

Práctica empresarial en la Subsecretaría de Ambiente de la Alcaldía de Bucaramanga, como apoyo en el análisis multitemporal y geoespacial de islas de calor urbanas en la ciudad de Bucaramanga mediante el uso de imágenes satelitales Landsat 8

Daniela Stephany Rueda Salazar y Unmi Sofia Im Arismendy

Trabajo de grado para optar al título de geóloga

Director

Daniel Felipe Moreno Lozada

Magíster en Ingeniería Ambiental, Minería y Energía

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela de Geología

Geología

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

A mi mamá, Mery, mi mayor apoyo y el motor que me impulsa a luchar por mis sueños y aspiraciones. Gracias por ser mi polo a tierra, por brindarme siempre tu amor incondicional y por llenarme de motivación para seguir adelante.

Eres mi inspiración y la persona por quien me esfuerzo cada día. Este logro también es tuyo, porque sin tu amor, confianza y apoyo no habría sido posible llegar hasta aquí.

A mi papá, Ernesto, quien con su esfuerzo, sacrificio y amor hizo posible que hoy pueda cumplir este sueño. Gracias por ser mi ejemplo de optimismo, fortaleza y perseverancia; por enseñarme a ser una persona valiente y luchadora, y por demostrarme que, con fe en Dios y determinación, no existen obstáculos que puedan detenernos.

Gracias por acompañarme en este camino y enseñarme que, a pesar de las circunstancias, Dios siempre tiene la última palabra, y que cuando existe la voluntad de seguir adelante, todo es posible.

A mi hermano, Camilo, por enseñarme que el camino hacia los sueños y los logros no siempre es sencillo, que está lleno de desafíos que nos permiten crecer y fortalecernos. Gracias por demostrarme que, a pesar de las dificultades, siempre debemos seguir luchando por aquello que queremos, incluso cuando el camino implique tomar decisiones difíciles o alejarnos de personas y lugares que apreciamos.

Gracias por enseñarme el valor de la perseverancia, la valentía y la determinación, y por recordarme que ningún obstáculo debe ser más grande que nuestros sueños.

A mí, por demostrarme que soy una persona fuerte, perseverante y capaz de superar cada desafío. Por no rendirme ante las dificultades y por seguir luchando, incluso en los momentos más difíciles, hasta alcanzar este sueño que alguna vez parecía lejano. Hoy me reconozco como una luchadora y me demuestro que sí puedo lograr todo aquello que me propongo.

-Daniela Stephany Rueda Salazar

A mis papás, Ingrid y Zandro, quienes con su sacrificio, esfuerzo y trabajo duro hicieron posible que llegara hasta aquí. Porque todo lo que soy y seguiré construyendo llevará sus nombres. Porque todo será multiplicado en creces y aunque el pelo se encanece, seguiré a su lado para seguirlos amando y cuidando como hicieron conmigo.

A mis nonitos, Celina y Hernando, quienes con su profundo amor y compañía me regalaron la fuerza, porque sé que nunca falté en sus oraciones y nunca sobraron las palabras de aliento para que pudiera continuar. Ustedes son la raíz que sostendrá por siempre mi camino.

Finalmente, dedico este logro a la niña que nunca ha parado de soñar, a la persona que fui y que resistió, a quien soy hoy por todo lo que he logrado, y a la que seré mañana, para que te mantengas fuerte y valiente.

-Unmi Sofía Im Arismendy

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida, por brindarme fortaleza, sabiduría y perseverancia para superar cada desafío que se presentó durante este camino.

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Geología, por brindarme la formación académica y las herramientas necesarias para mi crecimiento profesional. A mis docentes, quienes con sus conocimientos, dedicación y enseñanzas contribuyeron a mi formación como geóloga y dejaron una huella importante en este proceso.

A Daniel Moreno, director de trabajo de grado, por su acompañamiento, orientación y apoyo, y a mi compañera de prácticas, Unmi Im, por su apoyo y compañía, durante el desarrollo de este proyecto. Gracias por compartir sus conocimientos y por guiarme en la construcción de este trabajo.

A la Subsecretaría de Ambiente de la Alcaldía de Bucaramanga, por brindarme la oportunidad de desarrollar mi práctica empresarial y fortalecer mis conocimientos en el área de los sistemas de información geográfica, la teledetección y el análisis ambiental. Gracias a todas las personas que hicieron parte de este proceso por su apoyo, confianza y enseñanzas.

A mi familia, especialmente a mis padres y mi hermano, por ser mi mayor soporte durante este camino. Gracias por su amor, paciencia, sacrificios y palabras de aliento, que me motivaron a continuar incluso en los momentos más difíciles. Este logro también es de ustedes.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, hicieron parte de este proceso y contribuyeron a que hoy pueda cumplir este sueño. Cada enseñanza, palabra de apoyo y experiencia compartida fue fundamental para llegar hasta aquí.

-Daniela Stephany Rueda Salazar

Primeramente, a Dios por la sabiduría y fortaleza que me ha brindado para concluir este proyecto de mi vida con éxito. Por permitirme volver a empezar cuando quería rendirme, por nunca dejar de sostenerme como la niña de tus ojos.

A Daniel Moreno, director de este proyecto por su orientación y guía durante este largo proceso. A mi compañera de prácticas Daniela Rueda por el apoyo y por persistir conmigo hasta el último día. Asimismo, agradezco a mi preciada alma mater y al equipo de la Subsecretaria de Ambiente y Desarrollo de la Alcaldía de Bucaramanga, por permitirnos llegar a su mesa de trabajo, orientarnos y brindarnos sus valiosos aportes que hicieron posible la ejecución de este proyecto.

A mis papás, gracias por ser promotores de mis sueños, por cada día creer y confiar en mí y mis expectativas; por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida. A mis viejitos, Doña Celina y Don Hernando la prueba del amor más grande. A toda mi familia, gracias por el amor, los valores, el cuidado, la protección, la motivación, el impulso. Gracias a todos ustedes he llegado a realizar dos de mis más grandes metas en mi vida, la culminación de mi carrera profesional y el hacerlos sentir orgullosos de esta persona que tanto los ama.

A mis dos gorditas, Ginebra y Yoko, quienes fueron compañía en las noches de desvelo, cuando la soledad tocaba la puerta, y por siempre hacer que el cansancio pesara menos.

A mis amigos Omar, Sergio, Cami, Aleja, Male, gracias por las risas, los consejos, por saber escuchar y saber estar...haberlos conocido en esta etapa de mi vida ha sido una bendición.

Al final, este logro lleva un pedacito de cada persona que me acompañó en el camino, quienes me brindaron su mano y nunca dejaron de creer en mí, a ustedes...GRACIAS.

-Unmi Sofía Im Arismendy

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción _____	15
1. Objetivos _____	18
1.1 Objetivo general _____	18
1.2 Objetivos específicos _____	18
2. Marco teórico _____	18
2.1 Islas de calor urbanas _____	18
2.1.1 Conceptos básicos _____	18
2.1.2 Factores que influyen en su formación _____	22
2.1.3 Impactos ambientales y sociales _____	26
2.2 Teledetección aplicada al estudio de las ICU _____	27
2.2.1 Conceptos y principios de la teledetección _____	27
2.2.2 Satélites y sensores utilizados _____	28
2.2.3 Temperatura superficial terrestre _____	29
2.2.4 Índice de vegetación de diferencia normalizada _____	29
2.3 Análisis geoespacial y uso de SIG _____	30
2.3.1 Definición y funciones de los SIG _____	30
2.4 Antecedentes _____	30
3. Metodología _____	33
3.1 Etapa de inicio: Planeación y diseño del proyecto _____	33

3.2 Etapa de desarrollo: Análisis y procesamiento de información	33
3.2.1 Análisis de información climática histórica	33
3.2.2 Recolección y procesamiento de imágenes satelitales	36
3.2.3 Análisis geoespacial de las ICU	42
3.2.4 Cruce con variables urbanas y ambientales	43
3.2.5 Relación contexto geológico y geomorfológico	46
3.3 Etapa de Finalización: Validación, Conclusiones y Socialización	46
4. Resultados	47
4.1 Análisis de información climática histórica	47
4.1.1 Temperatura máxima y mínima diaria	47
4.1.2 Identificación de los periodos más cálidos y fríos en Bucaramanga	49
4.2 Recolección y procesamiento de imágenes satelitales	51
4.2.1 Selección de imágenes satelitales	51
4.2.2 Distribución espacial de la temperatura superficial en el área de estudio	51
4.3 Análisis geoespacial de las ICU	53
4.3.1 Procesamiento de la información espacial y establecimiento de parámetros térmicos	53
4.3.2 Selección de barrios críticos	55
4.4 Cruce con variables urbanas y ambientales	57
4.4.1 Distribución espacial de las ICU en relación con las variables del POT	57
4.4.2 Análisis detallado por barrios priorizados	58
4.5 Relación contexto geológico y geomorfológico	65
4.5.1 Unidades litológicas y su rol en la retención de temperatura superficial	65

4.5.2 Geoformas urbanas y su influencia en la acumulación de temperatura superficial _____	68
5. Propuestas de mitigación _____	70
6. Conclusiones _____	72
7. Recomendaciones _____	73
Referencias bibliográficas _____	75
Apéndices _____	84

Lista de tablas

	Pág.
<i>Tabla 1 Bandas utilizadas del satélite Landsat 8 OLI/TIRS en el proyecto</i>	29
<i>Tabla 2 Clasificación de la intensidad de las ICU según diferencia de temperatura</i>	43
<i>Tabla 3 Variables urbanas y ambientales consideradas para el análisis de cruce de variables</i>	44
<i>Tabla 4 Clasificación de las áreas de actividad</i>	45
<i>Tabla 5 Fechas de adquisición y características de las imágenes Landsat 8 (OLI/TIRS)</i>	51
<i>Tabla 6 Extracto de barrios con diferencia térmica (>4 °C) y clasificación “Fuerte” para el año 2022</i>	54
<i>Tabla 7 Promedio de la diferencia de temperatura del periodo 2020-2024 para la identificación de la intensidad y selección de barrios con mayor diferencia térmica</i>	55
<i>Tabla 8 Propuestas de mitigación para las islas de calor urbanas: impacto esperado y nivel de prioridad</i>	71

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 Mapa de ubicación de la zona de estudio _____	16
Figura 2 Visualización efecto ICU _____	19
Figura 3 Esquema comparativo de los tipos de ICU _____	21
Figura 4 Escalas usadas en estudios de SUHI _____	22
Figura 5 Evapotranspiración, escorrentía e infiltración según la superficie _____	24
Figura 6 Factores que influyen en el fenómeno _____	26
Figura 7 Línea del tiempo de antecedentes investigativos de las ICU _____	32
Figura 8 Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas _____	34
Figura 9 Diagrama de proceso para la estimación de la LST a partir de imágenes Landsat 8 _	38
Figura 10 Gráficos representativos del cálculo de la TMax y TMin diaria para las estaciones del Área Metropolitana de Bucaramanga _____	48
Figura 11 Variación mensual de temperaturas diarias máximas, mínimas en tres estaciones meteorológicas del Área Metropolitana de Bucaramanga _____	50
Figura 12 Mapa de la variación temporal de la temperatura superficial en Bucaramanga (2020–2024) _____	52
Figura 13 Mapa de clasificación térmica de las ICU en los barrios de Bucaramanga _____	56
Figura 14 Mapa de relación espacial entre la intensidad térmica y las variables urbanas y ambientales _____	57
Figura 15 Mapa de cruce de variables urbanas con el barrio Granada, y sus características relacionadas a las ICU. _____	59

Figura 16	Mapa de cruce de variables urbanas con el barrio Kennedy y sus características relacionadas a las ICU	60
Figura 17	Mapa de cruce de variables urbanas con el barrio Gaitán, y sus características relacionadas a las ICU.	62
Figura 18	Mapa de cruce de variables urbanas con el barrio Chapinero, y sus características relacionadas a las ICU.	63
Figura 19	Mapa de cruce de variables urbanas con el barrio San Francisco, y sus características relacionadas a las ICU.	64
Figura 20	Mapa geológico de área urbana de Bucaramanga con los barrios que presentan el fenómeno de las ICU con una intensidad fuerte	66
Figura 21	Mapa geomorfológico del área urbana de Bucaramanga con los barrios que presentan el fenómeno de las ICU con una intensidad fuerte	68

Lista de Apéndices

Pág.

