

Objetivo

Analizar la tendencia seguida por la temperatura máxima, mínima y media anual, en las localidades San Luis y Villa Reynolds, provincia de San Luis, Argentina, y su posible relación con el crecimiento urbano para el periodo comprendido de 1960 a 2023.

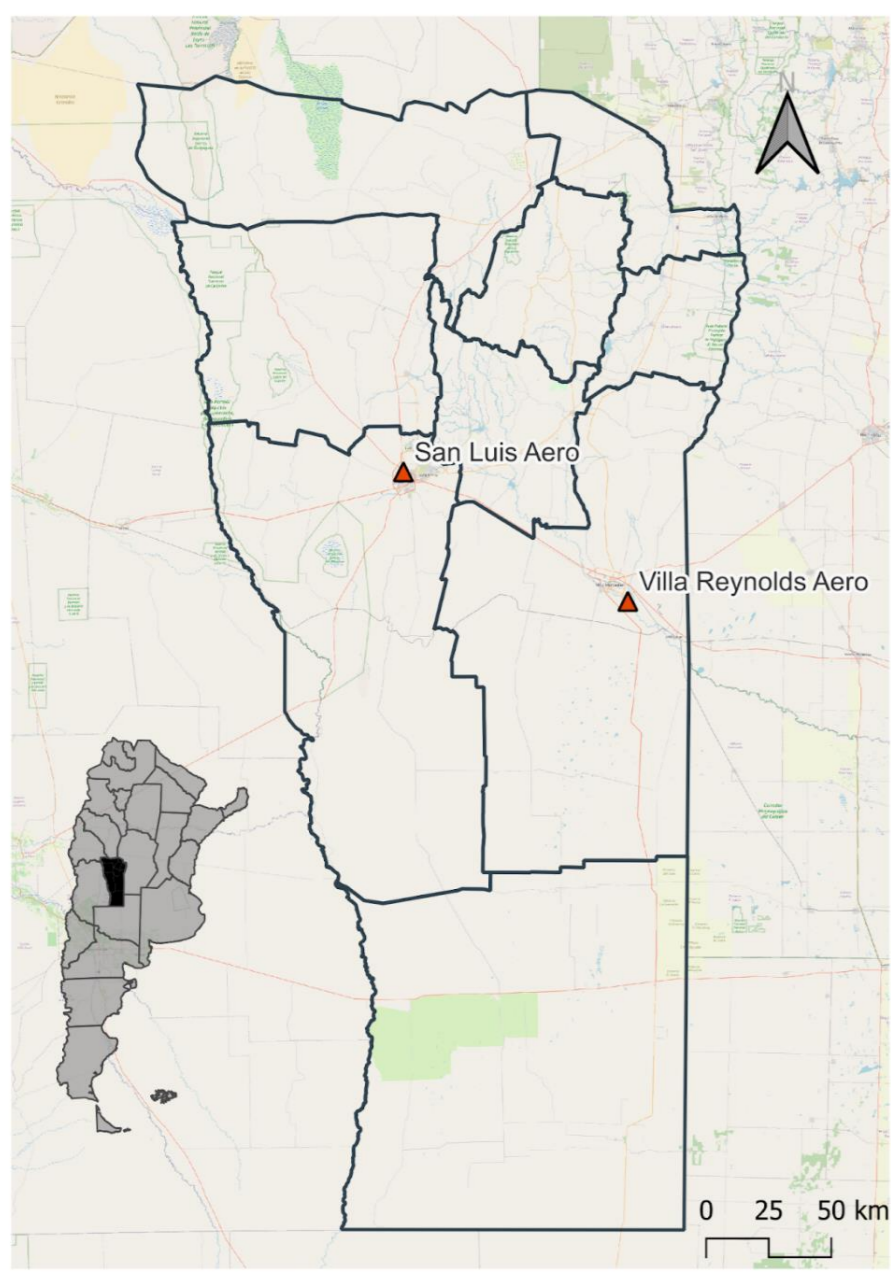


Figura 1- Región de estudio y ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas.

