas verdes como el parque El Pinar, el barrio Palihue y la Plaza Almirante Brown, entre otros. Por otro lado, no se observó un patrón distintivo de destrucción, sino que toda la ciudad fue afectada, lo que apoya la idea que no se produjo un tornado durante el evento, dado que la extensión horizontal de los tornados es de aproximadamente de 250 metros (Campo et al., 2004).

En este trabajo se presenta un ejemplo de evento extremo que no reconoce antecedentes similares en Bahía Blanca, cuyo impacto en el espacio urbano y población fue notable. La utilización complementaria de diversas fuentes de información potenció el análisis integral, lo que se considera de suma importancia al momento de tomar decisiones con rapidez, que es lo que se requiere para la gestión de este tipo de eventos.

A partir del análisis de la prensa escrita fue posible vislumbrar la escasa importancia que se le otorgó al alerta emitida por la entidad meteorológica oficial, el Servicio Meteorológico Nacional. En este sentido se advierte la necesidad de trabajar sobre aspectos de concientización de la población como también en la prevención, para reducir los posibles efectos adversos de este tipo de fenómenos. Asimismo un aspecto a destacar para dar cuenta de la magnitud del evento es que el alerta emitida por el SMN fue naranja correspondiente a ráfagas de 110 km/h mientras que el evento registró ráfagas de hasta 155 km/h, cuyo valor supera el umbral del alerta roja. Una advertencia de esta categoría implica el dictado de instrucciones oficiales para guiar el accionar de la población ante la expectativa de fenómenos meteorológicos excepcionales con potencial de provocar emergencias o desastres. La severidad del evento expuso la necesidad de profundizar el conocimiento sobre las consecuencias de su manifestación y más aún en el actual contexto de cambio climático.

Palabras Clave: Eventos meteorológicos extremos, Impactos ambientales, Bahía Blanca.



XV Jornadas Nacionales de Geografía Física
Universidad Nacional de Tucumán - Red Argentina de Geografía Física
San Miguel de Tucumán, República Argentina - 24, 25 y 26 de abril de 2024

REFERENCIAS

- Campo, A. M., Capelli de Steffens, A. M. y Diez, P. G. (2004). *El clima del suroeste bonaerense*. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geografía y Turismo.
- Campo, A. M., Fernández, M. E. y Gentili, J. O. (2017). Variabilidad temporal del PM10 en Bahía Blanca (Argentina) y su relación con variables climáticas. *Cuadernos Geográficos*, 56(3), 6-25. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/5084/5844>
- Capelli de Steffens, A. M., Piccolo, M. C. y Campo de Ferreras, A. M. (2005). *El clima urbano de Bahía Blanca*. Editorial Dunken.
- Corfidi, S. F., Evans, J. S. & Johns, R. H. (2022). *Derechos facts page*. About Derechos. Part of the NOAA-NWS-NCEP Storm Prediction Center web site. Recuperado el 28 de febrero de 2024 de <https://www.spc.noaa.gov/misc/AbtDerechos/derechofacts.htm#bowecho>
- Duval, V. S., Benedetti, G. y Baudis, K. (2022). Confort térmico producido por la vegetación arbórea en el macrocentro de Bahía Blanca (Argentina). *Ecología Austral*, 32(2), 502-515. <http://hdl.handle.net/11336/221624>
- Duval, V. S. y Ramos, M. B. (2023). Expansión urbana y espacios verdes en Bahía Blanca (Argentina). *Proyección. Estudios Geográficos y De Ordenamiento Territorial*, 17(33), 96-119. <https://doi.org/10.48162/rev.55.038>
- Ferrelli, F. (2016). *Análisis del clima local y micro-local de la ciudad de Bahía Blanca* [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Sur]. Repositorio Institucional Digital de la Biblioteca Central "Profesor Nicolás Matijevic" de la Universidad Nacional del Sur. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/2698>
- Gutiérrez Lozano, J. et al. (2011). Periodos de retorno de lluvias torrenciales para el estado de Tamaulipas, México. *Investigaciones geográficas*, (76), 20-33. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112011000300003&script=sci_arttext
- INDEC. (2023). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022: resultados definitivos: indicadores demográficos, por sexo y edad. 1a ed. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2022_indicadores_demograficos.pdf
- IPCC (2021). Annex VII: Glossary. In *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2215-2256. <https://dx.doi.org/10.1017/9781009157896.022>
- Jongman, B., Kreibich, H., Apel, H., Barredo, J. I., Bates, P. D., Feyen, L., Gericke, A., Neal, J., Aerts, J. C. J. H., & Ward, P. J. (2012). Comparative flood damage model assessment: Towards a European approach. *Natural Hazards and Earth System Science*, 12(12), 3733-3752. <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/nhess-12-3733-2012>
- La Nueva. (2022, marzo 25). En menos de 48 horas llovió más que en todo el resto del año. <https://www.lanueva.com/nota/2022-3-25-9-3-0-en-menos-de-48-horas-llovio-mas-que-en-todo-el-resto-del-ano>
- León-Cruz, J.F., Luna Díaz-Peón, A. y Rodríguez-García, H.I. (2022). Eventos extremos de precipitación en Colima, México (1981-2018). *Investigaciones Geográficas*, (107). <https://doi.org/10.14350/rig.60516>
- Merz, B., Kreibich, H., Schwarze, R., & Thielen, A. (2010). Review article" Assessment of economic flood damage". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10(8), 1697-1724. <https://doi.org/10.5194/nhess-10-1697-2010>
- Nacionales Unidas. (2018). *Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. <https://www.un.org/es/desa/2018-world-urbanization-prospects>
- Rueda, G. D. (2024). El temporal y los árboles: ¿por qué es más importante planificar que plantar?. La Nueva. <https://www.lanueva.com/nota/2024-1-7-5-0-22-el-temporal-y-los-arboles-por-que-es-mas->



