

# Análisis del confort

## climático en la ciudad de Tandil, Argentina

### Climatic confort analysis in Tandil city, Argentina

#### Natasha Picone

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Centro de Investigaciones Geográficas (CIG), Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales (IGEHCS), CONICET.  
Tandil, Provincia de Buenos Aires, Argentina  
npicone@fch.unicen.edu.ar

#### Alicia M. Campo

Universidad Nacional del Sur. Departamento de Geografía y Turismo. Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, Argentina  
amcampo@uns.edu.ar

#### Resumen

Los efectos urbanos sobre el clima regional también alteran las condiciones de confort, modificándolas a escala local y microclimática. No existen trabajos sobre esta temática en la ciudad de Tandil, por lo cual el objetivo del presente artículo es estudiar el confort en la ciudad. Se analizaron las condiciones regionales utilizando tres índices de verano y uno de invierno, ya que se considera que las ciudades con clima templado generan mayores condiciones de poco confort en verano que en invierno. Los mismos índices fueron calculados para realizar una comparación urbano-rural de la temática. Además, se estudió particularmente la distribución espacial del Humidex para la estación estival. El resultado fue que la ciudad presentó mejores condiciones de confort climático durante el invierno que el área circundante, mientras que durante la tarde y la noche del verano se presentaron áreas de poca confortabilidad en el norte y en el centro urbano.

**Palabras clave:** clima urbano; confort climatic; Humidex.

#### Abstract

*Urban effects on regional climate also affect comfort condition modifying it at a local and microclimatic scale. There are not studies about climatic confort in Tandil city and that is why this article main objective is to study the confort in the city. Regional confort conditions were analyzed by using three indexes for summer confort and one for winter, because temperate climate cities are supposed to generate discomfort condition during summer more than winter. The same three indexes were calculated to develop a rural-urban comparison. By using data from summer measurement, the spatial distribution of the Humidex was studied. The result was that the city had best confort conditions during winter than surrounding area, while in summer afternoon and night had discomfort in the north and center of the urban area.*

**Key words:** urban climate; climatic confort; Humidex.

## 1. Introducción

Los climas urbanos son las modificaciones a escala local de los climas regionales a causa de las variaciones generadas por el espacio urbano en las condiciones de sitio (Landsberg, 1981). Estos cambios se ven reflejados en los parámetros meteorológicos. De esta manera, la temperatura, la humedad y el viento se ven afectados por los cambios en la morfología urbana, generando nuevas condiciones de confort en la ciudad.

El confort climático es entendido por ASHRAE (1966) como las condiciones de la mente humana que expresan satisfacción con el ambiente térmico. Estas condiciones han sido estudiadas desde la antigüedad y en la actualidad, dichos trabajos tienen por objetivo analizar los mecanismos que el hombre utiliza para estar en equilibrio con la temperatura exterior y en qué condiciones esos mecanismos dejan de funcionar produciendo daños irreversibles; estos estudios comprenden una rama de amplio desarrollo en los trabajos de clima urbano, centrándose en cómo varía al interior de la ciudad la confortabilidad de las personas (Tornero *et al.*, 2006). Existen en la actualidad varios índices de confort térmico, ya sean para condiciones de verano o de invierno; algunos de los más conocidos son: Humidex (Weather Services of Environment Canada, 2001), Temperatura Aparente (Steadman, 1984), Enfriamiento por efecto del Viento (Siple y Passel, 1945) o el de Temperatura Equivalente (Quayle y Steadman, 1999). También se han construido diagramas bioclimáticos donde se integran dos o más variables y se determinan distintas zonas de confort; uno de los más utilizados es el de Olgay (1988). Este tipo de análisis

se ha llevado a cabo en distintas partes del globo, por ejemplo: Canadá (Kosatsky *et al.*, 2005; Stathopoulos *et al.*, 2004) y Chile (Sarricolea E. y Romero A., 2010).

En la Argentina se han desarrollado trabajos sobre la temática en varias ciudades: Bahía Blanca presentó los primeros resultados sobre la misma a partir de un estudio pormenorizado de varios índices (Capelli de Steffens *et al.*, 2005). Los análisis realizados por García (2009) en Mar del Plata y Necochea mostraron los efectos de la brisa del mar sobre el confort. En Mendoza se han desarrollado trabajos sobre las variables que condicionan la sensación de confort (Polimeni, 2000) y cuáles son los efectos que las áreas verdes y la diagramación de la ciudad tienen sobre este parámetro (Correa *et al.*, 2010). La ciudad de Tandil carece de este tipo de estudios; es por ello que en este trabajo se analizan las condiciones generales de confort en el área, realizando una comparación urbano-rural y estudiando la distribución espacial del mismo en el interior de la ciudad.

La ciudad de Tandil ( $37^{\circ} 19' S - 59^{\circ} 07' O$ ) es cabecera del partido homónimo y cuenta con 116.916 habitantes (INDEC, 2010). Está ubicada en el centro sur de la provincia de Buenos Aires y se emplaza en la cuenca media de los arroyos Blanco y del Fuerte, rodeada a su vez de oeste a sur por el sector central del sistema de Tandilia (Figura 1). Se ubica dentro de los climas templados argentinos, con características de tipo chino (Picone, 2014), con una amplitud térmica inferior a los  $20^{\circ} C$  y diferencias estacionales marcadas tanto térmicas como pluviométricas (Figura 2).

