

ANÁLISIS DE TEMPERATURAS ESTACIONALES EN ÁREAS URBANAS Y NO URBANAS DE LA CIUDAD DE LA RIOJA. AÑO 2021

Rodolfo Dematte ^{1,2}; Laura Ávila ¹, y Josefina Huespe ²

¹ Instituto de Energías Naturales Renovables. Universidad Nacional de La Rioja /
rdematte@unlar.edu.ar

² Unidad de Investigación: Epistemología, Lógica y Ciencias Básicas, Grupo IEMI
UTN Facultad Regional Mendoza Rodríguez 273, Ciudad Mendoza. CP (M5502AJE)
- República Argentina

Resumen: Este estudio examina la variación de la temperatura ambiental diurna y nocturna en las diferentes estaciones (primavera, verano, otoño e invierno) en la ciudad de La Rioja, en el año 2021. Se recopilaron datos de temperatura en dos ubicaciones: el área urbana (AU) y el área no urbana (ANU), utilizando estaciones meteorológicas. Los datos se analizaron por estaciones del año y se clasificaron en diurnos y nocturnos. El análisis muestra que las temperaturas medias anuales en AU son alrededor de 0,98°C superiores a las de ANU. Las temperaturas nocturnas en AU son consistentemente más altas en comparación con ANU durante todas las estaciones. En primavera, las temperaturas nocturnas en AU superan a las de ANU en 3,01°C; en verano, la diferencia es de 1,49°C; en otoño, de 2°C; y en invierno, de 1,83°C. La variabilidad observada en las temperaturas entre AU y ANU sugiere la necesidad de un examen más profundo para confirmar el efecto de isla de calor urbano en diferentes estaciones del año.

Palabras claves: temperatura diurna, temperatura nocturna, temperaturas promedio estacionales, La Rioja, efecto UHI.

INTRODUCCIÓN

“El interés por el estudio del clima urbano está bien justificado, ya que las áreas urbanas constituyen unos sectores singulares dentro del clima de la región donde se localizan. Este interés responde no solo a la necesidad de lograr un conocimiento para conseguir un ambiente más agradable para los habitantes de las

ciudades, sino, también, a la de analizar y prever las modificaciones que suponen éstas y las repercusiones que pueden tener en el clima” (Moreno García, 1990, p. 99).

El clima urbano representa una alteración local del clima regional, influenciada por las características específicas del entorno urbano (Capelli de Steffens et al, 2005). Este fenómeno refleja cambios micro climáticos inducidos por las actividades humanas en las áreas urbanas. Para evaluar estos efectos, se analizan las variaciones en los parámetros meteorológicos dentro de la ciudad en comparación con su entorno circundante (Picone y Campo, 2014).

El aumento de temperaturas en las ciudades conlleva impactos negativos, como pérdidas en la productividad, mayor frecuencia de temperaturas extremas y un aumento en el consumo eléctrico, lo que genera consecuencias económicas significativas (United Nations Environment Programme (UNEP), 2021). Además, tiene impacto en la salud de las personas (De Titto y Lazovski, 2024).

El efecto de isla de calor urbana (UHI, por sus siglas en inglés) es un fenómeno en el que las áreas urbanas experimentan temperaturas más altas que las áreas no urbanas. Este fenómeno está asociado a factores como la ausencia de cuerpos de agua, la alta emisión de gases, la falta de áreas verdes, y la rápida urbanización, entre otros (Marincic Lovriha, 2022; UNEP, 2021). La influencia del UHI también está relacionada con la insolación solar directa y las actividades antropogénicas, destacando la importancia de las áreas vegetadas en la moderación del gradiente de temperatura (UNEP, 2021).

