



## **Comprensión de causas y efectos de la isla de calor en el sistema urbano de la ciudad de Rio Cuarto**

**Mariano Ambroggio**  
mariano.ambroggio@um.edu.ar

**Alfredo Marinelli**  
alfredo.marinelli@um.edu.ar

### **Resumen**

La nueva agenda urbana con objetivo en la sustentabilidad establece el desafío de reformular los modelos urbanos basados en el automóvil, la expansión fragmentada y la edificación sustentada en altos consumos de energía. Modelo fundado en la maximización de los beneficios inmobiliarios y en la facilidad de acceso y consumo de bienes y servicios.

Los municipios medianos y pequeños de la provincia de Córdoba esencialmente cuentan con las normativas de ordenamiento urbano, los códigos de edificación, los planes y programas de obras pública. Revisar, actualizar y/o reformular estos instrumentos en base a las nuevas prioridades de sustentabilidad resulta fundamentales para contribuir a los ODS e iniciar un camino de adecuación de nuestras ciudades a las nuevas condiciones climáticas.

El presente trabajo toma el caso de la ciudad de Rio Cuarto, al sur de la provincia, para evaluar el impacto que el modelo de crecimiento experimentado en los últimos veinte años ha tenido sobre las condiciones de habitabilidad de la ciudad.

La investigación continua y profundiza el trabajo que el equipo viene realizando desde el año 2017, para la FAUD UM.

Focalizado en comprender la complejidad del sistema urbano de Río Cuarto, en esta oportunidad su objeto de estudio es la isla de calor y el impacto del modelo urbano en el calentamiento local.

El estudio profundiza el conocimiento del equipo en los instrumentos de análisis urbano a partir de sistemas de información geográfica y en particular el procesamiento de imágenes satelitales mediante Google Engine. Para a partir del estudio de otros casos poder:

- Mostrar la secuencia de la evolución de la isla de calor en la ciudad de Río Cuarto desde el año 2000 al 2024
- Clasificar dentro del área urbanizada de la superficie edificada y la superficie verde mediante el algoritmo MapFlow en base a datos de Open Street Maps
- Clasificar en el área urbanizada: superficie absorbente de calor y superficie reflectante, mediante clasificación supervisada de imagen satelital Landsat, de la NASA.
- Identificar la presencia de gases que contribuyen al cambio climático mediante imágenes satelitales Sentinel del programa Copernicus.

### **Isla de Calor**

El calor de las ciudades no sólo se da en sus áreas céntricas, aunque en algunos barrios y enclaves resulta más agobiante que en otros. Esta sensación de ardor en la piel y asfalto caliente bajo los pies es señal del fenómeno conocido como “islas de calor urbanas”.

Los motivos por los que se crean islas de calor urbanas son múltiples y conocidos. Estas son algunas de las causas más comunes:

- La escasez de vegetación y áreas verdes que impide la reducción de la temperatura por la evaporación del agua de las plantas y la

protección de la sombra de los árboles

- La presencia de grandes edificios que absorben calor y bloquean el flujo de aire, impidiendo la refrigeración de la ciudad por el viento
- La densidad de superficies oscuras y de alta inercia térmica, como el asfalto de las calles, que absorben más radiación solar
- La contaminación de la atmósfera por gases de “efecto invernadero”, que atrapan la radiación solar y aumentan la temperatura del aire al evitar la disipación del calor
- Actividades industriales y uso excesivo de sistemas de aire acondicionado que agregan energía térmica a su entorno inmediato.

La acumulación de calor que no logra disiparse en las horas nocturnas impacta en las demandas de energía, en la generación de gases contaminantes y en la salud de la población.

A estos fenómenos locales se debe sumar el efecto del calentamiento global, con veranos con temperaturas extremas u olas de calor que pueden producir estrés térmico en la población cuando superan los 41°.