Tandil cuenta con una economía muy diversificada; la extracción de piedra en

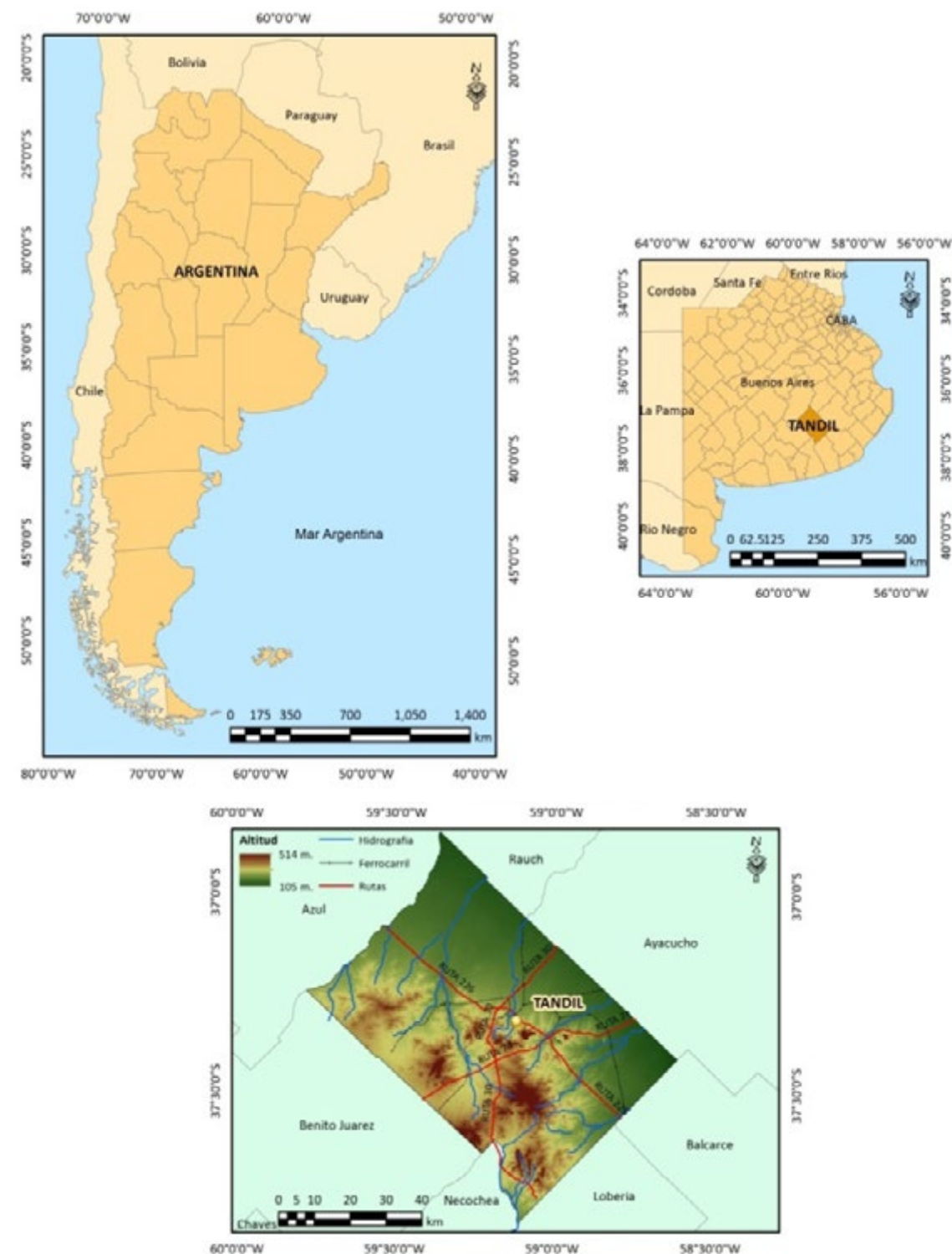
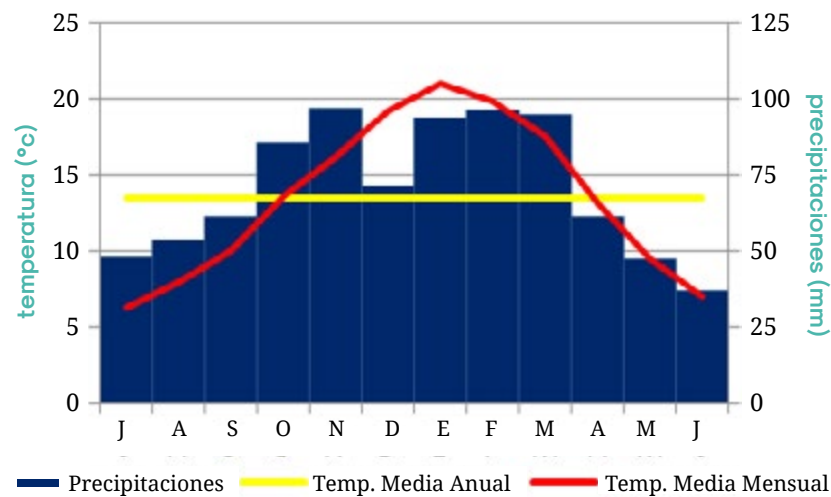