La ciudad de La Rioja, ubicada en el Departamento Capital, se encuentra en una región con un clima continental árido y una fuerte insolación diaria, caracterizado por baja nubosidad y vientos secos (Rosa, 2000). La irradiación solar diaria promedio es de 5.2 kWh/m², con un total de 2.781 horas de irradiación anual. La Rioja, clasificada como clima desértico o árido de sierras y campos, experimenta temperaturas subtropicales y escasas precipitaciones (Morello et al., 2012). Según la clasificación bioambiental de Argentina, La Rioja se encuentra en la categoría 1A - clima muy cálido (ENARGAS, 2021). Si bien existen estudios sobre las características climáticas de la región cuyo, en la que se realizan estudios de temperaturas de La Rioja, pero no muestran en gran detalle el comportamiento térmico de la ciudad (Ferrelli, 2022).

Objetivo

El presente trabajo propone analizar la variación de la temperatura ambiental diurna y nocturna en las diferentes estaciones (primavera, verano, otoño e invierno) en la ciudad de La Rioja, en el año 2021.

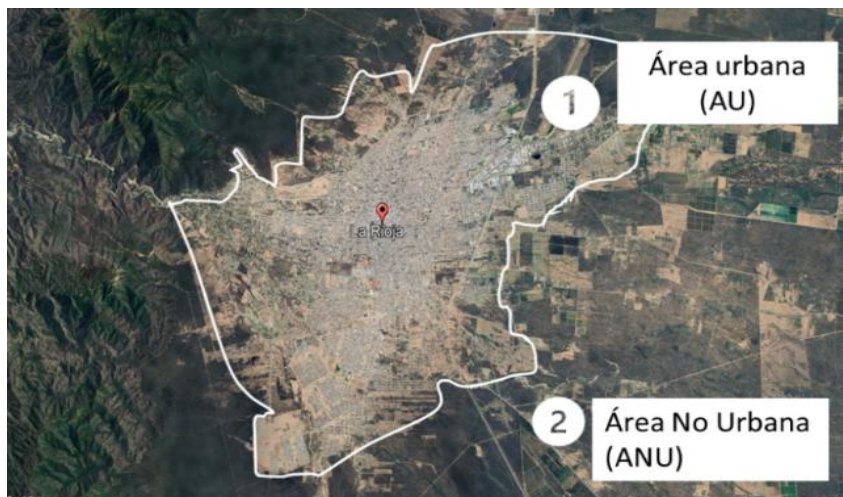
MATERIALES Y MÉTODOS

1- Recolección de datos

Los datos de temperatura en el área urbana (AU) provienen de la estación meteorológica del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) ubicada en el Aeropuerto local de la ciudad de La Rioja (-29.38 S, -66.79 O; 443 msnm) (Servicio Meteorológico Nacional, 2024). Las mediciones del área no urbana (ANU) provienen de una estación meteorológica ubicada en la zona rural (-29.47 S, -66.78 O; 421 msnm) distante a 10 km del área urbana de la ciudad de La Rioja (Figura 1). Para evitar efectos de sesgos y factores de correcciones, entre AU y ANU la altura entre ubicaciones no supera los 30 metros (Martin-Vide et al., 2015).

Figura 1

Mapa de la ciudad de La Rioja. Áreas analizadas. Fuente Google Earth ®.



Los datos de temperaturas diarios se midieron con una frecuencia de cada hora. Los datos se recolectaron entre enero y diciembre de 2021. Los datos fueron validados con dispositivos Ibutton Thermochron®.

2-Tratamiento de los datos

Se clasificaron 17.518 datos de temperatura, en función de las estaciones del año: primavera, verano, otoño e invierno. Luego se organizaron los datos en mediciones diurnas y nocturnas. El criterio de clasificación para horas diurnas y nocturnas se basó en la hora de entrada y salida de sol promedio para cada estación del año.

3- Análisis de los datos clasificados

Análisis estadístico descriptivo de las temperaturas de AU y ANU. Se calcularon valores medios y desvíos. Rango de temperatura, identificando la mediana, los valores máximos y mínimos de cada estación del año con la metodología descrita en Picone y Campo (2014).

