



Encuentro  
de JÓVENES  
INVESTIGADORES

## ESTUDIO EXPLORATORIO DE LAS TEMPERATURAS SUPERFICIALES EN EL MACROCENTRO DE LA CIUDAD DE SANTA FE.

**Acosta, María V.**

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas – UNL  
Centro de Estudios Fluvio-Hidro-Ambientales del Litoral (CEFHAL)  
Director/a: Venturini, Virginia

Área: Ingeniería

Palabras claves: Temperatura en superficie, Temperatura radiométrica, Santa Fe.

### INTRODUCCIÓN

En zonas urbanas, las temperaturas son modificadas respecto al entorno rural. Los materiales utilizados en las edificaciones absorben, almacenan y liberan energía radiante. Además, estas construcciones modifican la textura del terreno, lo que influye en la circulación de los vientos a nivel superficial. La expansión urbana reemplaza la vegetación del suelo con superficies impermeables, disminuyendo la evaporación y la capacidad de enfriamiento del aire. Asimismo, la calidad del aire se ve afectada y se altera el balance hídrico en los territorios. La construcción en altura en el centro de la ciudad de Santa Fe ha crecido notablemente en los últimos 10 años (Delaloye y Venturini, 2022). Este fenómeno, sumado a los frecuentes incendios en el período de sequía, hacen pensar en que la calidad del aire y la condición térmica de la ciudad están deterioradas, por lo que se pretende hacer un análisis inicial de la temperatura en superficie ( $T_s$ ) registrada en diferentes materiales que conforman la ciudad. Habitualmente la  $T_s$  se obtiene a través de imágenes satelitales, cuya resolución espacial no siempre es adecuada para estudios urbanos, por lo que en este análisis se realiza una comparación de las mediciones *in situ* con la obtenida de sensores satelitales.

### OBJETIVOS

- Medir la temperatura sobre diferentes superficies en puntos críticos del centro de la ciudad de Santa Fe, mediante el uso de una cámara termográfica.
- Hacer un análisis inicial de los valores de temperatura registrados.
- Contrastar los resultados de las mediciones *in situ* con los valores arrojados por sensores satelitales.

Título del proyecto: Desarrollo de un índice de déficit hídrico basado en la evapotranspiración para el monitoreo de las sequías en el Noreste y Centro de Argentina con Google Earth Engine.

Instrumento: PICT

Año convocatoria: 2019

Organismo financiador: Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación.

Director/a: Elizabet Walker



## METODOLOGÍA

### Elección de puntos de muestreo.

La selección se realizó considerando puntos críticos de la ciudad de Santa Fe, con base en antecedentes e identificando lugares con mayor flujo de transporte público y tráfico en general, además de los lugares de mayor concentración de edificación en altura (Venturini, 2022). Los lugares elegidos están en las esquinas de las calles: 1- 9 de Julio y Santiago del Estero, 2- 1ro de Mayo y Salta, 3-Mendoza y San Jerónimo y 4- Bv Gálvez 1150.

### Muestreo.

Las mediciones se llevaron a cabo en los cuatro puntos previamente mencionados, entre el 27/10/22 y el 23/5/23, de manera de abarcar los meses en los que se producen las Ts más elevadas. Al inicio del estudio, durante los meses más cálidos, el muestreo se realizó de manera semanal. Posteriormente, la frecuencia de mediciones se redujo, realizándose de manera quincenal y finalmente una medición por mes. En todos los casos, el horario de muestreo fue entre las 11:00 hs y las 14:00 hs, horario donde se registran las máximas temperaturas. Para la medición sobre distintas superficies, se utilizó una cámara termográfica marca FLIR modelo TG267 (ver Figura 1), que permite tomar imágenes en las que se visualiza la radiación calorífica emitida por una superficie o un cuerpo, en función de una escala de colores preestablecida. En cada uno de los puntos críticos seleccionados, se tomaron imágenes térmicas sobre distintas superficies, con diferentes niveles de exposición al sol, esto es, midiendo la misma superficie expuesta al sol y a la sombra. Los materiales muestreados fueron asfalto, losetas de veredas, pasto, tierra, corteza de árboles y chapa de automóviles.



Figura 1. Cámara termográfica FLIR TG267

### Imágenes Satelitales.

Se utilizó un visualizador EO Browser de la Agencia Espacial Europea (ESA) que permite un análisis rápido de imágenes satelitales de la misión Sentinel 3 (<https://www.sentinel-hub.com>). Se cortó el centro de la ciudad en todas las imágenes, y se obtuvieron los valores medios areales de la Ts para los días que se hicieron mediciones *in situ*.