Apéndice A	Tablas de la diferencia de temperatura con la clasificación de intensidad del periodo 2020-2024.	84
Apéndice B	Tabla con el promedio de la diferencia de temperatura del periodo 2020-2024	89

Resumen

Título: Práctica empresarial en la Subsecretaría de Ambiente de la Alcaldía de Bucaramanga, como apoyo en el análisis multitemporal y geoespacial de islas de calor urbanas en la ciudad de Bucaramanga mediante el uso de imágenes satelitales Landsat 8.

Autor: Daniela Stephany Rueda Salazar y Unmi Sofia Im Arismendy

Palabras clave: islas de calor urbanas, temperatura superficial terrestre, teledetección, Landsat, análisis geoespacial.

Descripción: El fenómeno de las islas de calor urbanas (ICU) se manifiesta como un incremento sostenido de la temperatura superficial terrestre (LST) en entornos urbanos respecto a las áreas rurales circundantes. En Bucaramanga, la densificación urbana y la reducción de la cobertura vegetal han intensificado este fenómeno. Por lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo analizar las islas de calor urbanas (ICU) en el área urbana de Bucaramanga mediante el procesamiento y análisis de información geoespacial, como parte del convenio interinstitucional entre la Universidad Industrial de Santander y la Alcaldía de Bucaramanga, contribuyendo a la generación de productos cartográficos y análisis ambientales para la Subsecretaría de Ambiente de esta entidad.

El estudio se desarrolló en cinco etapas. En primer lugar, se analizaron registros históricos de temperatura de tres estaciones meteorológicas del Área Metropolitana correspondientes al periodo 2000–2025, a fin de identificar los meses con temperaturas más altas y definir el marco temporal del análisis satelital. Segundo, se descargaron y procesaron imágenes satelitales Landsat 8 en el periodo 2020–2024, calculando la LST con el propósito de cuantificar la distribución espacial del calor urbano. Tercero, se realizó un análisis geoespacial para identificar los barrios afectados, calculando la diferencia térmica entre cada barrio y el promedio urbano. Cuarto, los resultados se cruzaron con variables del POT centrándose en los 5 barrios de mayor intensidad térmica, para evaluar la incidencia de la planificación urbana sobre las ICU. Quinto, se analizó el contexto geológico y geomorfológico para comprender cómo el sustrato y la forma del terreno condicionan el comportamiento térmico.

Los resultados permitieron identificar 17 barrios clasificados con intensidad fuerte de las ICU, localizados principalmente en los sectores del centro de Bucaramanga, destacándose Granada, Kennedy y Gaitán como las zonas con mayores diferencias térmicas. Asimismo, se evidenció que las áreas con mayor actividad comercial y menor cobertura vegetal presentan temperaturas más elevadas, mientras que los parques y zonas verdes contribuyen al enfriamiento local. Finalmente, con base en los hallazgos obtenidos, se plantearon estrategias de mitigación orientadas al fortalecimiento de la infraestructura verde, la gestión sostenible del espacio público, la educación ambiental y la promoción de incentivos para la adaptación urbana frente a las ICU

*Trabajo de grado

**Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología. Director Daniel Felipe Moreno Lozada.

Abstract

Title: Business internship at the Environmental Department of the Bucaramanga City Hall, as support in the multitemporal and geospatial analysis of urban heat islands in the city of Bucaramanga through the use of Landsat 8 satellite imagery.

Author: Daniela Stephany Rueda Salazar; Unmi Sofía Im Arismendy

Key Words: urban heat islands, land surface temperature, remote sensing, Landsat, geospatial analysis

Description: The phenomenon of urban heat islands (UHI) manifests as a sustained increase in land surface temperature (LST) in urban environments compared to the surrounding rural areas. In Bucaramanga, urban densification and the reduction of vegetation cover have intensified this phenomenon. Therefore, the objective of this work was to analyze urban heat islands (UHI) in the urban area of Bucaramanga through the processing and analysis of geospatial information, as part of the inter-institutional agreement between the Industrial University of Santander and the Bucaramanga City Hall, contributing to the generation of cartographic products and environmental analysis for the Environmental Department of this entity.

The study was carried out in five stages. First, historical temperature records from three meteorological stations in the Metropolitan Area covering the period 2000–2025 were analyzed to identify the months with the highest temperatures and to define the temporal framework for the satellite analysis. Second, Landsat 8 satellite images from the period 2020–2024 were processed, calculating the LST to quantify the spatial distribution of urban heat. Third, a geospatial analysis was conducted to identify the affected neighborhoods by calculating the thermal difference between each neighborhood and the urban average. Fourth, the results were cross-referenced with variables from the Land Use Plan (POT), focusing on the 5 neighborhoods with the highest thermal intensity, to assess the influence of urban planning on UHIs. Fifth, the geological and geomorphological context was analyzed to understand how the substrate and terrain morphology condition thermal behavior.

The results made it possible to identify 17 neighborhoods classified as having strong UHI intensity, located primarily in the central districts of Bucaramanga, with Granada, Kennedy, and Gaitán standing out as the areas with the greatest thermal differences. It was also evidenced that areas with higher commercial activity and lower vegetation cover exhibit higher temperatures, while parks and green spaces contribute to local cooling. Finally, based on the findings obtained, mitigation strategies were proposed aimed at strengthening green infrastructure, sustainable management of public space, environmental education, and the promotion of incentives for urban adaptation to UHIs.

*Bachelor Thesis

**Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología. Director Daniel Felipe Moreno Lozada.

Introducción

El crecimiento urbano acelerado y la transformación del paisaje natural han dado lugar a múltiples problemáticas ambientales que afectan el equilibrio climático de las ciudades. Entre ellas, las islas de calor urbano (ICU) se han consolidado como uno de los fenómenos microclimáticos más representativos del impacto de la urbanización sobre el ambiente local (Stewart & Mills, 2021). Estas se manifiestan como zonas donde la temperatura del aire y de la superficie es significativamente mayor que en las áreas rurales circundantes (Córdova, 2011), debido a la pérdida de cobertura vegetal, la expansión de superficies impermeables y la concentración de actividades humanas que generan y retienen calor (Weng, 2009; Lee & Kim, 2022).

En la última década, la ciudad de Bucaramanga ha experimentado una expansión urbana sostenida, acompañada por procesos de densificación y cambios en el uso del suelo que han modificado de manera significativa su estructura térmica (Ramírez Mosquera, 2024). La sustitución de áreas verdes por edificaciones, el incremento del tráfico vehicular y el desarrollo de infraestructuras con materiales de alta capacidad calorífica han favorecido la formación de temperaturas muy cálidas en distintos sectores de la ciudad (Gualdrón Díaz, 2023), alterando el confort térmico y la calidad de vida de los habitantes (Castillo Ortiz & Méndez Gómez, 2024).

Bucaramanga, capital del departamento de Santander, se localiza en el nororiente de Colombia, sobre la Cordillera Oriental de los Andes, entre las coordenadas 7°5' de latitud norte y 73°7' de longitud oeste, a una altitud promedio de 959 metros sobre el nivel del mar. El municipio limita al norte con Rionegro, al sur con Floridablanca, al oriente con Matanza y al occidente con Girón. En la Figura 1 se presenta el mapa de ubicación del área de estudio, donde se observa la localización del municipio dentro del contexto departamental y nacional.

Figura 1*Mapa de ubicación de la zona de estudio*

Nota. El área de estudio es la zona urbana de Bucaramanga. Se destacan los límites municipales y la extensión del área urbana analizada. También se incluyen mapas de localización a nivel nacional y departamental para mayor contexto geográfico. Elaboración propia.

La Subsecretaría de Ambiente de la Alcaldía de Bucaramanga, en articulación con la Universidad Industrial de Santander (UIS), ha promovido el proyecto enfocado en el estudio de las ICU en la ciudad de Bucaramanga, del cual este trabajo de grado forma parte. El proyecto busca integrar el análisis del territorio con la interpretación de variables físicas, térmicas y superficiales derivadas de sensores remotos, fortaleciendo la comprensión de las interacciones entre la cobertura terrestre, el uso del suelo y los patrones de temperatura, para la toma de decisiones. Asimismo, este estudio se enmarca en los lineamientos de la Política Pública Ambiental de Bucaramanga, la cual reconoce el cambio climático como un eje estratégico para la gestión ambiental del municipio

y promueve la generación de información técnica y científica que contribuya a la planificación territorial, la adaptación climática y la formulación de estrategias para la conservación y el uso sostenible del territorio (Alcaldía de Bucaramanga, 2023).

El enfoque geoespacial del estudio se sustenta en el uso de imágenes satelitales Landsat 8, mediante las cuales se estiman indicadores clave como la temperatura superficial terrestre (LST) y el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI). Estos parámetros permiten analizar la relación entre la cobertura vegetal y la distribución térmica en distintos sectores urbanos, identificar los focos de calor más intensos y evaluar su evolución temporal entre 2020 y 2024. Los resultados obtenidos se integrarán en un entorno de Sistemas de Información Geográfica (SIG), lo que facilitará la elaboración de cartografía temática y diagnósticos técnicos de utilidad para la gestión ambiental municipal.

Los productos generados, como los mapas térmicos, la caracterización de ICU y las propuestas de mitigación, constituirán insumos fundamentales para el Observatorio Ambiental de Bucaramanga (OAB), fortaleciendo el monitoreo climático y la planificación urbana sostenible. De igual manera, la metodología propuesta podrá ser replicada en otros municipios y/o ciudades, contribuyendo a la construcción de una base regional de conocimiento sobre los impactos térmicos urbanos y su relación con el cambio climático.

Finalmente, este trabajo busca aportar una mirada geológica y territorial al fenómeno de las ICU, entendiendo que los procesos de urbanización no solo transforman el paisaje físico, sino también las condiciones energéticas y ambientales del suelo. A través del análisis multitemporal y geoespacial, se espera generar evidencia científica que sustente la formulación de estrategias integrales de mitigación y adaptación al cambio climático, orientadas hacia la construcción de una Bucaramanga más resiliente y ambientalmente equilibrada.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Brindar apoyo a la Subsecretaría de Ambiente en el proceso de medición y análisis de las ICU en la ciudad de Bucaramanga, mediante la integración y recopilación de datos climáticos, el procesamiento de imágenes satelitales Landsat y el uso de herramientas de SIG, con el fin de identificarlas y proponer medidas de mitigación.

1.2 Objetivos específicos

Analizar las tendencias y la variabilidad temporal de la temperatura máxima y mínima mediante la recopilación y el procesamiento de datos meteorológicos históricos.

Descargar y procesar imágenes satelitales para la detección, identificación y mapeo de zonas con mayor intensidad térmica en el área urbana.

Realizar análisis geoespacial para caracterizar las ICU en términos de su extensión, distribución y correlación con los patrones de uso y cobertura del suelo.

Desarrollar y proponer estrategias de mitigación, con el propósito de reducir los efectos del fenómeno ICU en la ciudad de Bucaramanga.