Figura 1. Ubicación de la ciudad de Tandil  
Fuente: elaborado por Picone y Campo, 2014



**Figura 2.** Diagrama ombrotérmico Tandil-AERO 2001-2010  
Fuente: Estadísticas climáticas Servicio Meteorológico Nacional.  
Elaborado por Picone y Campo, 2014

cercanías a la zona urbana se desarrolló hasta el año 2012, cuando la zona fue declarada Área de Paisaje Protegido por la provincia de Buenos Aires. La actividad secundaria está representada por las industrias metalmecánicas, las agroindustrias y las informáticas. El sector terciario es de gran importancia en servicios financieros, comerciales, educativos y turísticos cuyo auge surgió en los últimos 15 años.

## 2. Materiales y métodos

Según Voogt (2002), las ciudades de climas templados presentan condiciones favorables en cuanto al confort durante las épocas frías y pueden generar zonas de poca confortabilidad durante el verano. Es por ello que se seleccionaron para el estudio del confort de la ciudad tres índices asociados a las condiciones de verano y uno a las de invierno. Los mismos fueron calculados utilizando como base las estadísticas cli-

máticas del Servicio Meteorológico Nacional (1981-2010) y los datos medios de la estación automática urbana, comparándolos a su vez con los datos de la estación Tandil-AERO.

El primero de ellos fue el Humidex, que indica cuál es la temperatura efectiva que el individuo percibe bajo ciertas condiciones de humedad y temperatura (Capelli de Steffens *et al.*, 2005). El mismo fue desarrollado por el Servicio Meteorológico Canadiense y se comenzó a utilizar en 1965. La fórmula es:

$$Th = T + 5/9 * (e-10) \quad [1]$$

donde:

$T$  es la temperatura real (°C) y  $e$  es la presión de vapor (mb).

Según el valor obtenido se lo clasifica en categorías de confort: *Confortable* (20 – 29 °C); *Poco confortable* (30 – 39 °C); *Muy poco confortable, evitar ejercicios físicos* (40 – 45

°C); *Peligro* (45 – 53 °C); *Inminente peligro de sufrir infarto al corazón* (> 54 °C).

El segundo índice de calor es el de Temperatura Aparente ( $T_a$ ), que se basa en la resistencia térmica que una persona necesita para mantener el equilibrio (Steadman, 1984). Se calcula utilizando la temperatura real en °C ( $T$ ), presión de vapor en mb ( $e$ ) y velocidad del viento en m/s ( $V$ ):

$$T_a = -2,7 + 1,04*T + 2,0*e^{-0,65*V} \quad [2]$$

El Índice de Temperatura-Humedad ( $ITH$ ) muestra la sensación de bienestar del individuo y normalmente es inferior a la temperatura real (Segal y Pielke, 1981). Según los valores obtenidos se clasifica en: *Confortable* (hasta 21,1 °C); *Poco confortable* (23,6 °C – 26,7 °C) y *Agobio* (> 26,7 °C). Se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$ITH = 0,4 (T - Th) + 4,78 \quad [3]$$

donde:

$T$  es temperatura del bulbo seco (°C) y  $Th$  temperatura del bulbo húmedo (°C).

Para estudiar el confort durante la época invernal se utilizó el índice de Temperatura Equivalente (Quayle y Steadman, 1999), el cual permite analizar el efecto combinado de la temperatura en °C ( $T$ ) y el viento en m/s ( $V$ ).

$$T_e = 1,41 - 1,162*V + 0,980*T + 0,0124*V^2 + 0,0185*V*T \quad [4]$$

A partir de él se calcula el factor de enfriamiento que se utiliza para conocer la pérdida de calor de una persona. Éste se calcula a través de la resta de la temperatura equivalente a la temperatura real.

## 3. Resultados

### 3.1 Análisis de las condiciones generales del confort climático en el área de estudio

Para conocer cuáles son las condiciones generales de confort para el área de estudio, se calcularon los índices con datos de las estadísticas climáticas de la estación Tandil-AERO (1971-2010) y se analizaron las posibles variaciones durante estas cuatro décadas.

#### 3.1.1 Índices de calor

El cuadro 1 muestra los datos utilizados para el cálculo de los índices de confort térmico y valores obtenidos para cada década de cada índice. Todas las décadas analizadas presentan valores de confort; es decir, que los valores se encuentran entre los 20 °C y los 29 °C. A su vez, se puede observar que el mes de diciembre es el único que muestra una tendencia de aumento a lo largo de los años, mientras que los valores de enero y febrero no presentan una tendencia significativa. Por otro lado, las diferencias entre el índice y la temperatura real son máximas en enero y febrero y mínimo en diciembre, lo cual muestra efectos más acentuados del calor durante los dos primeros meses del año.

La combinación de temperatura, humedad y viento hacen que la Temperatura Aparente siempre sea  $\approx 2$  °C inferior a la temperatura real. El  $ITH$  en todas las mediciones se mantiene por debajo de los 21,1 °C.