Introducción

La Provincia de San Luis se ubica en el centro-oeste de Argentina, y se encuentra modelada por diversos paisajes, como valles y sierras pampeanas, y climas áridos y templados. La ciudad de San Luis, ubicada en el centro-oeste de la provincia, es el centro urbano con mayor población dentro de la misma, y ha experimentado un acelerado crecimiento poblacional, contando con 40.420 habitantes¹ en el año 1960, y con 169.947 habitantes¹ en 2010. En cuanto a características climáticas, se encuentra dentro de una zona de transición, con influencias tanto del clima árido del oeste como del clima templado del este. Por otro lado, Villa Reynolds es una pequeña localidad ubicada a menos de 10 kilómetros de Villa Mercedes, que no supera los 900 habitantes¹, y se encuentra influenciada por un clima templado.

¹ Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC)

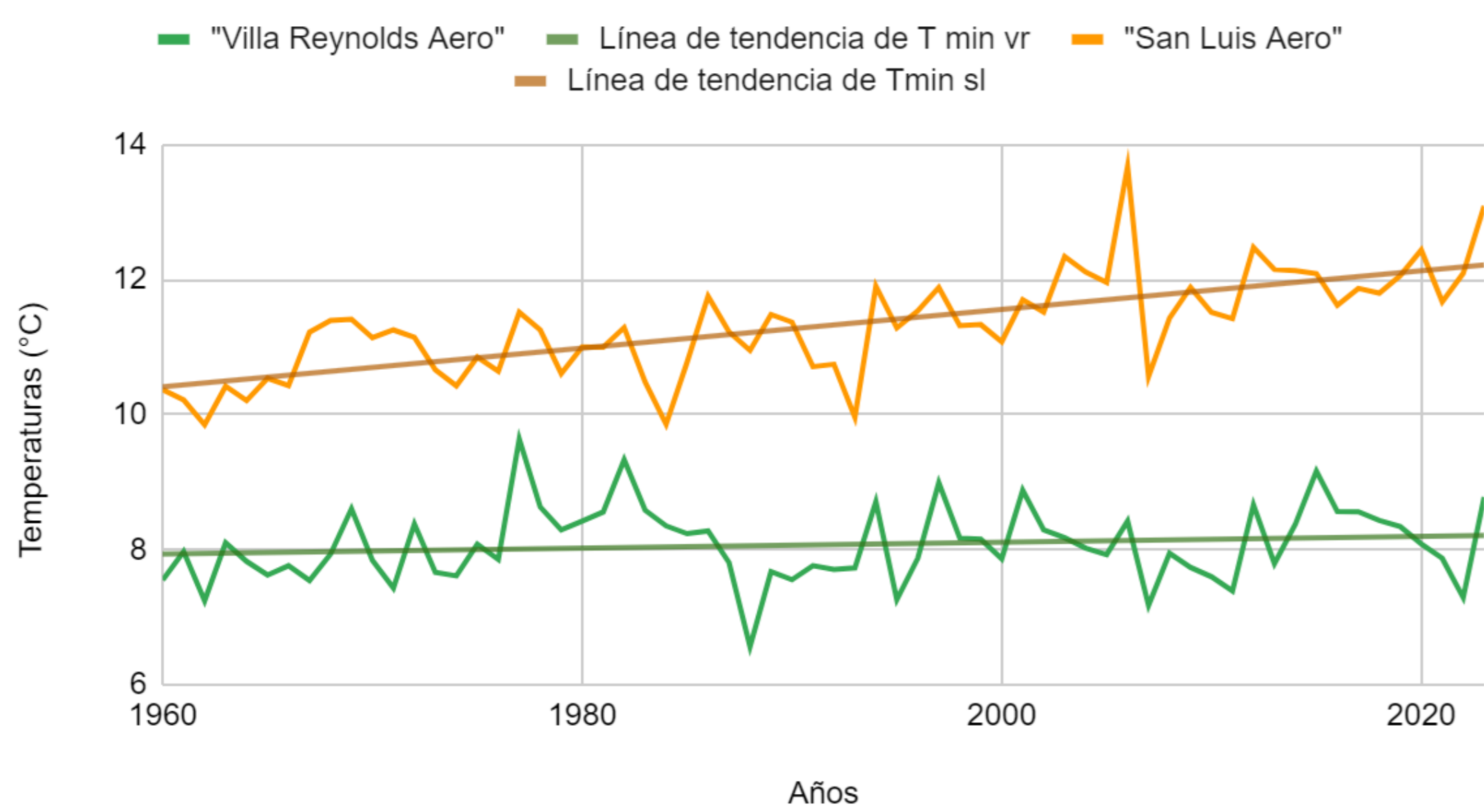