2. Marco teórico

2.1 Islas de calor urbanas

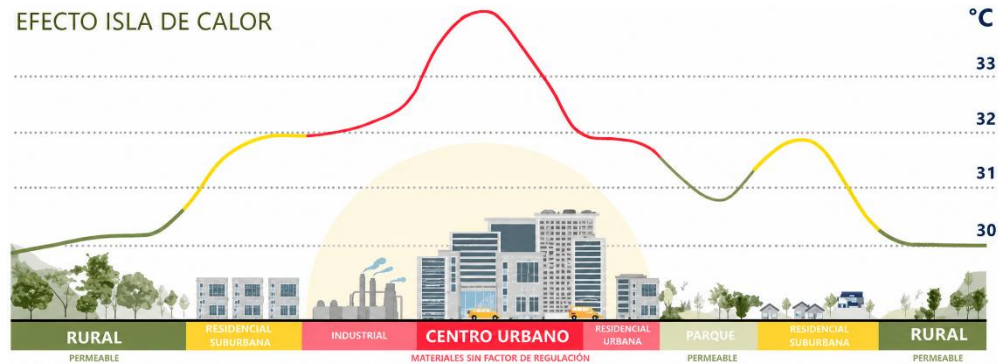
2.1.1 Conceptos básicos

Una isla de calor urbana (ICU) es un fenómeno climático que se manifiesta localmente en urbanizaciones, donde las temperaturas atmosféricas o superficiales son significativamente más altas que en áreas rurales. Este comportamiento se debe principalmente a la reducción de zonas verdes, la geometría urbana y las propiedades térmicas de los materiales de construcción, razones que causan que se retenga más radiación solar que en las superficies naturales, reduciendo la

evapotranspiración y aumentando el almacenamiento y liberación de calor en urbes (Stewart & Mills, 2021). Como lo ilustra la Figura 2, este fenómeno genera un contraste térmico entre las áreas urbanas y rurales, donde en entornos construidos se intensifican las temperaturas locales.

Figura 2

Visualización efecto ICU



Nota. Se muestra el efecto de las ICU, donde las zonas urbanas, especialmente el centro urbano, registran mayores temperaturas debido a la falta de vegetación y materiales impermeables. En contraste, las áreas rurales y verdes mantienen temperaturas más bajas por su capacidad de regulación térmica. Tomado de Gualdrón Díaz (2023).

Según Ramírez Mosquera (2024) las ICU presentan ciertas características que la definen, estas son: La temperatura de la superficie generada por la radiación solar calentando la superficie urbana, varía según las propiedades de los materiales que suelen ser usados en construcción; la temperatura del aire es cuando se calienta la urbe, en consecuencia lo que se conoce como microclima urbano, también se eleva y por último, el constante crecimiento urbano es responsable de que las ICU se extiendan e intensifiquen.

A lo largo de los años, las ICU han sido clasificadas por diferentes autores y dependiendo de las variables que se analicen, como la temperatura del aire, de la superficie o del subsuelo; para el presente estudio se retoma la clasificación propuesta por Stewart y Mills, 2021, que distingue

cuatro tipos principales de ICU: a nivel de dosel (CUHI), límite (BUHI), superficie (SUHI) y sustrato (GUHI).

ICU a nivel de dosel o atmosférica (Canopy Urban Heat Island - CUHI): Basada en la temperatura del aire cerca de las superficies y medida por debajo de la altura de los edificios.

ICU a nivel límite (Boundary Urban Heat Island - BUHI): La temperatura del aire medida por encima de la altura de los edificios en las urbes.

ICU superficiales (Surface Urban Heat Island - SUHI): Se basa en la temperatura del entorno urbano superficial, por ejemplo, los tejados, las paredes, el suelo.

ICU del sustrato (Geology Urban Heat Island - GUHI): centrada en la temperatura del suelo, por debajo de la superficie.

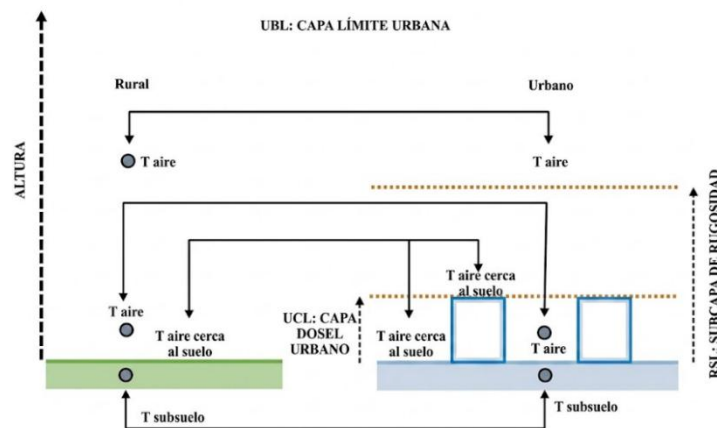
Para poder entender cada uno de los tipos de ICU, se presenta en la Figura 3, un esquema comparativo que permite visualizar cómo varía la temperatura en distintas partes del suelo y el aire, en dos entornos específicos: el rural, donde se presentan temperaturas más bajas en todos los niveles en comparación con el urbano, las flechas en la imagen señalan donde se mide la temperatura y además se identifican las capas características de las ICU, como la capa del dosel urbano (UCL), la cual indica la parte entre los edificios, por ejemplo, zonas residenciales donde se siente el calor directamente; la subcapa de rugosidad (RSL), ubicada justo encima de los edificios; y finalmente la capa límite urbana (UBL), donde el aire no está tan influenciado directamente por la ciudad.

En el presente estudio se analizan específicamente las SUHI y las CUHI. La selección de estos dos tipos se fundamenta, por un lado, en que la SUHI puede ser estimada mediante teledetección a partir del cálculo de la LST, permitiendo caracterizar de manera espacial y multitemporal el comportamiento térmico de la ciudad (Zhou et al., 2014). Por otro lado, la CUHI

se relaciona directamente con la experiencia térmica de la población, dado que representa el aumento de la temperatura del aire en la capa urbana donde se desarrollan las actividades humanas cotidianas; su análisis se realiza mediante la comparación de datos meteorológicos entre zonas urbanas y estaciones rurales cercanas (Stewart & Mills, 2021).

Figura 3

Esquema comparativo de los tipos de ICU



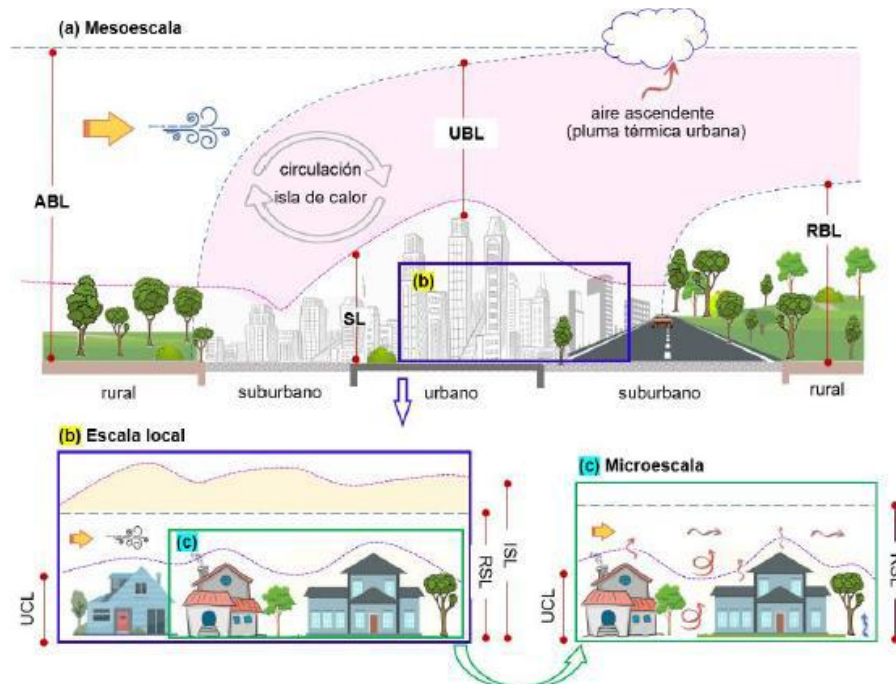
Nota. El esquema compara los tipos de las ICU en entornos rurales y urbanos, diferenciando entre la capa límite urbana (UBL) y la capa del dosel urbano (UCL). Se observan variaciones térmicas en el aire, cerca del suelo y en el subsuelo, influenciadas por la morfología urbana y la rugosidad superficial. Adaptado de Stewart y Mills (2021).

Según Garzón Barrero (2023), para el análisis de las ICU, especialmente del tipo superficial, se requiere considerar la escala de observación, ya que esta condiciona el nivel de detalle, la resolución y el tipo de información climática. Como se muestra en la Figura 4, los estudios se pueden realizar en tres niveles: mesoescala, escala local y microescala. La mesoescala toma en cuenta la meteorología y climatología urbana y la resolución de estudio se trabaja en kilómetros; la escala local es la que modela este fenómeno a partir de técnicas de teledetección para analizar la LST y poder obtener información de la cobertura y uso del suelo, y la microescala

diferencia los microclimas urbanos a partir de la estructura urbana, es decir, edificios, árboles, calles, parques, jardines, etc.

Figura 4

Escalas usadas en estudios de SUHI



Nota. Se ilustran las diferentes escalas espaciales empleadas en los estudios de las SUHI: mesoescala, escala local y microescala. Cada una permite analizar procesos atmosféricos y térmicos específicos desde zonas rurales hasta áreas urbanas. Tomado de Garzón Barrero (2023).

En el caso de este estudio, el análisis se desarrolla principalmente a escala local, ya que se emplean imágenes satelitales Landsat para estimar la LST y el NDVI; esta escala permite observar el comportamiento térmico a nivel urbano con la posibilidad de relacionar la variación espacial de la temperatura con la configuración del territorio.

2.1.2 Factores que influyen en su formación

El aumento de las ICU es un fenómeno que se manifiesta en distintas partes del mundo y ha sido estudiado a causa de los impactos ambientales y energéticos. Múltiples autores coinciden

en que factores como la pérdida de cobertura vegetal, la urbanización acelerada y el cambio del uso del suelo son las principales causas de su aparición (Fu et al., 2024; Zhou et al., 2014).

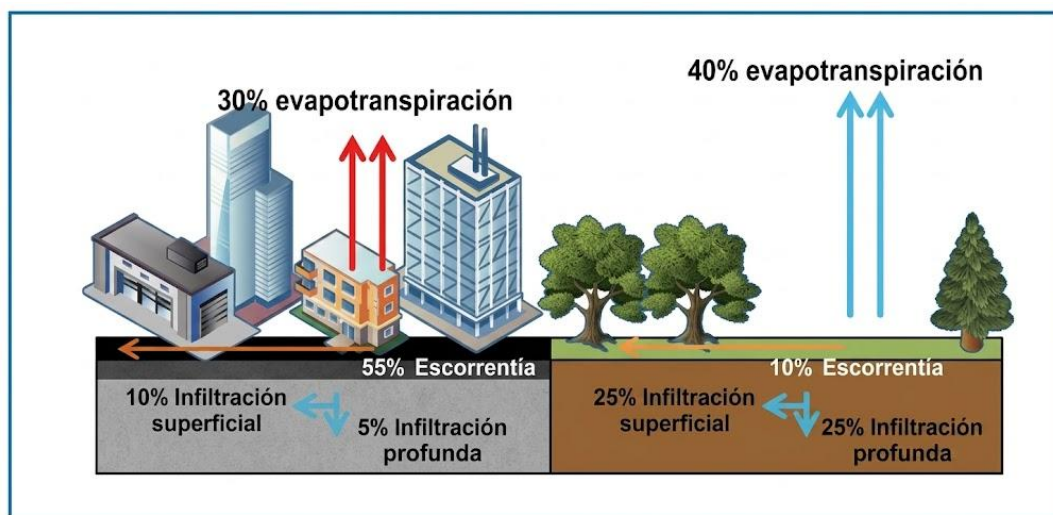
En este contexto, el crecimiento y asentamiento de la población en zonas previamente no urbanizadas aumentan este fenómeno. Arana Mallma (2018) ha observado que, en Perú, el fenómeno de las ICU aumenta con el tamaño de la ciudad y es directamente proporcional al tamaño de la mancha urbana. Asimismo, el centro urbano, caracterizado por mayor densidad de edificaciones, pavimentos y menor cobertura vegetal, exhibe temperaturas notablemente más altas que las zonas rurales (Garzón Barrero, 2023). Este efecto está relacionado al uso de materiales impermeables que acumulan el calor, por lo cual las ICU son producto de las superficies y materiales de construcción en la ciudad, teniendo una mayor intensidad en zonas con alta densidad de edificios (Cristian Salas & Daniel Coy, 2019). Del mismo modo, la redensificación y compactación de los espacios intraurbanos con materiales impermeables aumentan la retención de energía térmica, ocasionando problemas en la salud, economía y medioambiente (Carvajal Téllez, 2020).