Del análisis realizado se desprende que el área de estudio se emplaza en una zona confortable. Ninguno de los índices presen-

tó características de poca confortabilidad en los años considerados para el período estival.

### 3.1.2 Índices de frío

Las condiciones de poco confort térmico en condiciones de frío, según el diagrama de Olgyay (1988), se producen cuando las temperaturas son inferiores a los 8 °C. Las mismas se presentan aunque las condiciones climáticas sean favorables (cielos despejados y sin viento). Como se puede observar en el **cuadro 2**, los meses de junio y julio poseen temperaturas mínimas inferiores a este valor, mientras que agosto solo tiene esos valores en la última década. Ello indica que la población durante el invierno está sometida a situaciones poco confortables.

La temperatura estimada siempre es mayor durante el mes de agosto, mientras que julio presenta valores siempre inferiores. A pesar de ello, por el efecto combinado del viento y la temperatura, el factor de enfriamiento siempre es más alto durante

agosto, lo que genera condiciones de poca confortabilidad en todo el período.

## 3.2 Comparación urbana rural del confort

El clima urbano genera modificaciones en el clima regional debido a las transformaciones que se dan en una ciudad. Como consecuencia de la alteración de los parámetros meteorológicos, las condiciones de confort pueden variar en el área urbana, teniendo por ello la necesidad de comparar los índices referentes a esta variable.

### 3.2.1 Índices de calor

Al comparar los datos rurales del período de estudio (2010-2013) con los datos mensuales de las estadísticas climáticas, se observó que los meses de diciembre y febrero fueron ligeramente más frescos que los estadísticos, mientras que enero presentó un valor levemente superior (**Cuadro 3**). La variación de cada uno es de 0,2 °C, lo que indica que se encuentra dentro de los valores normales.

**Cuadro 1.** Índices para verano de las estadísticas climáticas de la estación Tandil-AERO (1971-2010)

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2011. Elaborado por Picone y Campo, 2014

	1971 - 1980			1981 - 1990			1991 - 2000			2001 - 2010		
	D	E	F	D	E	F	D	E	F	D	E	F
V (m/s)	6,28	5,2	6,4	5,8	6,3	5,9	5	4,6	4,4	4,55	4,4	4
e (mb)	15	16,2	16,5	15,1	17,2	17,1	14,3	16,1	15,9	14	15,8	16,5
T (°C)	19,4	20,5	19,5	19,4	21,1	20,2	19,2	20,5	19	19,2	20,9	19,8
Th (°C)	15,5	16,6	16,4	15,6	17,4	17	15	16,5	15,8	14,3	16,3	16,2
Humidex	22,2	23,9	23,1	22,2	25,1	24,1	21,6	23,9	22,3	21,4	24,1	23,4
Ta	17,5	18,6	17,6	17,5	19,2	18,3	17,3	18,6	17,1	17,3	19,0	17,9
ITH	18,7	19,6	19,1	18,8	20,2	19,7	18,5	19,6	18,7	18,2	19,7	19,2
T - Humidex	2,8	3,4	3,6	2,8	4,0	3,9	2,4	3,4	3,3	2,2	3,2	3,6

**Cuadro 2.** Índice para invierno de las estadísticas climáticas Tandil-AERO (1971-2010)

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Elaborado por Picone y Campo, 2014

	1971 - 1980			1981 - 1990			1991 - 2000			2001 - 2010		
	Jn	Jl	A	Jn	Jl	A	Jn	Jl	A	Jn	Jl	A
V (m/s)	6,1	6,3	6,8	4,7	5,2	5,5	4,4	4,3	4,6	4,0	4,3	4,6
T (°C)	7,5	7,4	8,3	7,2	6	8,4	7,2	6	8,1	7,0	6,3	7,9
TE	3,0	2,7	3,3	3,9	2,2	4,5	4,2	3,0	4,9	4,3	3,3	4,8
Enfriamiento	4,5	4,7	5,0	3,3	3,8	3,9	3,0	3,0	3,2	2,7	3,0	3,1

**Cuadro 3.** Índices de verano del área urbana y rural (2010-2013)

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2013. Elaborado por Picone y Campo, 2014

	Urbano			Rural		
	D	E	F	D	E	F
e (mb)	14,2	15,6	14,2	10,9	12,8	12,0
T (°C)	24,3	23,9	21,6	19,4	21,1	19,6
Humidex	26,7	27,1	23,9	19,9	22,7	20,7
Ta	23,0	22,6	20,2	17,5	19,3	17,7
T - Humidex	2,3	3,1	2,3	0,5	1,5	1,1

Al comparar datos del medio rural y urbano se observó un claro efecto urbano, principalmente en los meses de diciembre y enero. Los valores se presentan dentro de los rangos de confortabilidad para el índice Humidex, a pesar de que el aumento de las temperaturas en el área urbana es notable. Por otro lado, la Temperatura Aparente es inferior a la real, pero los valores urbanos tienen una menor diferencia que los rurales.

Las amplitudes entre la temperatura real y el Humidex muestran que el área urbana tiene diferencias que superan en dos veces a la rural. Todo esto indica que la zona más densamente construida está en

proceso de convertirse en una zona poco confortable para la población.