XV Jornadas Nacionales de Geografía Física
Universidad Nacional de Tucumán - Red Argentina de Geografía Física
San Miguel de Tucumán, República Argentina - 24, 25 y 26 de abril de 2024

[importante-planificar-que-plantar](#)

Sanhueza, C., Germain, P., Zapperi, G., Cuevas, Y., Damiani, M., Piovan, M. J., Tizón, R. y Loydi, A. (2016). *Plantas nativas de Bahía Blanca y alrededores: descubriendo su historia, belleza y magia*. 2da. Edición. Tellus.

Saucedo, M., Campetella C., Cejas A., Cerrudo C. y Amorin I., Stella J. L. (2021). *Definición de umbrales meteorológicos para el nuevo sistema de alertas del SMN*. <http://hdl.handle.net/20.500.12160/1723>

Saucedo, M., Cejas, A., Chasco, J., Moreno, D., de Diego, M. y Fernández, C. (2023). *Sistema de Alerta Temprana: umbrales para los alertas*. <http://hdl.handle.net/20.500.12160/2592>

Scian, B. (2010). Clima - Bahía Blanca y Sudoeste Bonaerense. En J. Paoloni (Ed.), *Ambiente y Recursos Naturales del Partido de Bahía Blanca. Clima, Geomorfología, Suelos y Aguas* (pp. 27-83). EdiUNS: Bahía Blanca.

SMN. (18 de abril de 2018). *¿Cómo clasificamos la intensidad del viento?*. <https://www.smn.gob.ar/noticias/%C2%BFc%C3%B3mo-clasificamos-la-intensidad-del-viento>

SMN(a). (15 de febrero de 2024). *Informe especial N°4 por ola de calor/altas temperaturas temporada 2023-2024*.

https://www.smn.gob.ar/sites/default/files/informe_oladecalor_21ene_al_12feb_2024.pdf

SMN(b). (11 de enero de 2024). *Informe de evento meteorológico 16 - 17 de Diciembre de 2023*. <https://www.smn.gob.ar/sites/default/files/Informe%20meteorologico%2016-17%20diciembre%202023.pdf>

United Nation Habitat. (2020). *Annual report 2020*. Nairobi, Kenya. https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/06/roaf_annual_report_2020.pdf

Volonté, A., Gil, V., Gentili, J. O. y Campo, A. M. (2012). Análisis del comportamiento del viento en el sector norte del periurbano de Bahía Blanca, Argentina. *Revista Geográfica*, 83-103. <http://www.jstor.org/stable/43558006>