El reemplazo de la cobertura vegetal por superficies impermeables, como concreto, asfalto, ladrillo y otros materiales de construcción, es uno de los factores más significativos en la formación de las ICU. La vegetación enfría el entorno mediante la generación de sombra y la regulación del microclima a través de la evapotranspiración, por lo que su ausencia se asocia a temperaturas más elevadas y a un aumento de la temperatura superficial (Garzón Barrero, 2023; Mercado Maldonado & Marincic Lovriha, 2023). Este fenómeno aumenta con el uso de materiales de construcción de bajo albedo, ya que estos absorben grandes cantidades de radiación solar durante el día y la liberan como calor al entorno urbano durante la noche, lo cual impide el enfriamiento natural y prolonga la acumulación de calor (Aragón et al., 2020; Basurto Villafuerte, 2022).

Asimismo, las superficies impermeables alteran el balance hídrico superficial, pues limitan la infiltración, aumentan la escorrentía y disminuyen la evapotranspiración, lo cual disminuye los procesos naturales de regulación térmica (Figura 5). Cuando la radiación electromagnética incide sobre una superficie, es devuelta al entorno mediante el fenómeno de reflexión, otra parte atraviesa el material y se transmite al interior de las estructuras, y el resto es absorbido, almacenando calor que incrementa la temperatura del material y del ambiente inmediato (María Sánchez, 2023).

Figura 5

Evapotranspiración, escorrentía e infiltración según la superficie



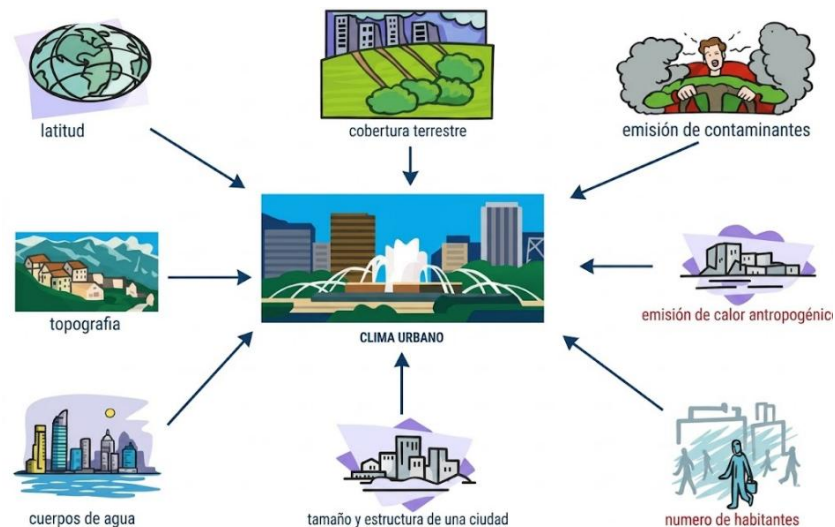
Nota. Compara el balance hídrico en superficies urbanas y naturales, mostrando cómo la urbanización reduce la evapotranspiración e infiltración, mientras incrementa la escorrentía superficial. Tomado de Hernández Pedraza (2013).

La radiación solar es la principal fuente de energía térmica que incide sobre las superficies urbanas. Estas absorben el calor, almacenándolo como calor sensible y latente. Las superficies impermeables, como el asfalto, y materiales con alta capacidad calorífica, como concreto y ladrillo, retienen calor durante el día y lo transmiten lentamente al ambiente durante la noche (Garzón

Barrero, 2023). Sin embargo, los vehículos y las zonas industriales representan fuentes importantes de calor antropogénico, causado por la combustión fósil y procesos de producción.

Otro factor que influye en el aumento de las ICU es la densidad constructiva. Garzón Barrero (2023) señala que la expansión del suelo urbano, la disminución de cuerpos de agua y cubierta vegetal, y la intensificación de las actividades humanas aceleran la acumulación de calor antropogénico. Sostiene que la alta densidad de edificación reduce la ventilación natural y promueve la acumulación de calor, intensificando el efecto de las ICU. Adiciona que las zonas de alta densidad constructiva tienden a registrar temperaturas más elevadas debido a la mayor acumulación de calor en las superficies construidas y la menor presencia de vegetación. Por otro lado, María Belén Sosa (2018) incluye que la relación entre la densidad construida y el aumento de la temperatura no es lineal, sino que la morfología de la ciudad es más importante que la densidad de lo construido.

Se han determinado diferentes factores que influyen en el fenómeno (Figura 6). Según Carvajal Téllez (2020), la contaminación atmosférica incrementa el efecto invernadero local, favoreciendo el almacenamiento térmico y en áreas con relieve cerrado o en valles, se reduce la circulación de aire, intensificando las ICU. A su vez, plantea que el ambiente tropical presenta una alta incidencia de radiación solar, lo que potencia la formación de las ICU, y la compacidad junto con la densidad urbana determina la magnitud del calor almacenado, así como la eficiencia de ventilación. Garzón Barrero (2023) agrega que la presencia de cuerpos de agua reduce significativamente la temperatura local. El clima urbano también es afectado por el número de habitantes, debido a que el crecimiento de la población urbana acelera la demanda de servicios, infraestructura y consumo energético, todos vinculados al incremento térmico.

Figura 6*Factores que influyen en el fenómeno*

Nota. El esquema muestra los principales factores que inciden en la formación del clima urbano, como la cobertura terrestre, la topografía, la presencia de cuerpos de agua, la emisión de contaminantes y de calor antropogénico, así como el tamaño y número de habitantes de la ciudad. Adaptado de Wypych (2007).

2.1.3 Impactos ambientales y sociales

Los efectos con mayor registro asociados a las ICU son los riesgos respiratorios y cardiovasculares, al generarse fenómenos sanitarios. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha advertido que las olas de calor urbana están aumentando en frecuencia, duración e intensidad afectando no solo la productividad laboral sino constituyendo una amenaza creciente para la salud pública, incrementando la morbilidad y mortalidad por enfermedades cardiovasculares y respiratorias en poblaciones vulnerables, y se relaciona con episodios de calima y el smog cuyos efectos han sido documentados en estudios previos ante este fenómeno (Córdova, 2011; Vargo et al., 2016)

Estos eventos son consecuencia directa del aumento de temperaturas, que a su vez intensifica temporadas de sequía elevando la ocurrencia y magnitud de los incendios forestales. Por su parte, Lee y Kim (2022) señalan que al incrementar la cobertura arbórea es posible disminuir la temperatura del aire en 0,5-0,8 °C mejorando el microclima urbano y favoreciendo las condiciones para la flora local. En contraste, la pérdida de zonas verdes aumenta la vulnerabilidad ecosistémica, lo que podría conllevar la desaparición progresiva de especies sensibles al calor.

En el departamento de Santander, Colombia, según el estudio realizado por ICLEI América del Sur et al. (2023), la ciudad de Bucaramanga se encuentra entre uno de los 3 mayores municipios con mayor riesgo por cambio climático, las ICU en esta zona presentan un incremento entre 2 y 3 grados centígrados en los últimos 20 años no solo por falta de planeación urbana sino también por deforestación excesiva y por el crecimiento descontrolado de la cabecera municipal, la ocurrencia de este fenómeno aumenta en los meses de abril y octubre. Aunque en el estudio se identifican algunos sectores del municipio con menor riesgo al aumento térmico, la probabilidad de que se incremente la temperatura superficial por efecto de ICU es alta; si bien ciertos factores pueden mitigar el riesgo en zonas específicas, la amenaza climática (que se encuentra identificada) puede persistir, y se prevé que, de no intervenir oportunamente, el fenómeno se intensifique en frecuencia y magnitud.

2.2 Teledetección aplicada al estudio de las ICU

2.2.1 Conceptos y principios de la teledetección

La teledetección resulta una herramienta fundamental para el análisis ambiental y urbano, ya que permite obtener información de la superficie terrestre sin tener una interacción física con ella (Tiwari et al., 2023). En este contexto, la teledetección facilita la estimación de la LST, la

identificación de patrones térmicos y permite evaluar la relación entre el suelo, la vegetación y el comportamiento térmico de la ciudad (Jensen, 2009; Weng, 2009).

Esta herramienta se basa en la captura, medición e interpretación de energía electromagnética que es reflejada o emitida por elementos de la superficie terrestre, esta puede ser registrada por diferentes métodos de teledetección; existen los sensores ópticos, los cuales registran radiación visible e infrarroja reflejada por la superficie, mientras que los sensores térmicos detectan radiación emitida por objetos debido a su temperatura (Matthaeis, 2020).

2.2.2 Satélites y sensores utilizados

Para el monitoreo ambiental, los programas satelitales Landsat desarrollados por la NASA y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) son una de las principales fuentes de información. En particular, Landsat 8 dispone de sensores como el Operational Land Imager (OLI) y el Thermal Infrared Sensor (TIRS), que proporcionan cobertura estacional de la masa continental global a una resolución espacial de 30 metros por medio de las bandas del infrarrojo cercano (visible, NIR, SWIR); 100 metros para el térmico (TIR); y 15 metros (pancromático). Este se lanzó el 11 de febrero de 2013 desde la base aérea Vandenberg, California, en un cohete Atlas-V 401, con el carenado de carga útil extendido (EPF). Inicialmente se llamaba Misión de Continuidad de Datos Landsat (LDCM), al completarse la calibración en órbita el 30 de mayo de 2013, pasó a ser Landsat 8 y quedó bajo la operación del USGS, que se encarga de la gestión de datos en el centro EROS (Earth Resources Observation and Science Center; NASA, 2023).

Entre sus múltiples aplicaciones, destacan la agricultura, la gestión de recursos hídricos, el estudio de ecosistemas, la planificación territorial y el análisis climático. De las once bandas de Landsat 8, en este proyecto se usaron 3 de ellas, la explicación de estas está condensada en la Tabla 1.

Tabla 1*Bandas utilizadas del satélite Landsat 8 OLI/TIRS en el proyecto*

Banda	Rango espectral	Uso en el estudio	Aplicaciones adicionales
Banda 4 (Rojo)	0.64 – 0.67 μm	Empleada junto con la Banda 5 para el cálculo del NDVI.	Agricultura, monitoreo de bosques, análisis de degradación y desertificación.
Banda 5 (NIR – Infrarrojo Cercano)	0.85 – 0.88 μm	Permite identificar vegetación activa y niveles de humedad, complementando la interpretación del NDVI.	Delimitación de cuerpos de agua, estudios de vigor vegetal.
Banda 10 (TIRS – Infrarrojo Termal)	10.60 – 11.19 μm	Utilizada para calcular la Temperatura Superficial Terrestre (LST).	Monitoreo de incendios, volcanes, procesos de evapotranspiración y estudios climáticos.

Nota. Las bandas seleccionadas integran la información espectral y térmica para el análisis. La combinación de las bandas 4 y 5 se emplea para el cálculo del NDVI y así evaluar la cobertura vegetal, mientras que la banda 10 se utiliza para estimar la LST. Adaptado de NASA (2023).

2.2.3 Temperatura superficial terrestre

La temperatura superficial terrestre (LST) representa la temperatura radiométrica emitida por la superficie terrestre. El cálculo de la LST implica varias etapas: la conversión de valores digitales de las imágenes satelitales a radiancia espectral y conversión de radiancia espectral a temperatura de brillo; seguido del cálculo de NDVI, el porcentaje de vegetación y la estimación de la emisividad superficial, que depende del tipo de material o cobertura. (Qin et al., 2001; Sobrino et al., 2004).