### 3.2.2 Índices de frío

Los valores rurales para el período de estudio mostraron que los mismos fueron ligeramente más fríos que las estadísticas climáticas, sobre todo en el mes de julio, donde la temperatura fue 0,4 °C inferior a los valores estadísticos en tanto que agosto y junio presentaron valores similares a los de referencia. Por otro lado, los valores de viento fueron mucho más bajos que las medias estadísticas (**Cuadro 4**), lo cual pudieron influenciar en las condiciones de confort.

**Cuadro 4.** Índice de frío del área urbana y rural (2010-2013)

Fuente: elaborado por Picone y Campo, 2014

	Urbano			Rural		
	Jn	Jl	A	Jn	Jl	A
V (m/s)	0,75	0,88	0,9	3,25	3,8	4
T (°C)	8,5	8,4	10,8	7,0	5,6	7,8
TE	9,0	8,8	11,1	5,0	3,0	5,2
Enfriamiento	-0,5	-0,4	-0,3	2,0	2,5	2,6

Todos los valores de temperatura del medio urbano son superiores a 8 °C, lo que estaría indicando condiciones más confortables que en el área rural, especialmente durante el mes de agosto, en el que se superaron los 10 °C de temperatura. Las amplitudes entre los valores rurales y urbanos fueron máximas durante agosto con 3 °C de diferencia.

Mediante el análisis de los valores de la Temperatura Estimada se identificó que las variaciones entre las dos áreas fueron muy importantes (valor máximo 5,9 °C). Esto indicó que las zonas urbanas presentaron condiciones mucho más confortables para su población que el área rural.

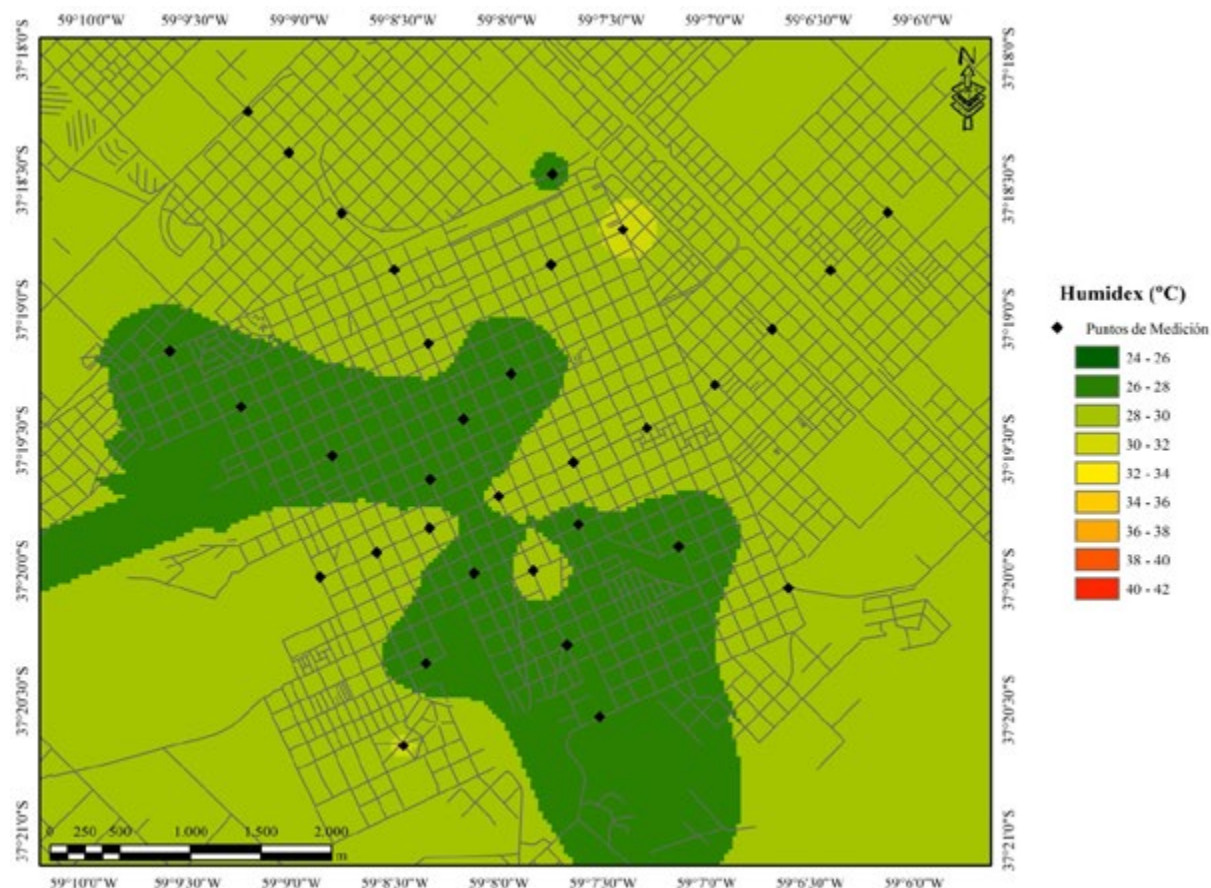
El factor de enfriamiento en el área urbana fue negativo, por lo que las condiciones fueron confortables. Mientras que en la zona rural dichas condiciones fueron negativas, ya que los valores indicaron más de 2 °C de enfriamiento por mes, aumentando así la poca confortabilidad. Además de las temperaturas, en este caso se destacó el efecto del viento en el área urbana, donde las menores velocidades contribuyeron a generar condiciones más confortables.