Metodología

Se procesaron los datos diarios de temperaturas mínimas y máximas de las estaciones “San Luis Aero” y “Villa Reynolds Aero” (Figura 1) para un periodo en común de 1960 a 2023, brindados por el Servicio Meteorológico Nacional (S.M.N.). Utilizando estos datos se obtuvieron las temperaturas medias para cada día.

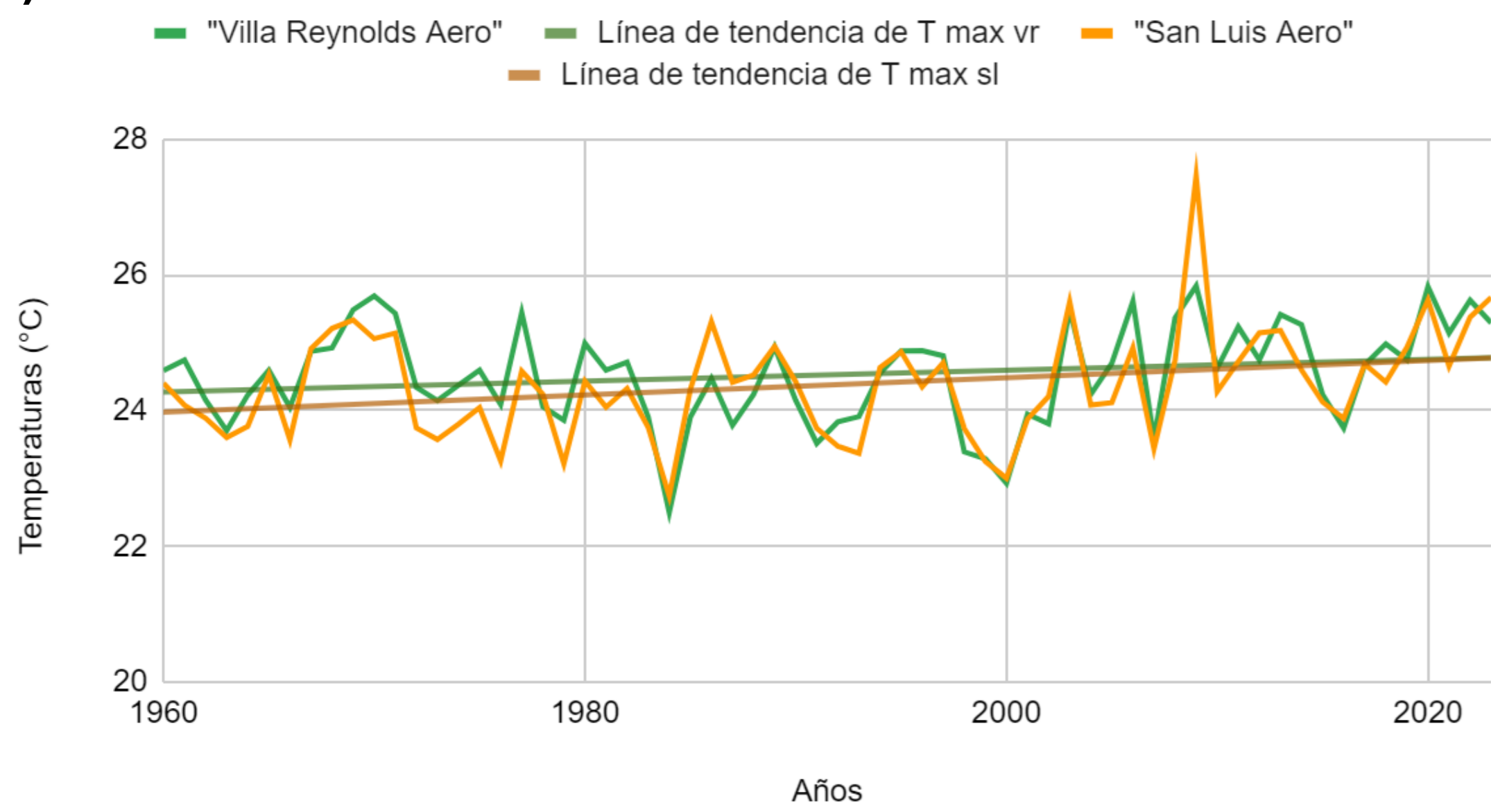
Se calcularon y graficaron las tendencias lineales de temperatura mínima y máxima. Para robustecer el análisis del comportamiento de las variables, se caracterizaron los eventos de noches tropicales, definidos por el Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) como aquellos días donde la temperatura mínima $\geq 20^{\circ}\text{C}$ y la cantidad de días con heladas, donde temperatura mínima $\leq 0^{\circ}\text{C}$ (ETCCDI, 2021). Además, se calcularon las anomalías de la temperatura media anual respecto al período base 1960-2023.