Luke Howard descubrió el efecto isla de calor urbano en 1818, después de estudiar Londres y determinar que las temperaturas en el centro urbano eran más altas que en los campos circundantes. Howard observó una diferencia térmica de 3,7 grados Fahrenheit (2,2° grados centígrados) durante la noche, mientras que durante el día la diferencia de temperatura era mucho menor.

A partir de este descubrimiento se ha logrado determinar que, la temperatura media anual en una ciudad con un millón de habitantes o más puede ser de entre 1° C y 3° C más alta durante el día respecto a su periferia. Pero, por la noche la diferencia se amplía, registro en ocasiones variaciones hasta de 10 °C.

Estudios sistemáticos de la isla de calor son realizados en diferentes ciudades de

Europa desde hace más de treinta años, trabajos que han llevado a una revisión de la forma de hacer la ciudad basada en un urbanismo sustentable. En América se destaca lo realizado por la ciudad de México (Jauregui, 1997) donde se determinan criterios relacionados con las variables a analizar y metodologías de análisis. En nuestro país se han llevado a cabo estudios sistemáticos del fenómeno, principalmente en ciudades como San Juan (Papparelli, Kurban, 1999), Buenos Aires (de Schiller, Evans et al., 2001) y Mendoza (Correa et al., 2004, 2005).

Estos trabajos comienzan a marcar y a definir criterios metodológicos y conclusiones que podrían ser generalizadas a la totalidad de las principales ciudades. El estudio de la isla de calor en poblaciones donde se superan los 200.000 habitantes permite la definición de estrategias destinadas a mitigar el proceso con acciones urbanísticas y arquitectónicas como el manejo de los espacios verdes, la reforestación de calles y avenidas, el tratamiento de los pavimentos y normativas edilicias y de ocupación del suelo que impulsen criterios de relación equilibrada con el medio en referencia a los procesos de intercambio energético.

Se destaca el trabajo “Análisis regional de las islas de calor urbano en la Argentina” en el cual se realiza una exhaustiva investigación de la isla de calor en 50 centros urbanos de la República Argentina con diferentes condiciones climáticas. Se citan alguna de sus conclusiones:

...“El impacto de la urbanización depende del lugar de emplazamiento de la ciudad, el grado de alteración del ambiente original, la extensión y distribución de las superficies afectadas (Imhoff et al. 2010). La intensidad de ICU se ha correlacionado con la extensión y la densidad de la urbanización (Tan and Li 2015; Zhou et al. 2017). La intensidad de la transformación producida por la urbanización y el planeamiento de espacios verdes también influye en la ICU al contribuir al enfriamiento del aire. La vegetación urbana

tiene un rol fundamental en el control de la temperatura durante el día (Buyantuyev and Wu 2010; Gioia et al. 2014), principalmente a partir de evapotranspiración y disipación de calor en la atmósfera y la provisión de sombra a las superficies (Feyisa et al. 2014; Lazzarini et al. 2013). Sin embargo, el análisis del contexto ecológico (i.e., factores biofísicos como clima o cobertura) permite identificar otros controles a escala regional. Por ejemplo, las áreas urbanas son en promedio más cálidas que las no urbanas, salvo aquellas áreas urbanas ubicadas en climas áridos y semiáridos (Imhoff et al. 2010; Taheri Shahraini et al. 2016). Las escalas temporales también determinan la intensidad de la ICU. A nivel diario, zonas templadas pueden tener isla de calor durante el día (Taheri Shahraini et al. 2016), aunque las mayores diferencias ocurren luego del atardecer (Roth et al. 1989).

Si se analiza estacionalmente, en zonas templadas o subtropicales la intensidad es mayor durante estaciones cálidas (Jenerette et al. 2011), mientras que ciudades tropicales exhiben una intensidad mayor en temporadas secas o frías (Roth 2007). Las ICU controlan el incremento del consumo energético y la contaminación ambiental (Correa et al. 2006) y tienen impactos sobre la productividad de la vegetación de espacios urbanos (Walker et al. 2015), el establecimiento de especies exóticas (McKinney 2006) e incluso, sobre la salud humana (Wong et al. 2013). Por lo tanto, describir los impactos de las islas de calor puede generar cimientos para otros estudios relacionados con la ecología urbana y el ordenamiento territorial.