### 3.3 Distribución espacial del confort climático en verano en el interior de la ciudad

Estudiar la distribución del confort en el interior de la ciudad contribuye a comprender la variabilidad de los parámetros meteorológicos y cómo ellos afectan a la población. La zona urbana durante la época invernal presentó condiciones de confort corroboradas al analizar las mediciones de invierno (21 de agosto de 2011). Los valores obtenidos para la Temperatura Estimada y los factores de enfriamiento en cada punto de medición presentaron condiciones de confort debido principalmente a las bajas velocidades del viento.

Los procesos observados en el verano generaron posibilidades de condiciones de poco confort durante esta estación. Es por ello que se calculó el índice Humidex a partir de las mediciones realizadas el 8 de marzo de 2011 (Picone y Campo, 2012).

La **figura 3** muestra los valores obtenidos para el Humidex en las mediciones que se realizaron en el horario de la mañana. A pesar de que los valores fueron ligeramente superiores a la temperatura real, no se presentaron condiciones de poca con-

**Figura 3.** Valores del índice Humidex durante la mañana estival

Fuente: elaborado por Picone y Campo, 2014

fortabilidad, ya que los mismos estuvieron incluidos en la categoría de *Confortable*.

Durante la tarde las condiciones variaron (**Figura 4**). Se observó que toda la ciudad, incluso la periferia, presentó situaciones de *Poco Confort*. Los valores más bajos se encontraron en la zona este de la ciudad, donde dominan las áreas parquizadas. Gran parte de la urbe tuvo valores inferiores a 38 °C. Las áreas con mayores valores se concentraron en el norte de la ciudad, en el centro y en las inmediaciones del mismo. Las zonas con valores *Muy Poco Conforta-*

*bles* se observaron en el norte y el noreste de la ciudad, área ocupada por Metalúrgica Tandil, la estación del Ferrocarril y el Parque Norte.

Durante la noche la variabilidad espacial fue menor que en las mediciones anteriores (**Figura 5**). El índice presentó valores de *Poco Confort* lo que indicó que las condiciones de la tarde se prolongaron durante la noche. Se observó que, excepto en el oeste de la ciudad, todos los valores fueron superiores a 30 °C, con áreas de 32 °C en el noreste, coincidiendo con lo ocurrido durante la tarde.