Para el análisis del crecimiento urbano, se analizaron datos provistos por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) respecto a la población total registrada en los censos realizados en 1960, 1970, 1980, 1991, 2001, y 2010. Se procesó la capa de parcelas obtenida del servidor WFS del Consejo Federal de Catastro (CFC) en el software QGIS, categorizando las mismas de acuerdo con el año de aprobación, diferenciando las existentes hasta 1960, y las aprobadas hasta 2023 (Figura 4). Además, se visualizaron imágenes satelitales del contexto de ambas estaciones en 1985 y en 2023, en el software Google Earth Pro.

A) Serie temporal de temperaturas mínimas y tendencias



B) Serie temporal de temperaturas máximas y tendencias



C) Anomalías de temperatura media "San Luis Aero"

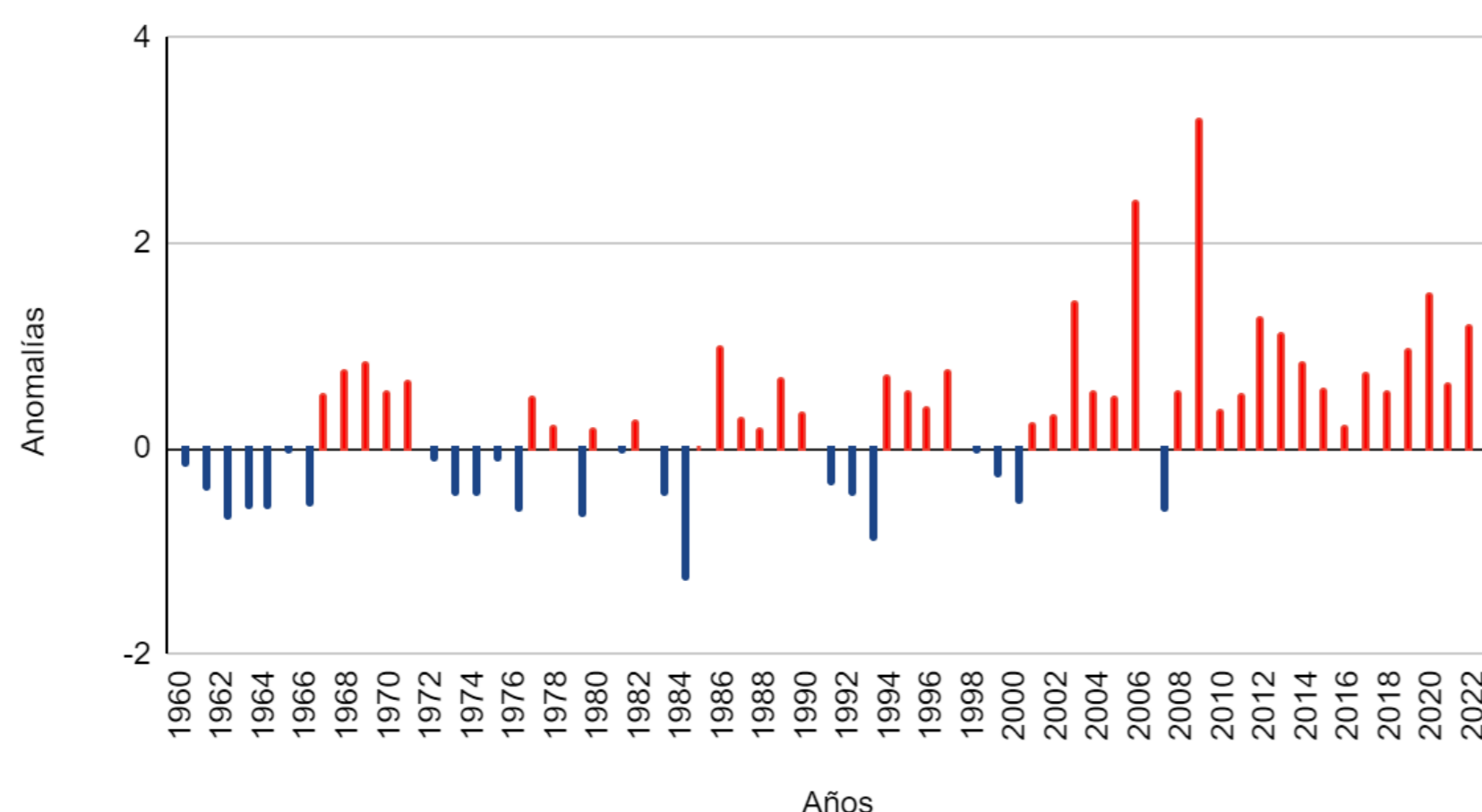


Figura 2- A) Serie temporal de temperatura mínima y tendencias, “San Luis Aero” (líneas anaranjadas) y “Villa Mercedes Aero” (líneas verdes). B) Serie temporal de temperatura máxima y tendencias, “San Luis Aero” (líneas anaranjadas) y “Villa Mercedes Aero” (líneas verdes). C) Anomalías de temperatura media “San Luis Aero” (anomalías positivas rojo, anomalías negativas azul).

Resultados

Ambas estaciones presentan tendencias positivas en sus temperaturas. “San Luis Aero” presenta un aumento de $0,1^{\circ}\text{C}$ por década en la temperatura máxima y $0,3^{\circ}\text{C}$ por década para la temperatura mínima. En “Villa Reynolds Aero” la temperatura máxima presentó un aumento de $0,08^{\circ}\text{C}$ por década, y la mínima $0,04^{\circ}\text{C}$ por década (Figura 2A, 2B). Se observó un incremento en las anomalías positivas de la temperatura media, siendo más significativo en San Luis (Figura 2C).

La estación “Villa Reynolds Aero” presenta mayor cantidad de días con heladas (3455) y menor cantidad de noches tropicales (229). En cambio, “San Luis Aero” presenta 786 días con heladas y 1461 noches tropicales (Figura 3A, 3B), determinando la existencia de una tendencia positiva en noches tropicales y tendencia negativa en la cantidad de días con heladas en esta estación.