RESULTADOS

1- Análisis estadístico anual

Por sus características geográficas y climáticas La Rioja tiene temperaturas medias con amplios rangos térmicos (Tabla 1). El análisis estadístico anual puede no ser muy representativo ya que, en todas las estaciones del año, la alta variabilidad en las diferencias de temperatura entre el día y la noche distorsiona el promedio de las temperaturas medias. Sin embargo, es posible observar que la variación de temperatura de todas las mediciones realizadas durante el año 2021 en AU (Figura 2) y ANU (Figura 3), hacia finales de agosto y principio de abril las temperaturas medias ascienden, coincidente con el final del invierno. Existen altas temperaturas en la primavera y el verano e inicios de otoño. Los meses más fríos del año son mayo, junio y julio donde las temperaturas medias descienden considerablemente.

Tabla 1

Temperaturas del área urbana (AU) y área no urbana (ANU). Variación anual.

Temperatura	AU	ANU	diferencia de temperaturas (AU - ANU)
Promedio diario anual (°C)	20,43	19,46	0,98
Desvío estándar (°C)	7,94	8,64	2,21
Temperatura máxima registrada (°C)	40,80	41,00	18,60
Temperatura mínima registrada (°C)	-3,90	-6,10	-9,30
Mediana (°C)	20,90	19,90	0,80
Moda (°C)	21,40	19,80	-

Figura 2

Temperaturas del área urbana (AU). Variación anual.

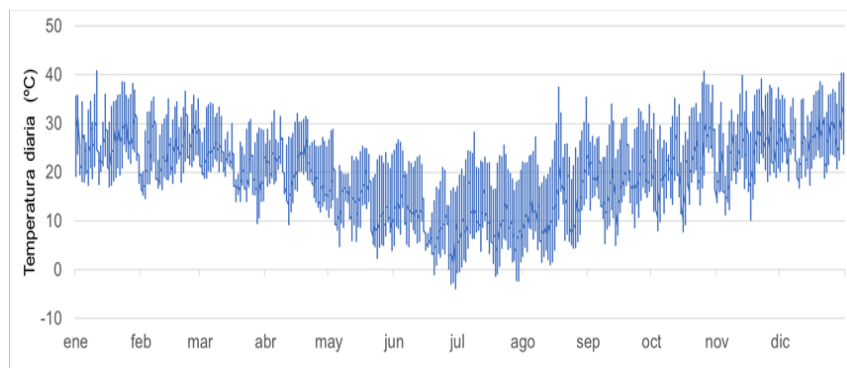
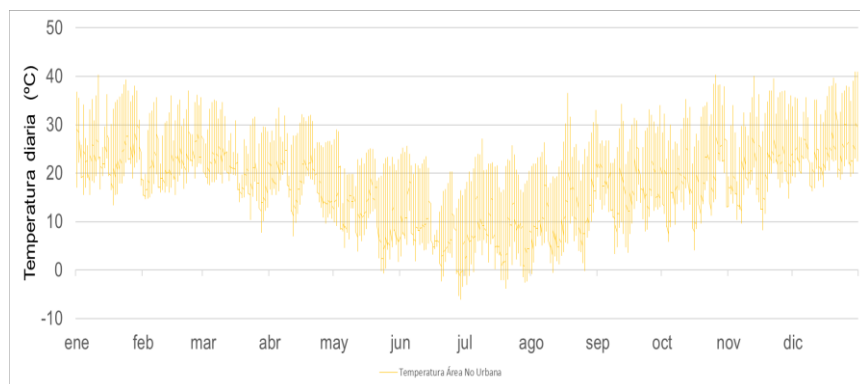


Figura 3

Temperaturas del área no urbana (ANU). Variación anual.



2- Análisis estacional

2.1 Primavera 2021

2.1.1 Temperaturas diurnas

Los datos analizados corresponden entre el 21 de septiembre al 20 de diciembre de 2021. Las temperaturas analizadas corresponden al horario de 7:00 a 18:00. En la primavera la temperatura diaria se caracteriza por tener temperaturas medias de 26,12°C +/- 6,41°C en AU y en ANU de 26,78°C +/- 6,47°C. (Tabla 2).