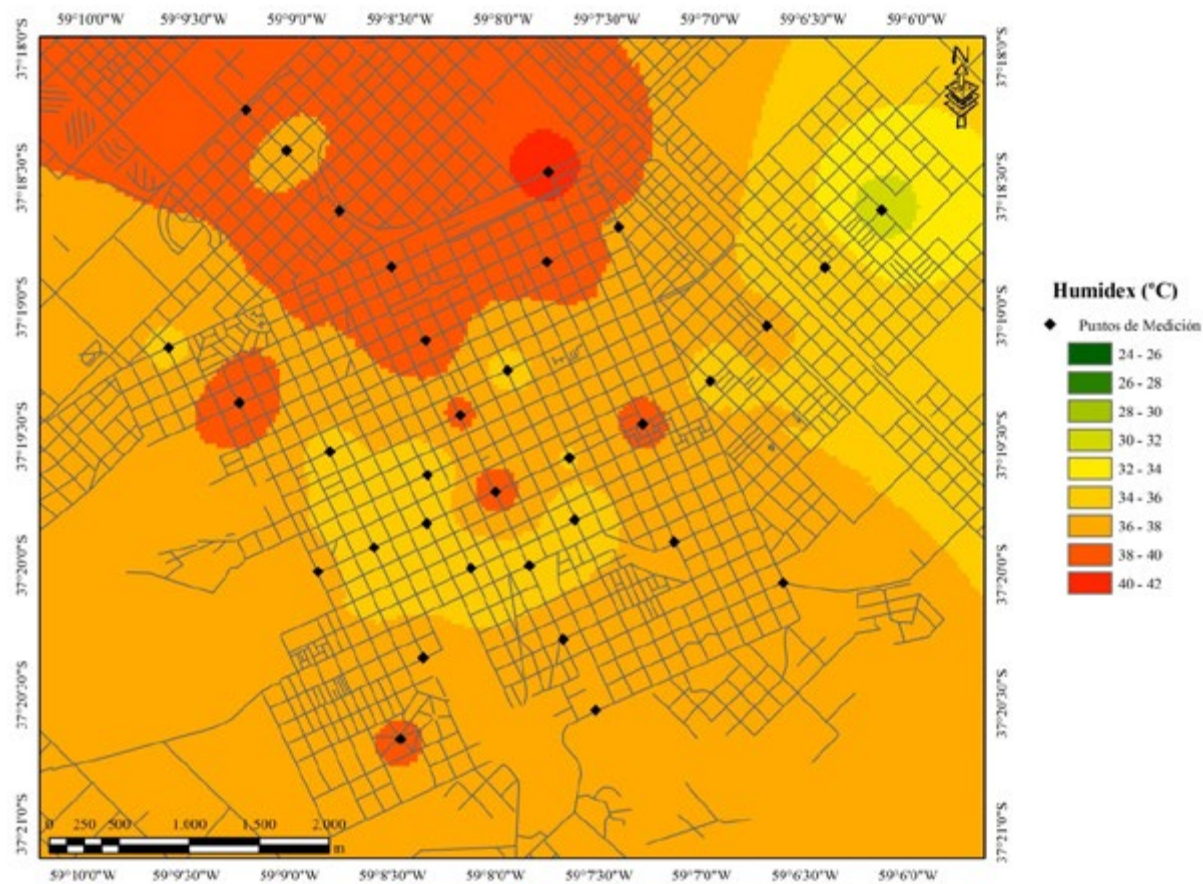


Figura 4. Valores del índice Humidex durante la tarde estival

Fuente: elaborado por Picone y Campo, 2014

#### 4. Conclusiones

El área de estudio posee un clima regional que presenta condiciones de poco confort térmico en época invernal. A pesar de ello, en el área urbana durante el invierno no se generan estas situaciones que sí ocurren durante el verano, donde las condiciones rurales son más confortables que las urbanas. De esta manera se corrobora lo planteado por Voogt (2002), que en ciudades de climas templados las condiciones de poco confort se presentan durante el verano, mientras que en el invierno el área urbana

se ve favorecida por el efecto de la isla de calor y la disminución de las velocidades del viento.

Al analizar la distribución espacial interna del confort térmico durante el verano, se observó que existe poco confort durante la tarde y la noche, donde la isla de calor urbana está en su máximo desarrollo, generando sobre los sectores norte, noreste y en el centro de la ciudad áreas que al menos entran en la categoría *Poco Confort*. Es por ello que se considera necesario que para dichas áreas se implementen políticas

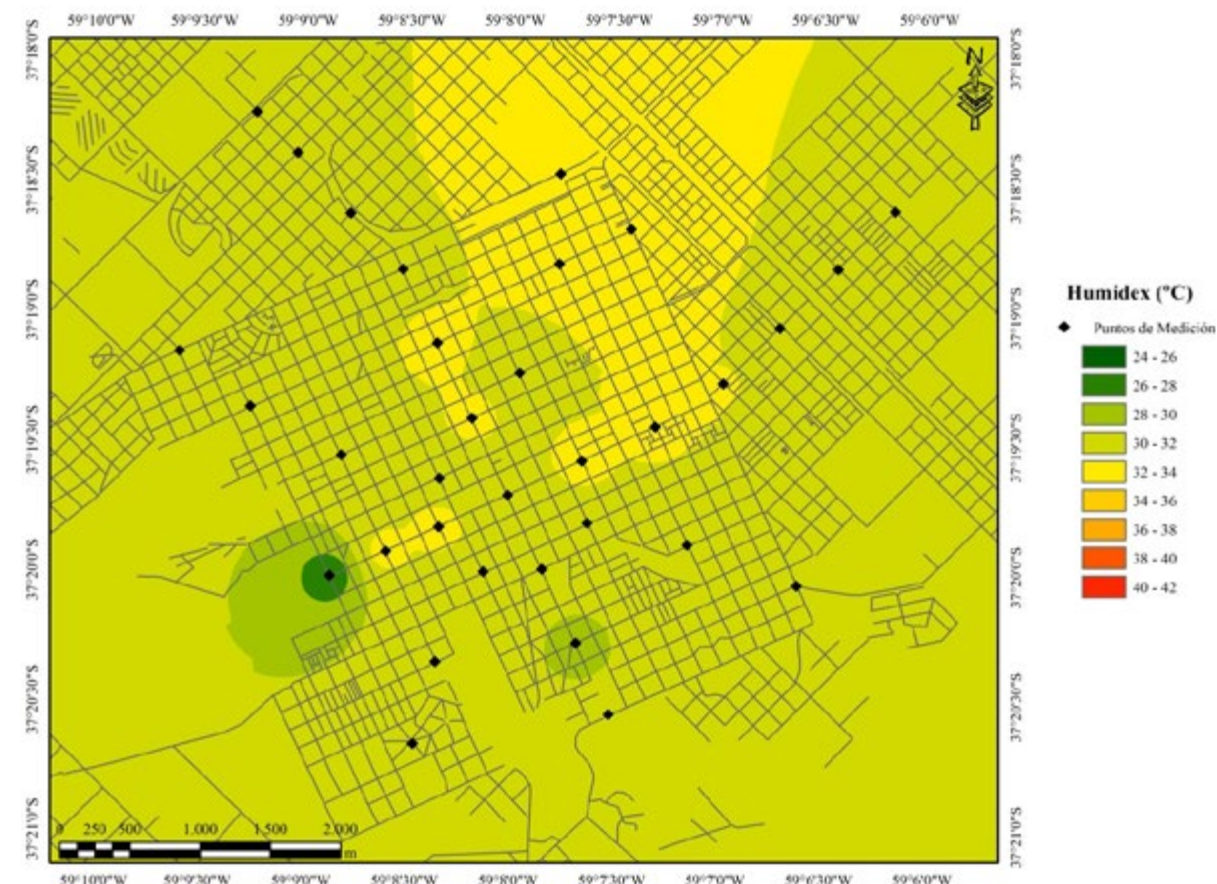


Figura 5. Valores del índice Humidex durante la noche estival

Fuente: elaborado por Picone y Campo, 2014

de mitigación, como por ejemplo la plantación de árboles caducifolios. Esta sencilla medida permitiría mantener condiciones confortables en verano y no impediría la formación de la isla de calor durante el invierno, que es beneficiosa para el confort del habitante urbano.