Ejemplo concreto de la transformación de ciudades basadas en estudio de su clima urbano resultan: Seul, la capital de Corea del Sur. Tras mucho trabajar (las obras duraron dos años) y luego de invertir una onerosa suma de dinero (unos US\$300 millones) Seúl recuperó el río perdido, Cheong Gye Cheon -el eje de la antigua ciudad de Seúl-. Esta renovación urbana trajo como consecuencia la reducción del

efecto “isla de calor”, generando un descenso de alrededor de 3,5 grados centígrados respecto a las calles del entorno que, junto al aumento de velocidad del viento, lo han convertido en una gigantesca máquina de aire acondicionado natural.

San Antonio (en Colombia) se convirtió en el primer “ecobarrio” de Latinoamérica tras recibir el sello EcoQuartier de la embajada de Francia, que avala el desarrollo de comunidades sostenibles y ecológicas en el mundo. Los espacios verdes (mediante huertas vecinales, mercados orgánicos y composteras), el uso de paneles solares y un sistema de recuperación de agua de lluvia caracterizan este nuevo concepto urbano.

Prevenir y/o remediar la conformación de islas de calor en las ciudades implica acciones de planificación, regulación e intervención en las ciudades, tanto en el espacio público como en el privado.

El presente estudio se propone analizar la existencia o no de este fenómeno, su evolución, sus causas y sus efectos en la ciudad de Río Cuarto.

### **Río Cuarto**

Río Cuarto con 180.756 habitantes, distribuidos dentro de superficie bruta urbanizada de 4064.52ha es la segunda ciudad de la provincia de Córdoba. Tanto por su población como por su rol dentro del sistema de ciudades de la provincia. Según

el informe de la Fundación para el desarrollo Agropecuario de la Argentina (FADA), el departamento de Río Cuarto en las últimas campañas alcanzó los 14 millones de hectáreas sembradas, resultando el mayor productor de maíz y maní y el tercer productor de soja a nivel país. Este potencial productivo y su cadena de valor se distribuye en el conjunto de localidades del departamento que tienen una relación de polarización con Río Cuarto, en el cual se concentran las funciones administrativas, bancarias, educativas, y demás servicios de escala regional.

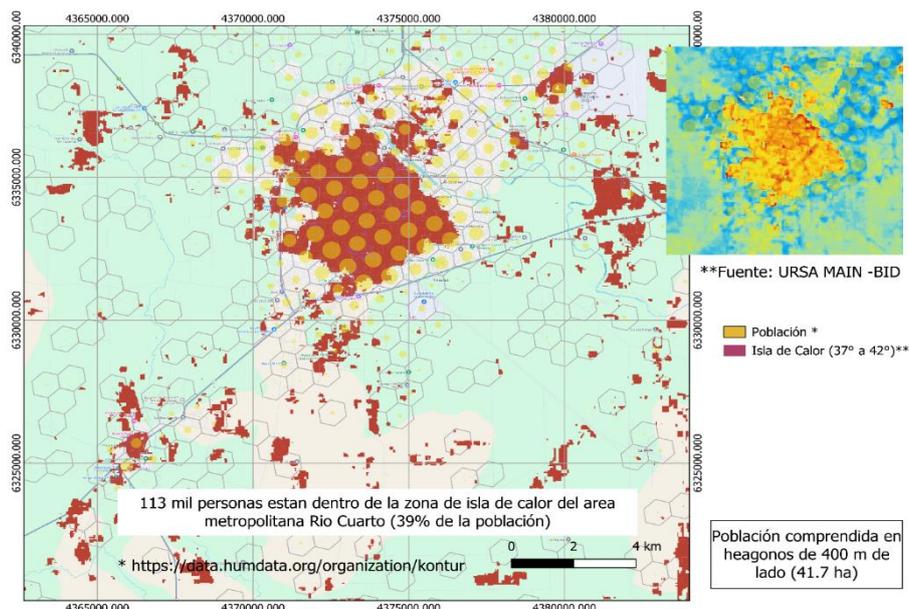
El impacto a nivel urbano de esta estructura socioeconómica explica la dinámica de crecimiento y expansión que experimenta la ciudad y su área metropolitana desde principios del siglo.