## RESULTADOS

Se tomaron mediciones en un total de 20 días comprendidos en el periodo de muestreo, en cada uno de los cuales se registraron valores de Ts en diferentes superficies, en los cuatro puntos de muestreo seleccionados. En la Figura 2 se observan las Ts promedio diario en los cuatro puntos de muestreo, obtenidas promediando las Ts medidas en diferentes superficies en un mismo punto, y la Ts media diaria, obtenida promediando la Ts media de los cuatro puntos. Puede notarse que el punto 2 es el que arroja mayores valores de Ts.

El valor medio máximo medido en el periodo es de 44.2 °C el día 12/2/23. Es posible hacer un análisis de la Ts medida este día sobre materiales que tienen una elevada capacidad de

absorción de radiación, como el asfalto. Así, para los 4 puntos de muestreo, puede verse una variación de más de 10°C en la Ts, según el material esté expuesto directamente al sol, o bien cubierto por sombra (Figura 3).

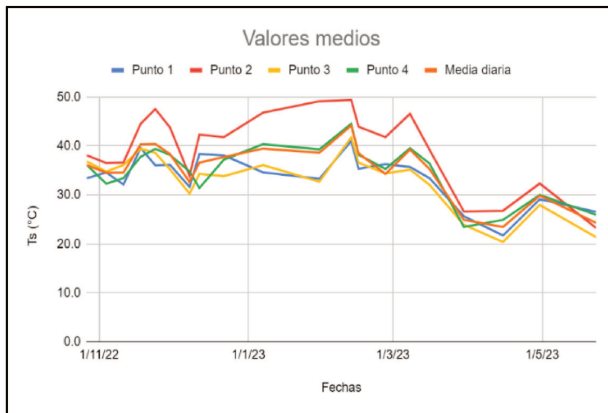


Figura 2. Valores medios para los cuatro puntos de muestreo y valor medio diario para todo el periodo, medidos *in situ*.

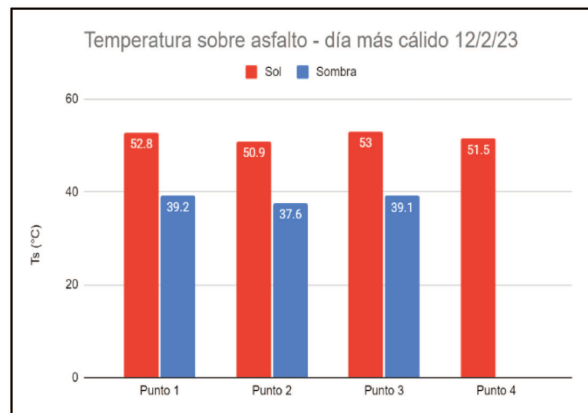


Figura 3. Comparación de Ts medida *in situ* sobre asfalto expuesto a sol y a sombra para el día más cálido del periodo.

Es posible comparar también las Ts medidas para diferentes materiales a lo largo de todo el periodo. Se muestran en la Figura 4 los resultados obtenidos para mediciones realizadas sobre asfalto y sobre césped expuestos al sol y su comparación con los valores medios diarios de todo el periodo. Puede notarse que el asfalto suele encontrarse por encima de los valores medios diarios y el césped, por el contrario, pocas veces supera la media.

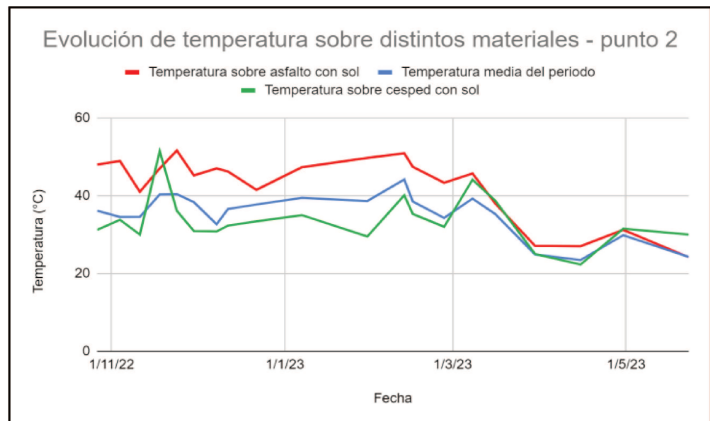


Figura 4. Evolución de Ts sobre distintos materiales en el punto más cálido, medida *in situ*.

En la Figura 5 puede visualizarse las imágenes térmicas tomadas sobre asfalto, para los cuatro puntos de muestreo, el día de mayor registro.