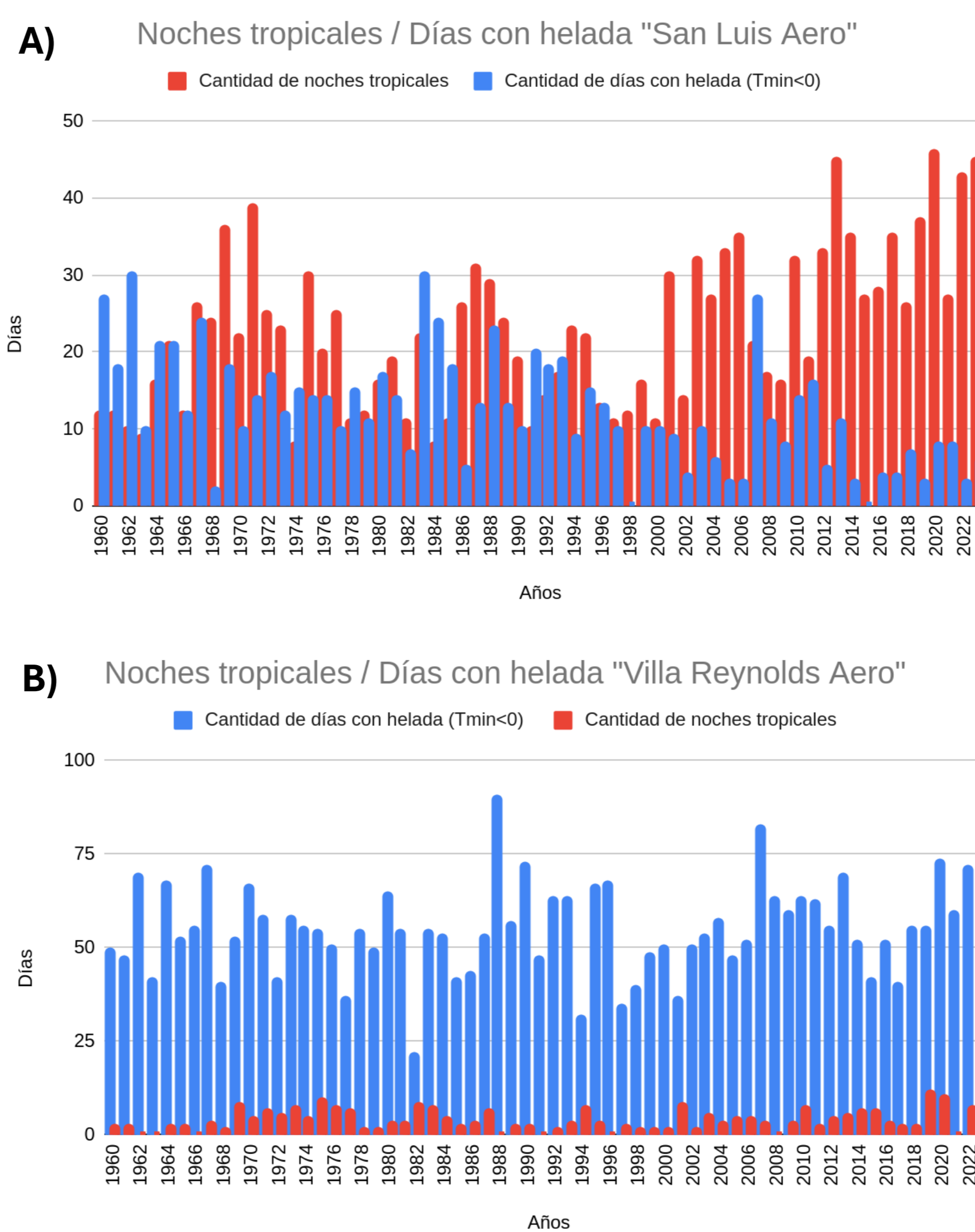


Figura 3- A) Frecuencia de días con $T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ (Noches tropicales) vs. Frecuencia de días con $T_{\min} \leq 0^{\circ}\text{C}$ (Días con heladas) “San Luis Aero”. B) Frecuencia de días con $T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ (Noches tropicales) vs. Frecuencia de días con $T_{\min} \leq 0^{\circ}\text{C}$ (Días con heladas) “Villa Reynolds Aero”.