2.2.4 Índice de vegetación de diferencia normalizada

El NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) es un indicador espectral que mide la reflectancia del NIR para evaluar la cantidad y vigor de la vegetación fotosintéticamente activa (Hyndavi et al., 2019; Jeevalakshmi et al., 2016). Se obtiene a partir de la diferencia entre la reflectancia de la vegetación (NIR) y la luz roja, que la vegetación absorbe (RED) mediante la fórmula $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$.

El resultado es valores que oscilan entre -1 y 1, que corresponden a vegetación densa y saludable (cerca de 1), mientras que los valores bajos o negativos corresponden a suelos descubiertos, áreas construidas o cuerpos de agua (Hyndavi et al., 2019; Joon & Jin-Duk, 2017). Existe una relación inversa entre el NDVI y LST, ya que a medida que el NDVI aumenta, la LST tiende a disminuir, debido a varios factores: las plantas tienden a liberar agua por un proceso llamado transpiración enfriando el aire que circula, además la vegetación proporciona sombra, lo que reduce la cantidad de radiación solar que llega a la superficie y finalmente estas superficies tienen un albedo más bajo, lo que significa que no se calientan tanto como las superficies urbanas y terminan contribuyendo a registros de temperaturas más bajas (Weng et al., 2004).

2.3 Análisis geoespacial y uso de SIG

2.3.1 Definición y funciones de los SIG

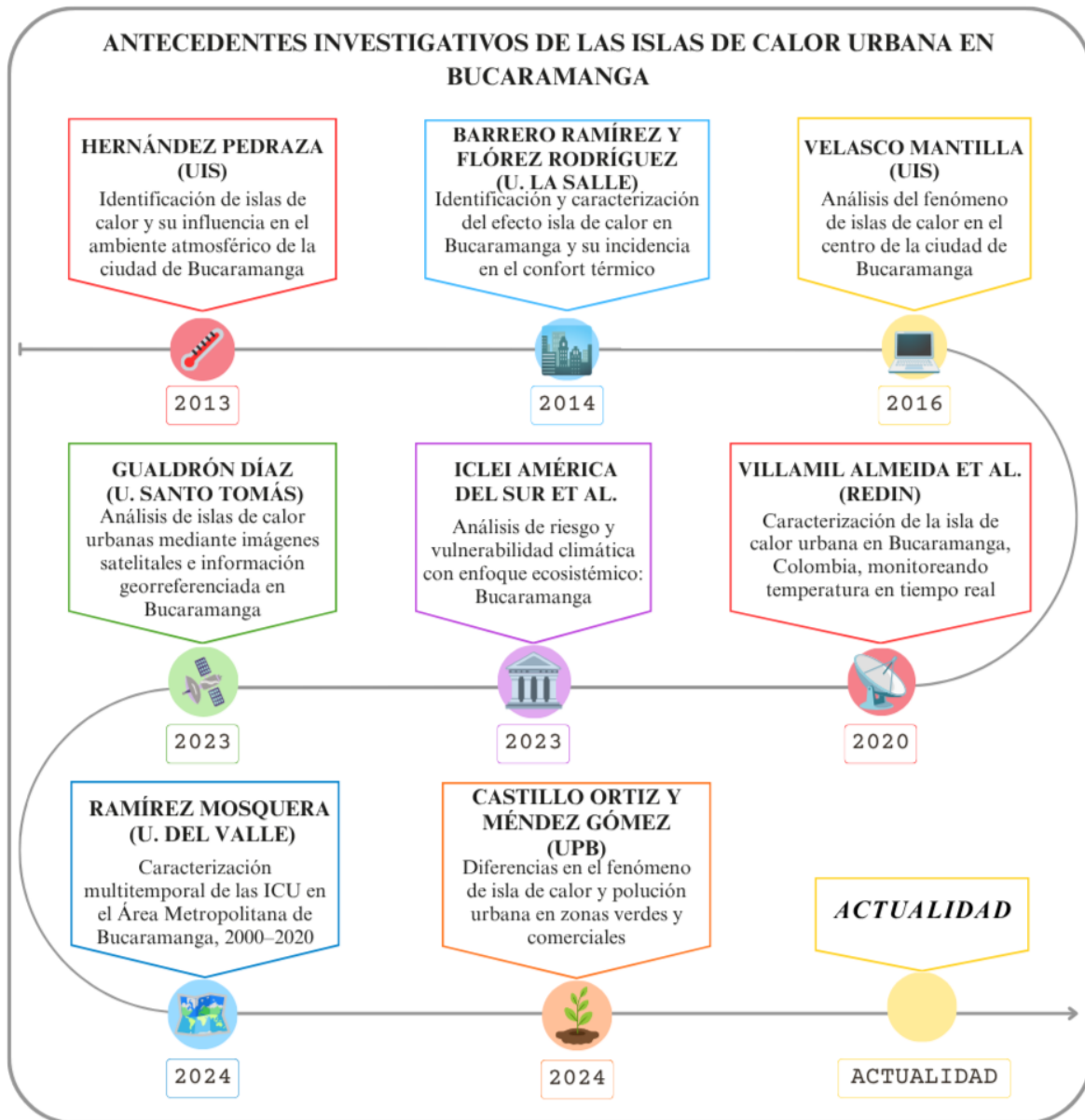
Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas diseñadas para almacenar, gestionar, analizar y visualizar información geoespacial, integrando tanto datos espaciales como atributos que caracterizan dichos elementos (Awange & Kiema, 2019). Para su funcionamiento, los SIG combinan componentes como hardware, software, redes y procedimientos, lo que permite procesar y modelar datos espaciales de manera eficiente. Actualmente, los SIG se conciben como una disciplina multidisciplinaria, vinculada con áreas como la cartografía, la teledetección, la geodesia y la fotogrametría, y su relevancia radica en que gran parte de las decisiones públicas y privadas requiere considerar aspectos espaciales, lo que amplía su aplicación desde contextos locales hasta escalas globales (Awange & Kiema, 2019).

2.4 Antecedentes

Durante la última década, se han realizado diferentes estudios relacionados con el fenómeno de las ICU en Bucaramanga, como consecuencia de su expansión urbana, cambios en

el uso del suelo y condiciones climáticas. Estos estudios han aportado al conocimiento del fenómeno desde diversas metodologías, como la teledetección satelital, el monitoreo en tiempo real mediante redes de sensores, la simulación microclimática computacional y la evaluación institucional del riesgo climático.

La línea del tiempo (Figura 7) de investigaciones sobre las ICU en Bucaramanga resume cronológicamente los principales antecedentes identificados entre 2013 y 2024, que evidencian el creciente interés académico y técnico por evaluar y mitigar los efectos del calentamiento local.

Figura 7*Línea del tiempo de antecedentes investigativos de las ICU*

Nota. Línea del tiempo elaborada a partir de los principales antecedentes investigativos sobre las ICU en Bucaramanga reportados entre 2013 y 2024. Información adaptada de Hernández Pedraza (2013), Barrero Ramírez y Flórez Rodríguez (2014), Velasco Mantilla (2016), Villamil Almeida et al. (2020), Gualdrón Díaz (2023), ICLEI América del Sur et al. (2023), Castillo Ortiz y Méndez Gómez (2024) y Ramírez Mosquera (2024).

3. Metodología

El desarrollo del proyecto se estructuró en tres etapas principales: inicio, desarrollo y finalización, las cuales abarcan un conjunto de actividades enfocadas al cumplimiento de los objetivos planteados. La metodología combina un enfoque cuantitativo y geoespacial, apoyado en el uso de herramientas de SIG y análisis de imágenes satelitales y datos climáticos históricos, con el fin de identificar, caracterizar y analizar la distribución espacial de las ICU en el área de estudio.

3.1 Etapa de inicio: Planeación y diseño del proyecto

En el transcurso de esta etapa se realizó la planeación general del trabajo, definiendo el alcance, los objetivos específicos, la delimitación espacial y el marco metodológico del proyecto. Se llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre estudios previos relacionados con el fenómeno de las ICU y su relación con variables ambientales, climáticas y urbanas.

De este modo, se diseñó el flujo de trabajo metodológico, definiendo las etapas de recolección, procesamiento y análisis de la información, así como el uso de herramientas SIG.

3.2 Etapa de desarrollo: Análisis y procesamiento de información

En esta etapa se realizaron las actividades técnicas de recopilación, procesamiento y análisis de datos climáticos y satelitales, con el fin de identificar los barrios que presentan el fenómeno de ICU en el área de estudio.

3.2.1 Análisis de información climática histórica

La recopilación de datos de temperatura se realizó a partir de registros históricos obtenidos de fuentes oficiales, principalmente del IDEAM, mediante la plataforma DHIME (Datos Hidrológicos y Meteorológicos). Para el desarrollo del análisis se consideraron las estaciones meteorológicas UIS Bucaramanga, Aeropuerto Palonegro (Lebrija) y Llano Grande (Girón). Las tres estaciones meteorológicas mencionadas se localizan estratégicamente en el Área

Metropolitana de Bucaramanga, por lo que se elaboró un mapa de ubicación que permite visualizar su distribución espacial en el territorio, el cual se presenta en la Figura 8.

Figura 8

Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas



Nota. El mapa muestra la distribución espacial de las estaciones meteorológicas empleadas para el análisis de información climática histórica en el Área Metropolitana de Bucaramanga. Elaboración propia.

Cabe resaltar que la distribución de los puntos de monitoreo tiene una localización estratégica, por ejemplo, la estación UIS se encuentra ubicada en un entorno representativo de zona urbana garantizando registros característicos del microclima local; la estación del Aeropuerto Palonegro se ubica a mayor altitud y ofrece un contraste climático para diferenciar las condiciones térmicas urbanas de aquellas zonas con menor densidad constructiva y finalmente, la estación

Llano Grande representa una zona semi rural y periurbana que por su localización y la cobertura del terreno permite analizar las transiciones térmicas y su relación con el uso del suelo.

Los puntos de monitoreo utilizados correspondieron principalmente a estaciones convencionales, en las cuales la adquisición de datos se realizó mediante observadores que registraron la información en formatos físicos para su posterior procesamiento por parte del personal técnico. La excepción correspondió a la estación del aeropuerto Palonegro, cuyos registros fueron obtenidos mediante un sistema automático de telemetría basado en sensores que transmiten la información a un centro de recepción mediante diferentes medios de comunicación (radiofrecuencia, satelital, GPRS, etc.).

Una vez obtenida la información, se desarrolló un análisis estadístico descriptivo de las variables de temperatura máxima y mínima diarias. A partir de los datos, se calcularon indicadores como promedios mensuales y valores extremos permitiendo identificar tendencias térmicas y comportamientos atípicos.

Los resultados fueron organizados y representados mediante gráficas de líneas, lo que facilitó la visualización de la evolución térmica en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2025, así como la comparación entre las distintas estaciones meteorológicas.

Adicionalmente, se identificaron los meses que registran las condiciones térmicas más cálidas y frías, con el propósito de reconocer los periodos en los que se intensifica el fenómeno de las ICU.

El tratamiento y análisis de los datos se desarrollaron con apoyo de herramientas informáticas como Microsoft Excel, empleando funciones estadísticas básicas y representaciones gráficas.

3.2.2 Recolección y procesamiento de imágenes satelitales

Esta etapa correspondió a la recolección, selección y procesamiento de imágenes satelitales con el propósito de obtener la LST en el área urbana de Bucaramanga. Para ello, se utilizaron imágenes provenientes del satélite Landsat 8, equipado con los sensores Operational Land Imager (OLI) y Thermal Infrared Sensor (TIRS), las cuales se descargaron desde la plataforma USGS Earth Explorer y corresponden a la Colección 2 Nivel 2 (Collection 2 Level-2). Es importante resaltar que las imágenes adquiridas de esta colección incorporan mejoras en el procesamiento geométrico, la precisión radiométrica y la calibración en comparación con la Colección 1 (Pons et al., 2024).