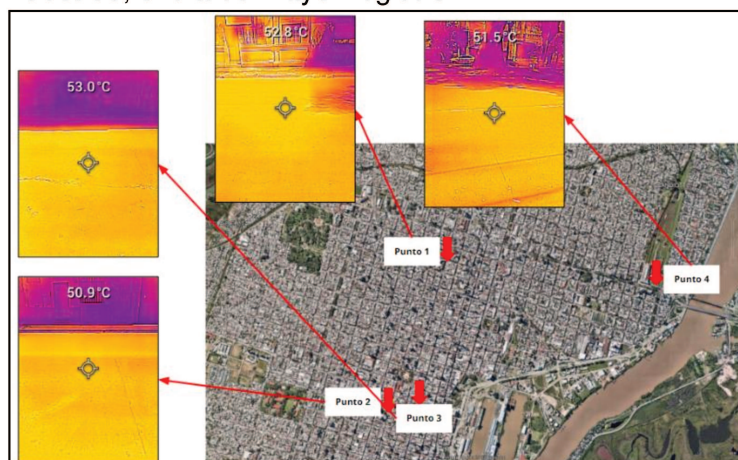


Figura 5. Registros de Ts sobre asfalto en los puntos de muestreo.

Por último, se muestra en la Figura 6 la comparación, para cada uno de los días de muestreo, de los valores medios de Ts obtenidos de las mediciones *in situ*, calculadas como el promedio de la Ts en los cuatro puntos de medición, con los arrojados por el sensor satelital Sentinel 3, obtenidos con EO Browser, promediando todos los píxeles que comprenden el área del centro de Santa Fe. En la mayoría de los casos, la Ts obtenida mediante datos del sensor satelital es más elevada que la obtenida de mediciones *in situ*.

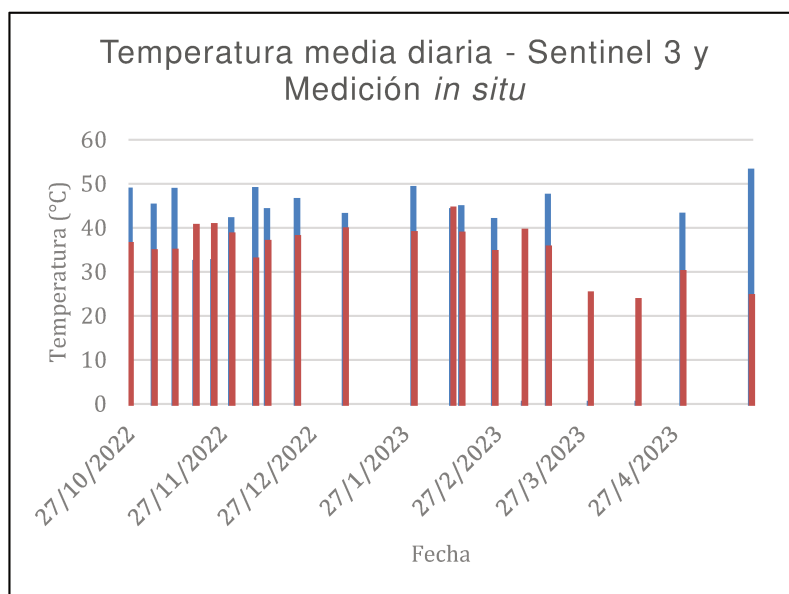


Figura 6. Comparación de la Ts media del centro de Santa Fe registrada por el satélite Sentinel 3 (azul) e *in situ* (rojo).

## CONCLUSIONES

La medición *in situ* de temperatura sobre distintas superficies muestra la importancia de la presencia de zonas con sombra en la regulación de la temperatura de las zonas urbanas. La comparación de los resultados obtenidos para distintas superficies indica la conveniencia de reemplazar materiales con elevada capacidad de absorción de calor, como el asfalto, por otros más apropiados. La comparación de las mediciones *in situ* con los datos obtenidos del sensor satelital indica que estos últimos suelen sobreestimar los valores de temperatura en la superficie.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA.

- Delaloye G. & Venturini V.**, 2022. Análisis exploratorio de zonas de riesgo de exposición a la contaminación atmosférica en el pericentro de la ciudad de Santa Fe. Congreso Bienal de la IEEE – ARGENCOM, ). 6-9 de noviembre 2022, San Juan Argentina. Ediciones IEEE.
- Venturini, V.**, 2022. Thermal condition of Santa Fe city- Argentina during the period 2013-2022. Congreso Bienal de la IEEE – ARGENCOM. ). 6-9 de noviembre 2022, San Juan Argentina. Ediciones IEEE.