En los trabajos que preceden a esta convocatoria se ha analizado la incidencia del mercado inmobiliario en el modelado de este crecimiento y en la reducida capacidad de las herramientas de regulación urbana para concretar los objetivos de sustentabilidad que los mismos enuncian como objetivo.

Los modelos predictivos elaborados evidencian que este proceso, -de no mediar un plan de crecimiento sustentable para Río Cuarto- se sostendrá e incrementará sus indicadores de dispersión y fragmentación, con sus consecuentes deterioros ambientales.

**Figura 1: Población afectada Gran Río Cuarto por la Isla de Calor**

Fuente: Elaboración propia.



Una manifestación de este deterioro es la presencia de Islas de Calor, las cuales constituyen áreas de la ciudad que experimentan un incremento de su temperatura con respecto al entorno.

Las herramientas de planificación urbana y regulación edilicia vigentes en Río Cuarto, ¿previenen y/o mitigan la isla de calor urbano?

Mediante el desarrollo del presente trabajo se busca un mayor conocimiento y comprensión de la complejidad urbana de una ciudad intermedia, de llanura, con un proceso de crecimiento sostenido, frente al cambio climático.

Se dispondrán de nuevos conocimientos sobre las causas y efectos del incremento de la temperatura en sectores de la ciudad.

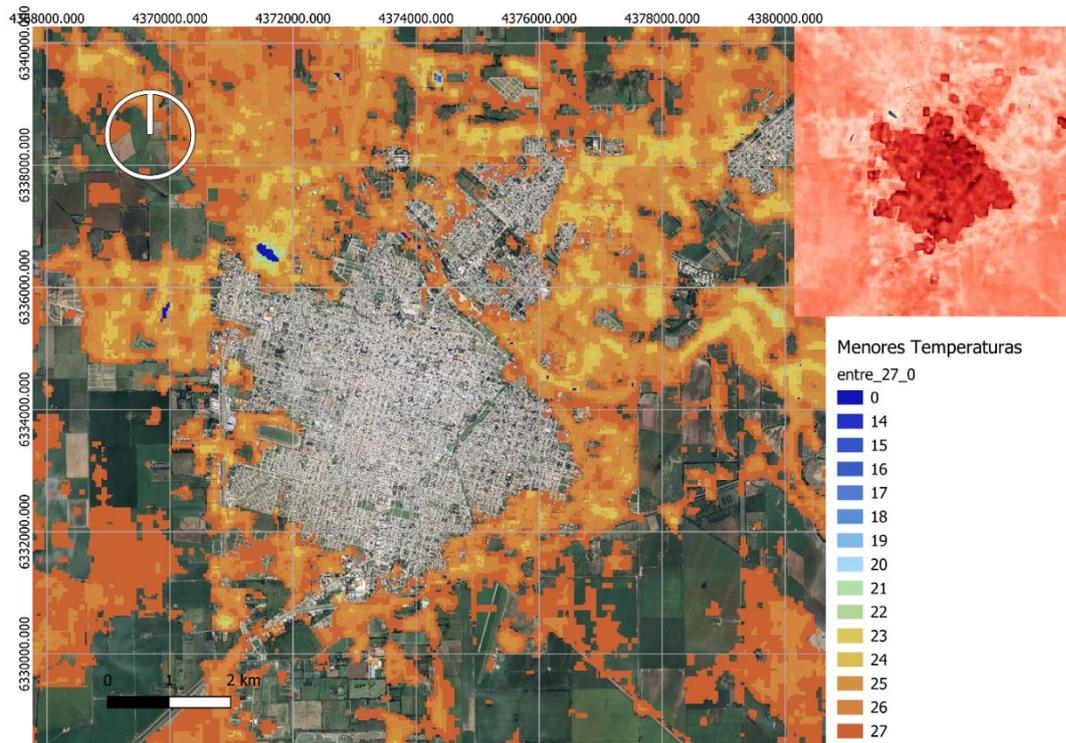
Se recopilará información de buenas prácticas urbanas focalizadas en prevenir y remediar las islas de calor urbana.