Tabla 2

Temperaturas diurnas del Área Urbana (AU) y Área No Urbana (ANU). Primavera 2021.

Temperatura	AU	ANU
Promedio diario (°C)	26,13	26,78
Desvío estándar (°C)	6,41	6,47
Temperatura máxima diaria registrada (°C)	40,70	40,30
Temperatura mínima diaria registrada (°C)	7,90	5,70

2.1.2 Temperaturas nocturnas

Las temperaturas analizadas corresponden entre el horario de las 19:00 a las 06:00 de la mañana. La temperatura promedio nocturna en primavera en el área urbana es de 22.52 °C +/-5.30°C. en el área no urbana es de 19.51+/-5.39 °C. Los valores promedios nocturnos del área urbana superan a los del área no urbana (Tabla 3).

Tabla 3

Temperaturas nocturnas del Área Urbana (AU) y Área No Urbana (ANU). Primavera 2021.

Temperatura	AU	ANU
Promedio nocturno (°C)	22,52	19,51
Desvío estándar (°C)	5,30	5,39
Temperatura máxima registrada (°C)	36,9	33,9
Temperatura mínima registrada (°C)	9	4,1

2.2 Verano 2021

2.2.1 Temperaturas diurnas

El análisis corresponde al periodo comprendido entre el 21 de diciembre y el 20 de marzo de 2021. Para el área urbana de la ciudad de La Rioja, la temperatura media es de 26.58 +/-5.77°C. En el área no urbana la temperatura media es de 26.76+/-6.35°C. La temperatura en ANU supera a AU en 0.18° (Tabla 4).

Tabla 4

Temperaturas diurnas del Área Urbana (AU) y Área No Urbana (ANU). Verano 2021.

Temperatura	AU	ANU
Promedio diurno (°C)	26,58	26,76
Desvío estándar (°C)	5,77	6,35
Temperatura máxima diurna registrada (°C)	40,80	41,00
Temperatura mínima diurna registrada (°C)	14,00	13,40

2.2.2 Temperaturas nocturnas

Las temperaturas analizadas corresponden al horario de 19:20 a 5:30 de la mañana. En verano, la temperatura promedio nocturna en el área urbana es de 24.84 +/-4.60°C. En el área no urbana es de 23.35+/-4.86 °C. Los valores promedios del área urbana superan a los del área no urbana (Tabla 5).

Tabla 5

Temperaturas nocturnas del Área Urbana (AU) y Área No Urbana (ANU). Verano 2021

Temperatura	AU	ANU
Promedio nocturno (°C)	24,84	23,35
Desvío estándar (°C)	4,60	4,86
Temperatura máxima nocturna registrada (°C)	39,10	36,20
Temperatura mínima nocturna registrada (°C)	14,00	13,70

En el caso de los valores medios de las temperaturas nocturnas en verano, el área urbana tiene una diferencia de temperatura 1.5°C superior al área no urbana. Tanto las temperaturas máximas como las temperaturas mínimas registradas son mayores en el área urbana.

2.3 Otoño 2021

2.3.1 Temperaturas diurnas.

El análisis de la temperatura comprende el periodo comprendido entre el 21 de marzo y el 20 de junio de 2021. La temperatura media para el área urbana de la ciudad de La Rioja es de 20.16 +/-6.57°C. En el área no urbana la temperatura promedio de la estación es 20.34+/-6.90°C (Tabla 6).

2.3.2 Temperaturas nocturnas.

En otoño, el área urbana presenta temperaturas promedio mayores al área no urbana, entre ambas locaciones existe una diferencia de temperatura de 2°C. El promedio de temperatura nocturna en el área urbana es de 15.48+/-5.64°C- La temperatura promedio nocturna para el área no urbana es de 13.48+/-6.41°C (Tabla 7).