Los productos del Nivel 2 responden al procesamiento más avanzado disponible al usuario. Una de las diferencias entre usar imágenes del Nivel 1 y Nivel 2 radica en el grado de corrección aplicada. Los productos del Nivel 1 entregan los datos en valores digitales (DN) o en radiancia y reflectancia en la parte superior de la atmósfera (Top of Atmosphere, TOA), sin correcciones atmosféricas, lo que implica realizar manualmente transformaciones radiométricas antes de poder procesarlos en un entorno GIS. Las imágenes de Nivel 2 integran la corrección atmosférica del sensor MODIS, lo que permite obtener la reflectancia y la LST corregidas atmosféricamente (USGS, s. f.).

El satélite Landsat 8 se lanzó el 11 de febrero de 2013 desde la Base Aérea Vandenberg, California, en un cohete Atlas-V 401, con el carenado de carga útil extendido (EPF). Inicialmente se llamaba Misión de Continuidad de Datos Landsat (LDCM), al completarse la calibración en órbita el 30 de mayo de 2013, pasó a ser Landsat 8 y quedó bajo la operación del USGS, que se encarga de la gestión de datos en el centro EROS (Earth Resources Observation and Science Center) (NASA, 2023).

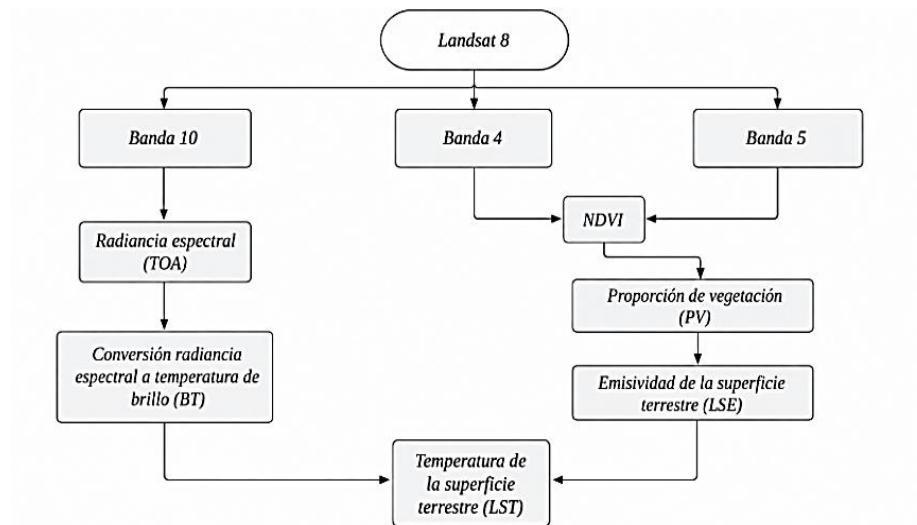
Este satélite cuenta con dos instrumentos principales: el Operational Land Imager (OLI) y el Thermal Infrared Sensor (TIRS), los cuales permiten obtener información multiespectral y térmica de la superficie terrestre con resoluciones de 30 m (bandas visibles, NIR y SWIR), 100 m (térmicas) y 15 m (pancromática). Además, se encuentra en una órbita heliosíncrona que permite la adquisición de imágenes cada 16 días, facilitando el monitoreo continuo de la superficie terrestre.

De acuerdo con las propiedades del satélite Landsat 8, de las 11 bandas se utilizaron principalmente las bandas espectrales B4 (rojo), B5 (infrarrojo cercano) y B10 (infrarrojo térmico). La banda 4 (rojo) se emplea en conjunto con la banda 5 para el cálculo del NDVI, el cual permite evaluar la salud y extensión de la cobertura vegetal, siendo ampliamente utilizado en agricultura, monitoreo de bosques y estudios de desertificación. Por su parte, la banda 5 (NIR) es sensible a la presencia de clorofila y humedad, lo que facilita la identificación de áreas con vegetación activa y cuerpos de agua. Finalmente, la banda 10 (TIRS) se utiliza para la estimación de la LST, siendo fundamental en este estudio, además de aplicaciones como el monitoreo de incendios forestales, actividad volcánica y procesos de evapotranspiración.

A partir de estas bandas se desarrolló el procesamiento digital de las imágenes satelitales, mediante el cual se efectuó la conversión de los niveles digitales (ND) a radiancia espectral y posteriormente a variables biofísicas y térmicas. Estas transformaciones tienen como objetivo determinar la LST. Este procedimiento se resume en la Figura 9.

Figura 9

Diagrama de proceso para la estimación de la LST a partir de imágenes Landsat 8



Nota. El diagrama muestra las etapas seguidas para estimar la LST a partir de imágenes del satélite Landsat 8. Elaboración propia.

En este contexto, mediante las Ecuaciones 1 y 2 se efectuó la conversión de los niveles digitales (ND) a radiancia espectral (haciendo uso de la Banda 10 de la imagen satelital), ya que estos por si solos no tienen unidad física y su valor depende del sistema de adquisición; la conversión a radiancia TOA transforma los valores en una magnitud física cuantificable (watts por metro cuadrado), lo que permite estandarizar los datos y garantizar su validez en los cálculos posteriores a la estimación de la LST (USGS, 2024).

Ecuación 1

Radiancia espectral (TOA)

$$L_{\lambda} = M_L \times Q_{cal} + A_L$$

Donde:

L_{λ} : Radiancia espectral (TOA)

M_L : Factor multiplicativo de radiancia para la banda 10 (*RADIANCE_MULT_BAND_10*)

Q_{cal} : Valor digital del píxel de la banda 10.

A_L : Factor aditivo de radiancia para la banda 10 (*RADIANCE_ADD_BAND_10*)

Ecuación 2

Conversión de la radiancia espectral (TOA) a temperatura de brillo (BT)

$$BT = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} - 273.15$$

Donde:

BT: Temperatura del brillo

L_λ : Radiancia espectral (TOA)

K_1 : Constante térmica de calibración para la banda 10 (*K1_CONSTANT_BAND_10*)

K_2 : Constante térmica de calibración para la banda 10 (*K2_CONSTANT_BAND_10*).

273.15: Factor de conversión de Kelvin (K) a Celsius (°C)

Por otra parte, la Ecuación 3 permitió obtener el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI); este índice surge a partir de la combinación de la banda 4 (rojo) y la banda 5 (infrarrojo cercano). El cálculo de esta variable permite analizar la relación entre la cobertura vegetal y las variaciones térmicas del área de estudio, por ejemplo, las superficies con mayor cobertura de vegetación muestran temperaturas superficiales más bajas por procesos como la evapotranspiración y sombreado (Ullah et al., 2023), además, permite estimar la proporción de vegetación (véase la Ecuación 4 para detalle del cálculo de PV), un parámetro esencial para el cálculo de la emisividad superficial (LSE). La emisividad determina la eficiencia con la que un material emite radiación térmica, y, por tanto, considerarla resulta indispensable para ajustar la temperatura de brillo obtenida en la banda 10 y aproximarla a la temperatura real de la superficie (Avdan y Jovanovska, 2016). Esta variable es calculada haciendo uso de la Ecuación 5.

Ecuación 3*Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)*

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

Donde:

NDVI: Índice de vegetación de diferencia normalizada

NIR: Infrarrojo cercano (BANDA 5)

RED: Rojo visible (BANDA 4)

Ecuación 4*Proporción de vegetación (PV)*

$$PV = \left(\left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right) \right)^2$$

Donde:

PV: Proporción de vegetación

NDVI: Índice de vegetación de diferencia normalizada

NDVI_{min}: Valor mínimo del nivel digital de la imagen NDVINDVI_{max}: Valor máximo del nivel digital de la imagen NDVI**Ecuación 5***Emisividad de la superficie terrestre (LSE)*

$$e = E_v \times P_v + E_s \times (1 - P_v)$$

Donde:

e: Emisividad de la superficie terrestre

E_v: Emisividad de la vegetaciónE_s: Emisividad del sueloP_v: Proporción de la vegetación

Finalmente, se calculó la temperatura de la superficie terrestre con la Ecuación 6. El cálculo de esta variable implica transformar los valores digitales (ND) en la temperatura de brillo mediante

la ley de Planck y ajustar ese valor con la emisividad superficial. La ley de Planck describe la radiación emitida de un cuerpo negro como función de la temperatura absoluta y de la longitud de onda, la constante de Boltzmann vincula la energía con la temperatura de las partículas, y la velocidad de la luz determina la propagación de la radiación en el espacio. Estas constantes se integran en la ecuación matemática $\rho = \frac{hc}{k}$ ($\approx 1,438 \times 10^{-2} \text{ m}\cdot\text{K}$) donde se resume la interacción entre ellas. Este parámetro fue clave para diferenciar entre zonas urbanas dominadas por superficies impermeables y áreas cubiertas por vegetación, permitiendo cuantificar las ICU (Mohamed et al., 2017).

Ecuación 6

Temperatura de la superficie terrestre (LST)

$$T_s = \frac{BT}{1} + \lambda * \left(\frac{BT}{\rho} \right) * \ln(e)$$

Donde:

T_s : Temperatura de la superficie terrestre

BT: Temperatura de brillo superficial

λ : Longitud de onda de radiación emitida

e: Emisividad de la superficie terrestre

ρ : Constante extraída de la fórmula $\rho = \frac{hc}{k}$ ($1.438 \times 10^{-2} \text{ m}\cdot\text{K}$)

h: Constante de Planck: ($6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$)

k: Constante de Boltzmann ($1.380 \times 10^{-23} \text{ J/K}$)

c: Velocidad de la luz ($2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$)

Se realizó el análisis de la LST para cada año, con el fin de generar información espacial que permita identificar las tendencias térmicas, las zonas de mayor acumulación de temperatura superficial y las variaciones interanuales asociadas tanto a la dinámica urbana como a las condiciones atmosféricas. Como parte de este proceso, se realizó el mapa multitemporal de la LST

correspondiente al periodo de estudio en el área urbana de Bucaramanga, el cual constituye el producto final del procesamiento de las imágenes satelitales.

3.2.3 Análisis geoespacial de las ICU

Con base en el mapa multitemporal de la LST, se desarrolló el análisis geoespacial de las ICU en la ciudad de Bucaramanga. Para este propósito, se emplearon herramientas de SIG, específicamente el software ArcMap 10.8, mediante el cual se aplica la herramienta “Zonal Statistics as Table” del módulo Spatial Analyst.

El procesamiento se realizó sobre la capa cartográfica de los barrios de Bucaramanga (formato SHP), lo que permite obtener para cada una de las zonas el valor máximo de temperatura superficial correspondiente a cada año del periodo 2020–2024. Los resultados derivados de esta operación se consolidan en una tabla de datos que integra el nombre del barrio, su código geográfico y los valores máximos de temperatura.

Posteriormente, se calculó la diferencia entre la temperatura máxima de cada barrio y el valor medio de la LST de la ciudad, con el fin de obtener el gradiente térmico (ΔT) utilizado para el análisis de intensidad de las ICU.

A partir de esta diferencia térmica, se estableció una clasificación de la intensidad de las ICU, siguiendo los criterios metodológicos propuestos por Fernández (1996), que definen tres rangos de intensidad según el valor de la diferencia térmica. Estos criterios se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación de la intensidad de las ICU según diferencia de temperatura

Clasificación de intensidad	Diferencia de temperatura (°C)
Débil	Hasta 2
Moderada	2 a 4
Fuerte	4 a 6
Muy fuerte	> 6

Nota. Adaptado de: Fernández (1996).

Este proceso constituyó la base para la delimitación espacial y la jerarquización de los barrios más críticos del área urbana. Para ello, se calculó el promedio de los resultados obtenidos en cada año del periodo analizado (2020–2024), con el fin de obtener un valor representativo de la diferencia térmica por barrio.