Se analizarán los instrumentos de gestión urbana local; Plan de Ordenamiento urbano, Código de Edificación a efectos de evaluar su capacidad para contribuir a la prevención y remediación de las islas de calor en la ciudad.

### Conclusiones preliminares

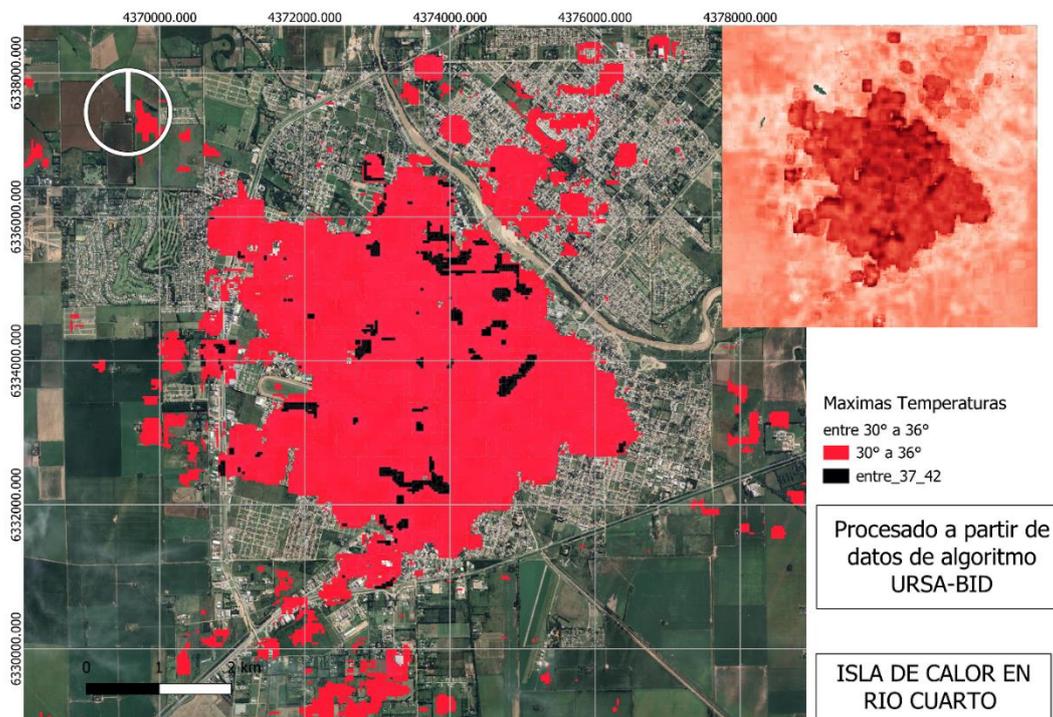
La habitabilidad del espacio público, en el área urbana de la ciudad presenta información sobre indicadores que juegan un papel preponderante en la habitabilidad de la ciudad. Las variaciones entre máximas y mínimas temperaturas, los factores determinantes y su relación con la vegetación, superficies libres y construidas continúan en estudio.

Figura1. Temperaturas mínimas dentro del área urbana.