Tabla 6

Temperaturas diurnas del Área Urbana (AU) y Área No Urbana (ANU). Otoño 2021.

Temperatura	AU	ANU
Promedio diurno (°C)	20,16	20,34
Desvío estándar (°C)	6,57	6,90
Temperatura máxima diurna registrada (°C)	34,20	37,00
Temperatura mínima diurna registrada (°C)	-1,00	-2,00

Tabla 7

Temperaturas nocturnas del Área Urbana (AU) y Área No Urbana (ANU). Otoño 2021.

Temperatura	AU	ANU
Promedio nocturno (°C)	15,48	13,48
Desvío estándar (°C)	5,64	6,14
Temperatura máxima nocturna registrada (°C)	30,50	29,40
Temperatura mínima nocturna registrada (°C)	-0,80	2,30

2.4 Invierno 2021

2.4.1 Temperaturas diurnas

Para el estudio del efecto de isla de calor urbana diurna para invierno, se analizó la variación de temperaturas entre la franja horaria de las 7h y las 17 h que corresponde a 10 horas solares. La temperatura diurna promedio en invierno, en el área urbana es de 17.32+/-7.39. En el área no urbana es de 16.59+/-7.56°C. Existe una diferencia de temperatura de 0.9°C entre AU y ANU. El rango de temperaturas es muy amplio, en las primeras horas de la mañana las temperaturas son muy bajas. Al mediodía las temperaturas son elevadas (Tabla 8).

Tabla 8*Temperaturas diurnas del Área Urbana (AU) y Área No Urbana (ANU). Invierno 2021.*

Temperatura	AU	ANU
Promedio diurno (°C)	17,32	16,59
Desvío estándar (°C)	7,39	7,56
Temperatura máxima diurna registrada (°C)	37,40	36,50
Temperatura mínima diurna registrada (°C)	-3,20	-6,10

2.4.2 Temperaturas nocturnas.

En invierno, el área urbana presenta temperaturas promedio mayores al área no urbana, entre ambas locaciones existe una diferencia de temperatura de 1.8°C. El promedio de temperatura nocturna en AU es de 11.91+/-6.02°C- La temperatura promedio nocturna para ANU es de 10.08+/-6.91°C. Es notorio el descenso de temperatura entre el día y la noche (Tabla 9).

Tabla 9*Temperaturas nocturnas del Área Urbana (AU) y Área No Urbana (ANU). Invierno 2021.*

Temperatura	AU	ANU
Promedio nocturno (°C)	11,91	10,08
Desvío estándar (°C)	6,02	6,91
Temperatura máxima nocturna registrada (°C)	33,20	34,80
Temperatura mínima nocturna registrada (°C)	-3,90	-6,00

CONCLUSIONES

La Rioja presenta temperaturas medias con amplios rangos térmicos debido a sus características geográficas y climáticas. En general, el área urbana (AU) tiene temperaturas medias anuales superiores a las del área no urbana (ANU) en 0,98°C. Las temperaturas máximas y mínimas registradas también muestran diferencias notables entre AU y ANU, en el área urbana registra temperaturas mínimas más altas y temperaturas máximas más bajas.

El análisis estadístico muestra que las diferencias de temperatura entre el día y la noche son significativas, lo que puede distorsionar el promedio de las temperaturas medias anuales.

El análisis de temperaturas medias estacionales indica una aproximación real al comportamiento térmico ambiental de la ciudad de La Rioja. Durante la primavera de 2021, las temperaturas diurnas promedio en el área urbana (AU) y el área no urbana (ANU) fueron casi iguales, con 26,12°C y 26,78°C respectivamente. No obstante, las temperaturas nocturnas en AU fueron más altas en 3,01°C en comparación con ANU, lo que sugiere un efecto de isla de calor urbano. En verano, aunque AU mostró una temperatura diurna promedio de 26,58°C, ligeramente inferior a la de ANU (26,76°C), las temperaturas nocturnas en AU superaron en 1,49°C a las de ANU, reforzando la presencia de este fenómeno en los meses cálidos. En otoño, AU presentó temperaturas diurnas promedio algo más bajas (20,16°C) en comparación con ANU (20,34°C), pero las temperaturas nocturnas en AU fueron consistentemente más altas por 2°C. Finalmente, durante el invierno, AU tuvo una temperatura diurna promedio de 17,32°C, superior a la de ANU (16,59°C), y las temperaturas nocturnas en AU fueron más altas en 1,83°C, indicando la persistencia del efecto de isla de calor urbano incluso en los meses más fríos.