La tabla permitió identificar y jerarquizar los barrios más críticos: por un lado, la diferencia térmica evidenció el grado de afectación desde los barrios más cálidos hasta los más frescos; y, por otro, la clasificación posibilitó delimitar con claridad las zonas donde el fenómeno de ICU se manifiesta con una intensidad fuerte. Estos valores fueron incorporados a la capa (SHP) cartográfica de los barrios, lo que permitió elaborar el mapa final.

3.2.4 Cruce con variables urbanas y ambientales

En esta fase se realizó el cruce de la información derivada del análisis térmico con las variables urbanas y ambientales establecidas en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bucaramanga. Este procedimiento se llevó a cabo mediante herramientas de SIG, utilizando el

software ArcMap 10.8, que permite integrar las capas temáticas y analizar su correspondencia espacial con la distribución de la LST.

Para el desarrollo del análisis, se emplearon las capas temáticas de comercio localizado, zonas verdes, parques y zonas deportivas. Estas variables se presentan en la Tabla 3 a modo de síntesis junto a su descripción detallada, las cuales se superpusieron a la clasificación de intensidad térmica (fuerte, moderada y débil) sobre el área urbana de Bucaramanga. Esta integración permitió identificar relaciones espaciales entre las zonas de mayor intensidad térmica y la presencia o ausencia de elementos urbanos y ambientales, como áreas verdes o espacios libres, que influyen en la generación o no de las ICU.

Tabla 3

Variables urbanas y ambientales consideradas para el análisis de cruce de variables

Variable	POT Bga 2014–2027	Descripción de la variable
Comercio localizado	Componente Urbano, Art. 328.	Sectores donde se concentran actividades comerciales de escala local o zonal, con predominio del comercio minorista, servicios y actividades que requieren alta accesibilidad urbana.
Áreas de actividad	Art. 328–331.	Espacios definidos para la localización de distintos usos del suelo (residencial, institucional, industrial, comercial o de servicios), que permiten organizar la movilidad, la intensidad edificatoria y la funcionalidad territorial.
Zonas deportivas	Sistema de Equipamientos Urbanos.	Comprenden los espacios destinados a la práctica de actividades físicas y recreativas al aire libre, integrados al sistema de equipamientos del espacio público.
Zonas verdes	Estructura Ecológica Principal, Art. 20–22.	Áreas con predominio de vegetación natural o urbana que forman parte del sistema ambiental del municipio.
Parques	Componente de Espacio Público. Art. 27–30.	Espacios públicos de recreación y encuentro ciudadano integrados a la red de espacio público urbano.

Nota. La tabla presenta las variables de uso del suelo extraídas del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bucaramanga 2014–2027 y su descripción, empleadas como insumo para el análisis espacial de las ICU. Tomado del POT de Bucaramanga (2014–2027).

El Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga para la variable “Áreas de actividad” establece una clasificación donde cada área es dividida en distintas zonas que determinan los tipos de actividad permitidos, tal como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4

Clasificación de las áreas de actividad

Área de actividad	Zona	Cód.
Residencial	Residencial neta	R-1
	Residencial con comercio y servicios localizados	R-2
	Residencial mixta – vivienda, comercio y servicios	R-3
	Residencial con actividad económica	R-4
Comercial y de servicios	Comercial y de servicios empresariales	C-1
	Comercial y de servicios livianos o al por menor	C-2
	Comercial y de servicios pesados	C-3
Dotacional	Dotacional	D
Industrial	Industria	I
Múltiple	Múltiple de centralidad	M-1
	Múltiple grandes establecimientos	M-2
Minera	Minera	m.

Nota. Elaboración propia a partir de la información proporcionada por el Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga (2014–2027).

Posteriormente, se seleccionaron los cinco barrios que presentan las mayores diferencias de temperatura, con el fin de realizar un análisis detallado mediante la elaboración de mapas individuales. En esta etapa, se emplearon las capas de áreas de actividad, comercio localizado, zonas verdes, parques y zonas deportivas, con el objetivo de identificar las posibles causas que explican la formación y persistencia de las ICU en cada barrio.

Los resultados de este análisis permitieron identificar las razones específicas por las cuales estos sectores requieren con mayor urgencia la implementación de estrategias de mitigación, las

cuales se abordan en la etapa de finalización, donde se propusieron estrategias adaptadas a las condiciones urbanas y ambientales de los barrios priorizados.

3.2.5 Relación contexto geológico y geomorfológico

En esta etapa se elaboró el mapa geológico y mapa geomorfológico del área urbana de Bucaramanga, con el propósito de integrarlos al análisis espacial de las ICU. Estos productos cartográficos se construyeron para establecer la posible relación entre las unidades y la distribución espacial del fenómeno de las ICU.

Seguido de esto, se superpusieron dichas capas a la clasificación de intensidad térmica obtenida a partir de la LST, con énfasis en los barrios identificados con intensidad fuerte, con el fin de evaluar la relación entre las unidades geológicas y geomorfológicas y la generación del fenómeno de las ICU en el área de estudio.

Este procedimiento permitió identificar patrones en el área de estudio que muestran cómo las características del terreno pueden influir en la forma en que se distribuye la LST y en el aumento del efecto de las ICU. Para determinar si existe relación con las unidades donde se presenta el fenómeno, los resultados obtenidos a partir de este cruce espacial se contrastaron con la literatura existente, con el fin de interpretar las posibles relaciones entre el contexto del territorio y el comportamiento térmico observado en el área urbana.

3.3 Etapa de Finalización: Validación, Conclusiones y Socialización

Esta etapa correspondió a la consolidación y comunicación de los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto. A partir del análisis geoespacial, se elaboraron propuestas de mitigación orientadas a reducir el efecto de las ICU, fundamentadas en los resultados obtenidos para los cinco barrios priorizados. Además, el equipo multidisciplinario de la Subsecretaría de

Ambiente brindó apoyo en la interpretación de los resultados y en la formulación de estrategias de mitigación, fortaleciendo la toma de decisiones basada en el análisis técnico desarrollado.

Las estrategias propuestas se enmarcaron en un enfoque de resiliencia urbana, entendido como la capacidad de las ciudades para adaptarse y responder a condiciones térmicas extremas (Fu et al., 2024), mediante acciones como el aumento de áreas verdes, la recuperación de corredores ecológicos, la implementación de materiales reflectivos y el mejoramiento del espacio público.

Posteriormente, se consolidaron los resultados del proyecto y se elabora el informe final de prácticas, integrando los mapas, análisis, conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

4. Resultados

Los resultados se organizaron en cinco componentes: análisis de información climática histórica, recolección y procesamiento de imágenes satelitales, análisis geoespacial de las ICU, cruce con variables urbanas y ambientales y, finalmente, relación con el contexto geológico y geomorfológico.

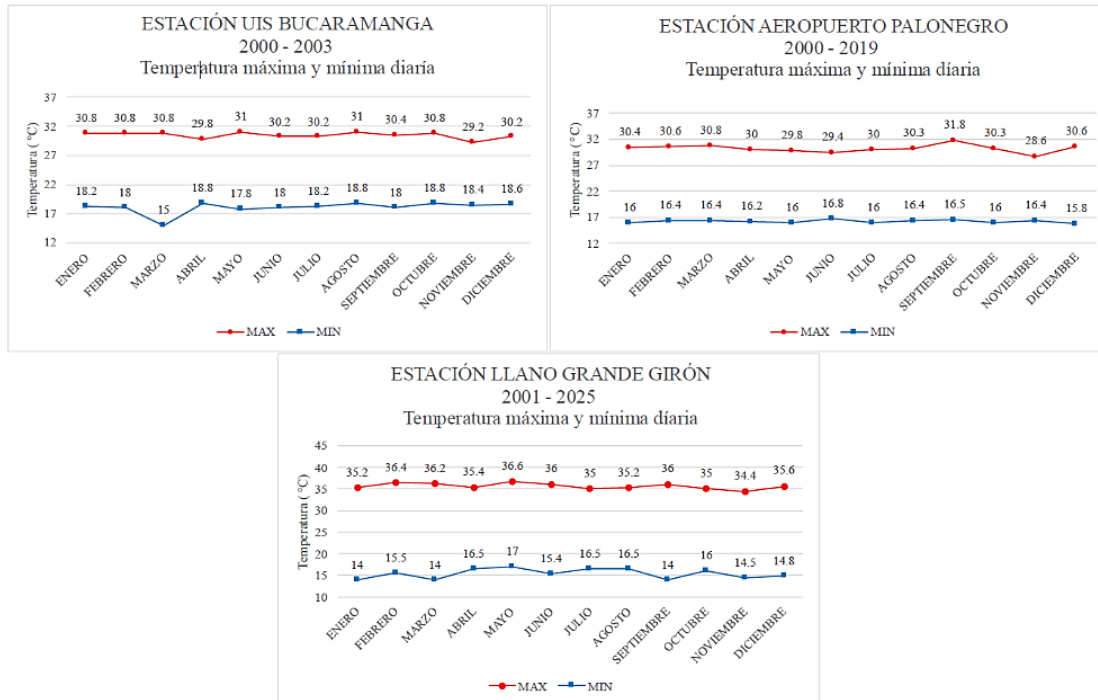
4.1 Análisis de información climática histórica

4.1.1 Temperatura máxima y mínima diaria

La temperatura del aire es una de las variables principales para tener en cuenta en el estudio de ICU; la representación gráfica y el análisis de datos de las estaciones de interés se presentan en la Figura 10, donde se visualizaron de forma general las temperaturas máximas y mínimas calculadas, y a su vez fue posible determinar el mes donde se presentó la mayor y menor temperatura según la estación de monitoreo requerida.

Figura 10

Gráficos representativos del cálculo de la TMax y TMin diaria para las estaciones del Área Metropolitana de Bucaramanga



Nota. Comportamiento mensual de la temperatura máxima y mínima diaria registrada en las estaciones UIS Bucaramanga (2000–2003), Aeropuerto Palonegro (2000–2019) y Llano Grande Girón (2001–2025). Los valores correspondieron a promedios mensuales multianuales calculados a partir de los registros históricos del IDEAM. Elaboración propia con base en registros históricos del IDEAM.

Las temperaturas máximas diarias de la estación UIS Bucaramanga (2000 – 2003) presentaron un pico máximo de 31°C para el mes de mayo y agosto, pero en términos generales se mantiene relativamente estable. Las temperaturas mínimas diarias presentaron su pico más bajo de 15°C para el mes de abril, diferenciándose del resto del año, ya que la temperatura tuvo una media de 18°C.

En la estación Aeropuerto Palonegro, Lebrija (2000 – 2019) fue posible visualizar la temperatura máxima para el mes de septiembre con 31,8°C y las temperaturas mínimas se mantuvieron relativamente estables y presentaron valores más bajos en comparación con la estación UIS, demostrando una mayor influencia de factores como la altitud.

Por su parte, la estación Llano Grande, Girón (2001 – 2025) registró las temperaturas máximas más elevadas, alcanzando valores entre 34,5°C en el mes de octubre y 36,4°C en el mes de marzo, lo que podría indicar una mayor exposición a la radiación solar, la influencia de la baja altitud y posiblemente menor cobertura vegetal. Las temperaturas mínimas presentaron el menor dato para el mes de enero, marzo y septiembre registrando 14°C.

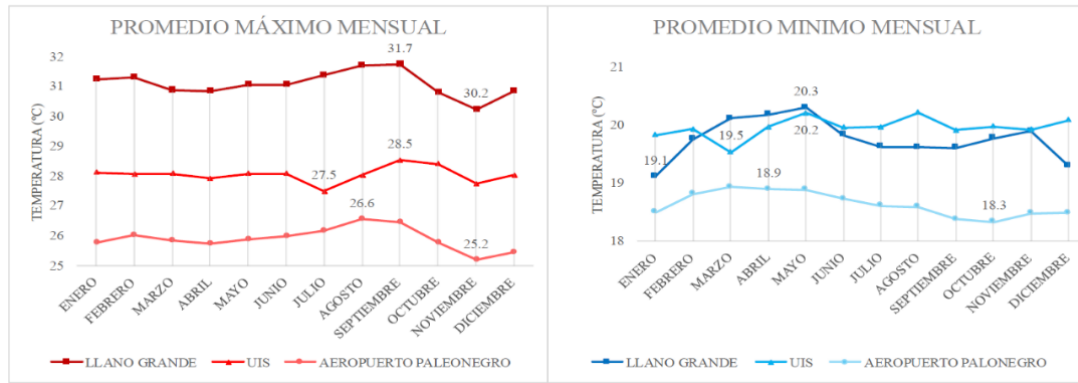
Esta diferencia se asoció a variables geográficas como lo son el grado de urbanización, la cobertura vegetal, la densidad constructiva y la altitud.