Fuente:  
Elaboración  
propia

Figura2. Temperaturas mínimas dentro del área urbana.



Fuente: Elaboración propia

La eficiencia y complejidad en el uso del suelo, aportando información sobre la compacidad de la ciudad, las superficies bajo protección ambiental, tasa de empresarialidad por barrio y rama de actividad y la variación anual de empresas por barrio, según su rama de actividad, son imprescindibles en la comprensión del ambiente térmico urbano y en el abordaje de la problemática del sobrecalentamiento de la ciudad, donde este efecto, en conjunto con el cambio climático, tiene un papel crucial. Esta información proporciona

evidencia que nos invita a reflexionar sobre nuestra ciudad, considerando cómo su extensión, tipo de tejido urbano y usos del suelo se relacionan con este impacto. En general especialmente en las áreas prósperas, se tiende a tener más espacios verdes y más vegetación, los que brindan un mayor beneficio de enfriamiento.

Por lo que se deberían Reducir las desigualdades globales en la refrigeración urbana mediante la optimización de la infraestructura verde

## Bibliografía

- Buenos Aires Ciudad. Agencia de Protección Ambiental. APRA. (2023). Análisis del efecto de regulación de altas temperaturas de la infraestructura verde urbana (IVU) de la ciudad de Buenos Aires 2022. *Infraestructura verde urbana, soluciones climáticas y basadas en la naturaleza*.  
<https://buenosaires.gob.ar/biblioteca/infraestructura-verde-urbana-soluciones-climaticas-y-basadas-en-la-naturaleza>
- Buenos Aires Ciudad. C40 Cities. (2023). Evaluación estratégica de medidas para reducir la isla de calor urbana en la ciudad de Buenos Aires  
<https://buenosaires.gob.ar/biblioteca/infraestructura-verde-urbana-soluciones-climaticas-y-basadas-en-la-naturaleza>
- Casadei, P., Semmartin, M., & Garbulsky, M. F. (2021). Análisis regional de las islas de calor urbano en la Argentina. *Ecología Austral*, 31(1), 190-203.  
<https://doi.org/10.25260/EA.21.31.1.0.970>
- Correa Cantaloube, E. N., De Rosa, C., & Lesino, G. (2006). Monitoreo de clima urbano. Análisis estadístico de los factores que determinan la isla de calor y su aporte al diseño de los espacios urbanos. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 10.  
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/88410>
- de la Casa, A. C., & Nasello, O. B. (2014, August). Efectos del calentamiento global sobre el consumo de energía en la ciudad de Córdoba, Argentina. *Anales AFA* 25(1).  
<https://anales.fisica.org.ar/index.php/analesafa/article/view/1944/2333>
- Maristany, A. R., Abadía, L., Angiolini, S., Pacharoni, A., & Pardina, M. (2008). Estudio del fenómeno de la isla de calor en la ciudad de Córdoba. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 12.  
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/94933>
- Puliafito, S. E., Bochaca, F. R., & Allende, D. G. (2013). Mitigación de la isla de calor urbana en ciudades de zonas áridas. *Proyecciones*, 11(2).  
[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/6578/CONICET\\_Digital\\_Nro.pdf?sequence=4](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/6578/CONICET_Digital_Nro.pdf?sequence=4)
- Vázquez Brust, H. A., Scetta, Á., Piedrafita, C., Madera-Arends, R. (21 de noviembre de 2023) ¿Cómo identificar islas de calor urbanas?: descubre URSA, el nuevo software inteligente del BID. *Ciudades sostenibles*.
- Normativa  
Municipalidad de Río Cuarto. Ordenanza 555/93 Código de Edificación de la Ciudad de Río Cuarto. 1993.  
Municipalidad de Río Cuarto. Ordenanza N° 1082/11 y modificatorias vigentes. Plan de Ordenamiento Urbano de la Ciudad de Río Cuarto. 2021