Para una detección precisa del efecto de isla de calor urbano, es crucial realizar un análisis detallado de las temperaturas estacionales diurnas y nocturnas. La variabilidad observada en las temperaturas entre AU y ANU sugiere la necesidad de un examen más profundo para confirmar el efecto de isla de calor urbano en diferentes estaciones del año. Este análisis permitirá identificar patrones específicos y evaluar cómo las características urbanas contribuyen a las variaciones térmicas observadas.

REFERENCIAS

- Capelli de Steffens, A., Piccolo, M., y Campo de Ferreras, A. (2005). Clima urbano de Bahía Blanca. *Revista Universitaria de Geografía*, 15, 183-186. <https://www.scielo.org.ar/pdf/reuge/v15n1/v15n1a11.pdf>
- De Titto, E., y Lazovski, J. (2024). Islas urbanas de calor (o cómo nos cocinamos a fuego lento). *Revista ISALUD*, 19(91), 22-29. <http://repositorio.isalud.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1624>.
- ENARGAS (2021). *Ampliación del Régimen de Zona Fría Ley N°27.637. Norma IRAM 11603:2012. Clasificación bioambiental de la República Argentina.* Recuperado de

https://www.enargas.gob.ar/secciones/zona-fria/mapa_bioambiental.pdf

- Ferrelli, F. (2022). Caracterización climática de la región de Cuyo (Argentina) con datos in situ y del reanálisis NCEP/NCAR. *Boletín geográfico*, 44(1), 13-38. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/344/3443321004/>
- Marincic Lovriha, I. (2022). Una revisión sobre la isla de calor urbana y sus particularidades en zonas desérticas de México. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, 6(12), 9-25. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i12.196>
- Martin-Vide, J., Sarricolea, P., y Moreno-García, M. C. (2015). On the definition of urban heat island intensity: the "rural" reference. *Frontiers in Earth Science*, 3, Article 24. [doi:10.3389/feart.2015.00024](https://doi.org/10.3389/feart.2015.00024)
- Morello J; S. D. Matteucci; A. F. Rodríguez y M. E. Silva (2012) *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos* (1ra ed.). Editorial Orientación Gráfica.
- Moreno García, M. D. C. (1990). Bibliografía sobre Climatología urbana: la "isla de calor", I. *Revista de Geografía*, 99-109.
- Picone, N., y Campo, A. M. (2014). Comparación urbano-rural de parámetros meteorológicos en la ciudad de Tandil, Argentina. *Revista de Climatología*, 14, 13-23.
- Rosa, H. (2000). *Catálogo de recursos humanos e información relacionada con la temática ambiental en la región andina argentina*. Recuperado de <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/ladyot/catalogo/cdandes/cap16.htm#inhalt>
- Servicio Meteorológico Nacional (2024). *Estadísticas Climáticas Normales Periodo 1991-2020* [Dataset]. Servicio Meteorológico Nacional <https://www.smn.gob.ar/descarga-de-datos>
- United Nations Environment Programme (2021). *Beating the Heat: A Sustainable Cooling Handbook for Cities* (Informe Nº: DTI/2392/PA). Iain Campbell, Sneha Sachar, Julia Meisel & Rushad Nanavatty Editores. <https://www.unep.org/resources/report/beating-heat-sustainable-cooling-handbook-cities>.

* * * * *