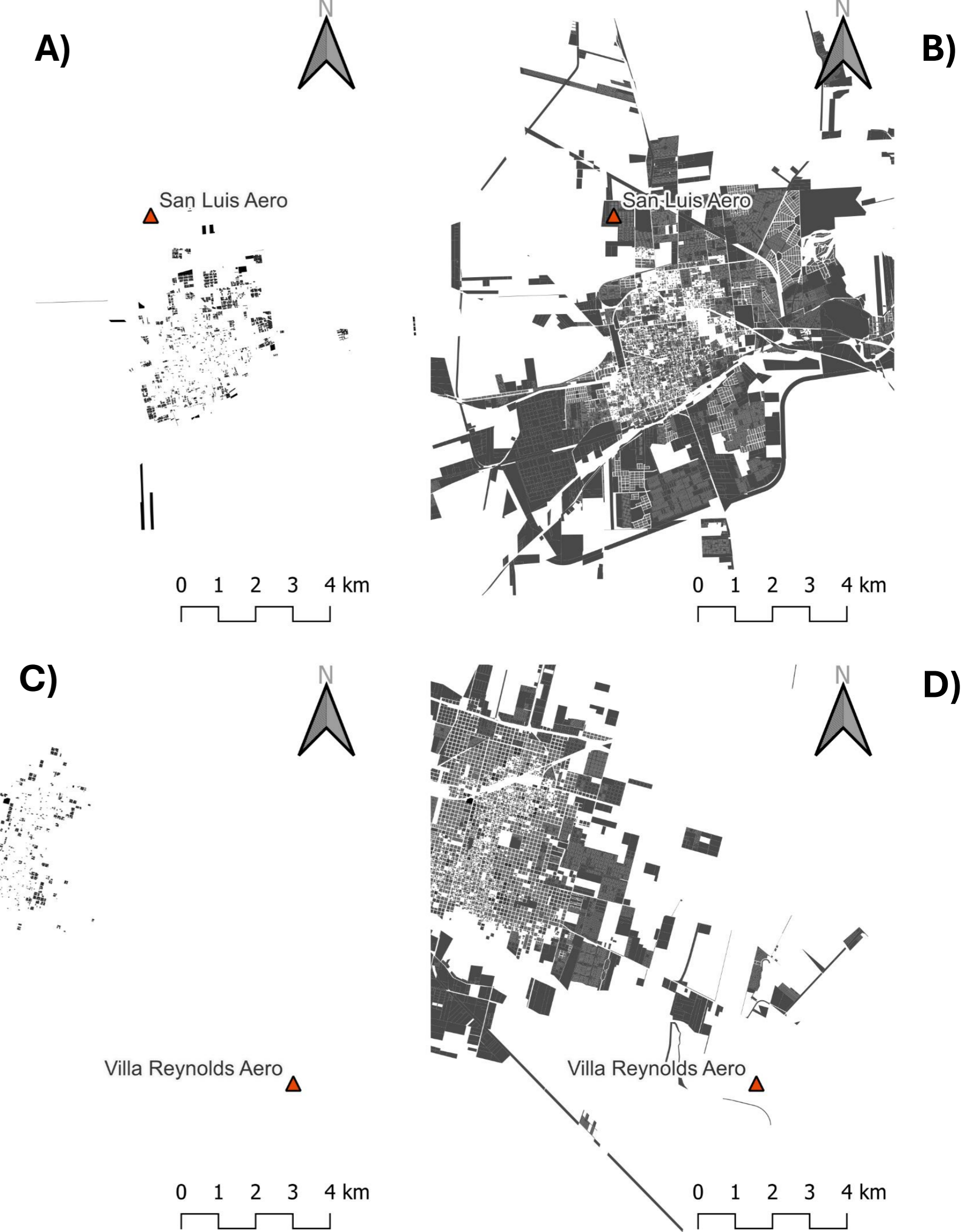


Figura 4- A) Parcelas urbana aprobada hasta 1960 localidad de San Luis. B) Parcela urbana aprobada hasta 2023 localidad de San Luis. C) Parcelas urbana aprobada hasta 1960 localidades de Villa Reynolds/Villa Mercedes. D) Parcelas urbana aprobada hasta 2023 localidades de Villa Reynolds/Villa Mercedes.

Conclusiones

En relación al crecimiento urbano-poblacional en los alrededores de cada estación, se observa que la estación de San Luis, si bien se encuentra en un extremo de la ciudad, en el periodo temporal analizado ha experimentado procesos de antropización de su entorno (tales como impermeabilización del suelo, nuevas edificaciones, cambios de uso del suelo, etc.), mientras que, por el contrario, Villa Reynolds se ha mantenido en un contexto predominantemente rural, alejado de los procesos de urbanización de Villa Mercedes (Figura 4).

Las tendencias positivas en las temperaturas en ambas estaciones evidencia el impacto del aumento en las temperaturas globales asociadas al cambio climático antropogénico. Este incremento es más pronunciado en la estación de San Luis, que se encontraría asociado a lo discutido anteriormente.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Servicio Meteorológico Nacional (S.M.N.) por la provisión de los datos utilizados en esta investigación, así como también a la Universidad Nacional de Los Comechingones (U.N.L.C.). Un especial agradecimiento al Dr. Juan Antonio Rivera y al Ing. Fernando Primo Forgoni por su colaboración; y al proyecto de investigación “Prefactibilidad de aplicación de geotermia para la optimización energética sostenible en el Valle del Conlara, San Luis” y al proyecto de extensión “Vinculación y compromiso de la UNLC ante los desafíos socioambientales” por sus aportes y financiamiento.