#### 5. Nota

Este artículo se enmarca en los proyectos: Análisis de conflictos ambientales a distintas escalas. Aportes para la construcción de sustentabilidad (SPU-UNCPBA) y Geografía Física Aplicada al estudio de la interacción Sociedad-Naturaleza. Problemáticas a diferentes escalas témporo-espaciales (SGCyT-UNS)

## 6. Referencias citadas

- ASHEAR. 1966. "Thermal comfort conditions". *ASHAER standars*, pp. 55-66. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, USA.
- CAPELLI de STEFFENS, A; PICCOLO, M. y A. CAMPO DE FERRERAS. 2005. *Clima urbano de Bahía Blanca*. Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina.
- CORREA. E. N.; RUÍZ, M. A. y M. A. CANTÓN. 2010. "Morfología forestal y confort térmico en 'ciudades oasis' de zonas áridas". *Ambiente Construido*, 10(4): 119-137.
- GARCÍA, M. C. 2009. *El clima urbano costero de la zona Atlántica comprendida entre 37°40' y 38°50' S y 57° y 59° W*. Departamento de Geografía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina. Tesis de Doctorado.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INDEC). 2010. *Censo Nacional de 2010*. Buenos Aires, Argentina.
- KOSATSKY, T.; KING, N. & B. HENRY. 2005. "How Toronto and Montreal (Canadá) Respond to heat". En: W. KIRCH; B. MEMME & R. BERTLLINI (editors) *Extreme Weather Events and Public Health Responses*. 167-171. Springer/Verlag; Berlin, Germany.
- LANDSBERG, H. E. 1981. *The urban climate*. Academic Press, INC. Nueva York, Estados Unidos.
- OLGYAY. 1988. *Arquitectura y clima. Manual del diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona, España.
- PICONE, N. y A. M. CAMPO. 2012. Variación estacional de la isla térmica en la ciudad Tandil. *IX Jornadas Nacionales de Geografía Física*. pp. 99-106. Bahía Blanca, Argentina. (18 a 21 de abril).
- PICONE, N. y A. CAMPO. 2014. "Comparación urbano-rural de parámetros meteorológicos en la ciudad de Tandil, Argentina". *Revista de Climatología*. 14: 13-23.
- PICONE, N. 2014. *Clima urbano de la ciudad de Tandil*. Departamento de Geografía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina. Tesis de Doctorado.
- POLIMENI, C. M. 2000. *Condiciones climáticas y microclimáticas del Gran Mendoza. Identificación y génesis de la isla de calor urbana. Análisis termofisiológico*. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina. Tesis de Doctorado.

- QUAYLE, R. & R. STEADMAN. 1999. The Steadman Wind Chill. An improvement over present scales. *11th Conference on Applied Climatology*. 187-190. Dallas, Texas. (10 15 de enero).
- SARRICOLEA ESPINOZA, P. y H. ROMERO ARAVENA. 2010. Isla de calor urbana y temperatura efectiva: hacia la comprensión de la justicia socio-ambiental de la ciudad de Valparaíso. *I Encuentro de geógrafos chilenos en Barcelona-Socializar Conocimiento*. pp. 71-89. Barcelona, España.
- SEGAL, M. & R. A. IELKE. 1981. "Numerical model simulation of human biometeorological heat load conditions-Summer day case study of the Chesapeake bay area". *Journal of Applied Meteorology*, 20: 735-750.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 2011. *Estadísticas Climatológicas*. Serie 2001-2010.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 2013. *Datos horarios*. Serie 2011-2013.
- SIPLE, P. & C. PASSEL. 1945. "Measurements of dray atmospheric cooling in sub-freezing temperatures". *Proceeding of American Philosophical Society*, 89(11): 177-199.
- STATHOPOUOS, T.; WU, H. & J. ZACHARIAS. 2004. "Outdoor human comfort in an urban climate". *Building and Environment*, 39: 297-305
- STEADMAN, R. 1984. "A universal scale of apparent temperature". *Journal of Climate and applied Meteorology*, 23: 1.674-1.687.
- TORNERO, J.; PÉREZ CUEVA, A. J. y F. GÓMEZ LOPERA. 2006. "Ciudad y confort ambiental: estado de la cuestión y aportes recientes". *Cuadernos de Geografía*, 80: 147-182.
- VOOGT, J. A. 2002. "Urban Heat Island". En: I. DOUGLAS (ed.), *Causes and consequences of global environmental change*. pp. 660-666. Encyclopedia of Global Environmental Change, Vol. 3. University of Manchester, UK.
- WEATHER SERVICES OF ENVIRONMENT CANADA. 2001. Disponible en: <http://www.msc.ec.gc.ca>.