4.1.2 Identificación de los periodos más cálidos y fríos en Bucaramanga

En esta sección se analizaron aquellos periodos del año en los que se registraron las temperaturas más cálidas y frías (Figura 11), a partir de los datos promedios mensuales de temperatura máxima diaria (TMax) y temperatura mínima diaria (TMin) obtenidos en las estaciones meteorológicas UIS Bucaramanga, Aeropuerto Palonegro ubicado en Lebrija y Llano Grande, Girón.

Figura 11

Variación mensual de temperaturas diarias máximas, mínimas en tres estaciones meteorológicas del Área Metropolitana de Bucaramanga



Nota. Los gráficos presentan el promedio máximo mensual (izquierda) y el promedio mínimo mensual (derecha) de temperatura para las tres estaciones meteorológicas del Área Metropolitana de Bucaramanga. Se destacan los valores más altos en la estación Llano Grande Girón, con un promedio máximo de 31.7 °C en septiembre, mientras que Aeropuerto Palonegro registra los promedios mínimos más bajos, con 18.3 °C en octubre. Elaboración propia con base en datos del IDEAM.

El análisis se fundamenta en la interpretación de las gráficas elaboradas. Para ello, se buscan patrones en las gráficas, con el propósito de la identificación de los periodos. Esta metodología permitió reconocer los periodos aproximados del año en los que se concentran las condiciones térmicas máximas y mínimas en Bucaramanga.

4.2 Recolección y procesamiento de imágenes satelitales

4.2.1 Selección de imágenes satelitales

La selección de las imágenes se realizó con base en criterios de baja nubosidad (menor al 30%) y cobertura espacial completa del área de estudio, priorizando los meses identificados como térmicamente representativos en el análisis climático histórico.

Tal como se muestra en la Tabla 5, se presenta la información básica de cada una de las 5 imágenes Landsat 8, como la fecha de adquisición y las bandas utilizadas para el cálculo de la LST.

Tabla 5

Fechas de adquisición y características de las imágenes Landsat 8 (OLI/TIRS)

Año	Fecha de adquisición	Satélite / Sensor	Bandas utilizadas
2020	10-sep-20	Landsat 8 (OLI/TIRS)	B4, B5, B10
2021	26-sep-21		
2022	19-ago-22		
2023	02-oct-23		
2024	16-jul-24		

Nota. OLI = Operational Land Imager; TIRS = Thermal Infrared Sensor. B4 = banda roja, B5 = infrarrojo cercano, B10 = infrarrojo térmico. Elaboración propia.

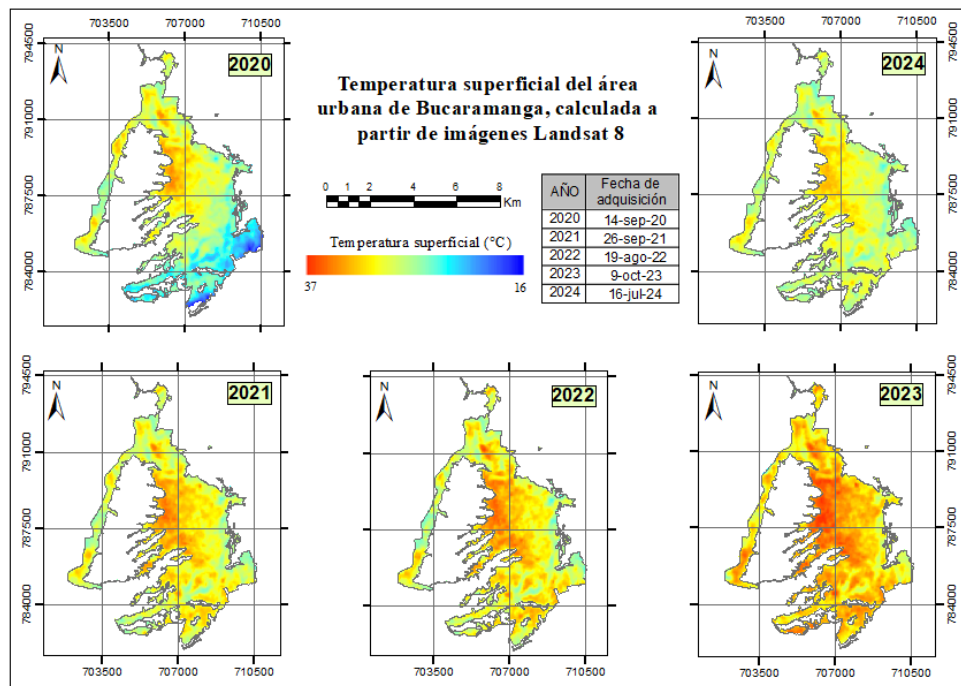
4.2.2 Distribución espacial de la temperatura superficial en el área de estudio

El mapa de la temperatura superficial del área urbana de Bucaramanga, calculado a partir de imágenes Landsat 8 para el periodo 2020–2024 (Figura 12), evidenció una variación térmica significativa a lo largo de los años. En términos generales, las zonas más cálidas se concentraron en el sector central de la ciudad, donde la densidad urbana es mayor y la cobertura vegetal más

limitada, mientras que las áreas periféricas, con mayor vegetación y humedad, mostraron temperaturas relativamente más bajas.

Figura 12

Mapa de la variación temporal de la temperatura superficial en Bucaramanga (2020–2024)



Nota. Distribución espacial de la LST del área urbana de Bucaramanga calculada a partir de imágenes de Landsat 8 para los años 2020 a 2024. La escala de color varía entre 16 °C a 37 °C. Elaboración propia con base en imágenes del servidor u Earth Explorer.

En el año 2020 se observó una anomalía asociada a la presencia de nubosidad en el área de estudio, lo que produjo registros atípicamente bajos en la escala térmica, con valores mínimos cercanos a los 3,5 °C. Debido a esta condición, fue necesario ajustar el rango de visualización entre 16 °C y 37 °C, permitiendo comparar de forma más homogénea con los demás años. Aun con esta limitación, se aprecia una menor intensidad térmica en relación con los años posteriores.

Durante 2021 y 2022 se evidencia un incremento progresivo en las temperaturas superficiales, con máximos de 35,08 °C y 36,12 °C respectivamente. En los mapas, este comportamiento se representa con un predominio de tonalidades amarillas y anaranjadas que señalan áreas urbanas con mayor acumulación de temperatura superficial, particularmente en los sectores centrales de la ciudad, donde la cobertura vegetal es limitada y predominan materiales constructivos de bajo albedo.

El año 2023 registró el valor más elevado de todo el periodo, con un máximo de 36,36 °C, mostrando una fuerte intensificación del fenómeno. En la cartografía, esta condición se traduce en la predominancia de tonos rojos y anaranjados, que indican superficies sometidas a mayor retención térmica. Este resultado coincide con los análisis climáticos desarrollados en el capítulo 2, que señalaron este año como uno de los más cálidos de la serie histórica.

Por el contrario, en 2024 se observó un descenso en la temperatura máxima hasta 33,25 °C, lo que representa un enfriamiento generalizado en comparación con el año previo. En este caso, predominan tonalidades verdes y amarillas, refiriéndose a condiciones térmicas menos intensas que el año anterior, posiblemente asociadas a factores atmosféricos específicos del periodo (humedad relativa elevada, nubosidad parcial y dinámica climática regional).

4.3 Análisis geoespacial de las ICU

4.3.1 Procesamiento de la información espacial y establecimiento de parámetros térmicos

Los resultados del análisis de la LST evidenciaron una marcada variabilidad espacial de las ICU en el área urbana de Bucaramanga durante el periodo 2020–2024.

A partir de la diferencia de temperatura (ΔT) entre los valores máximos por barrio y la temperatura media de la ciudad, se identificaron los sectores con mayor intensidad del fenómeno

de ICU. Los resultados muestran que ciertos barrios presentaron valores de ΔT más elevados, lo que indicó una mayor acumulación de temperatura superficial y condiciones térmicas más críticas dentro del área urbana.

Con base en la clasificación de intensidad aplicada en el estudio, los barrios fueron agrupados en tres niveles: débil, moderado y fuerte. Estos criterios se presentan en la Tabla 2, que se encuentra en la metodología.

Tabla 6

Extracto de barrios con diferencia térmica (>4 °C) y clasificación “Fuerte” para el año 2022

NOMBRE	COG_ZONA	MAX	ΔT (°C)	CLASIFICACIÓN
GRANADA	58	35.088	5.805	Fuerte
GAITAN	51	34.637	5.354	Fuerte
KENNEDY	148	34.557	5.274	Fuerte
LA CONCORDIA	78	34.378	5.094	Fuerte
SAN FRANCISCO	52	34.271	4.988	Fuerte
SAN ALONSO	53	34.085	4.802	Fuerte
CENTRO	66	34.062	4.779	Fuerte
GIRARDOT	65	34.016	4.733	Fuerte
GARCIA ROVIRA	68	33.836	4.553	Fuerte
BUCARAMANGA	120	33.832	4.549	Fuerte
CHAPINERO	44	33.791	4.507	Fuerte
SAN RAFAEL	43	33.728	4.445	Fuerte
NARIÑO	64	33.646	4.363	Fuerte
MUTUALIDAD	49	33.617	4.334	Fuerte
ALFONSO LOPEZ	77	33.544	4.261	Fuerte
SAN MIGUEL	84	33.541	4.258	Fuerte
CAMPO HERMOSO	154	33.506	4.223	Fuerte
COMUNEROS	45	33.388	4.105	Fuerte
MODELO	50	33.381	4.098	Fuerte

Nota. La tabla presenta los barrios que registraron una diferencia térmica superior a 4 °C durante el año 2022. COG_ZONA = código de zona geográfica; MAX = temperatura máxima registrada (°C); ΔT = diferencia térmica respecto al valor de referencia. Elaboración propia.

Con estos parámetros se realizó la respectiva clasificación de los barrios de Bucaramanga para cada año del periodo 2020–2024. Un ejemplo de los resultados para el año 2022 se muestra en la Tabla 6, la cual presenta únicamente los barrios clasificados según su intensidad como “Fuerte”, es decir, aquellos con una diferencia térmica superior a 4 °C, pero los resultados completos de todos los años y barrios se encuentran en el Apéndice A. Estos barrios corresponden

a nuestro principal punto de interés, dado que concentran las condiciones críticas del fenómeno y permiten focalizar el análisis en las áreas con mayor afectación térmica.

4.3.2 Selección de barrios críticos

Dado que el fenómeno de las ICU presenta variaciones interanuales, se consideró necesario integrar la información de todo el periodo (2020–2024) en lugar de analizar únicamente los resultados de un año en específico. Para identificar los barrios más afectados por el fenómeno, se calculó el promedio de la diferencia térmica correspondiente al periodo. Este valor promedio permitió clasificar nuevamente la intensidad de ICU y ordenar los barrios de mayor a menor afectación.

La decisión de utilizar el promedio responde a que, en algunos años, ciertos barrios no alcanzaban a clasificarse como ICU fuertes, aunque se encontraban muy próximos al límite. Al emplear el valor promedio, se logró una visión más precisa y estable de los barrios críticos a lo largo del periodo analizado.

Tabla 7

Promedio de la diferencia de temperatura del periodo 2020-2024 para la identificación de la intensidad y selección de barrios con mayor diferencia térmica

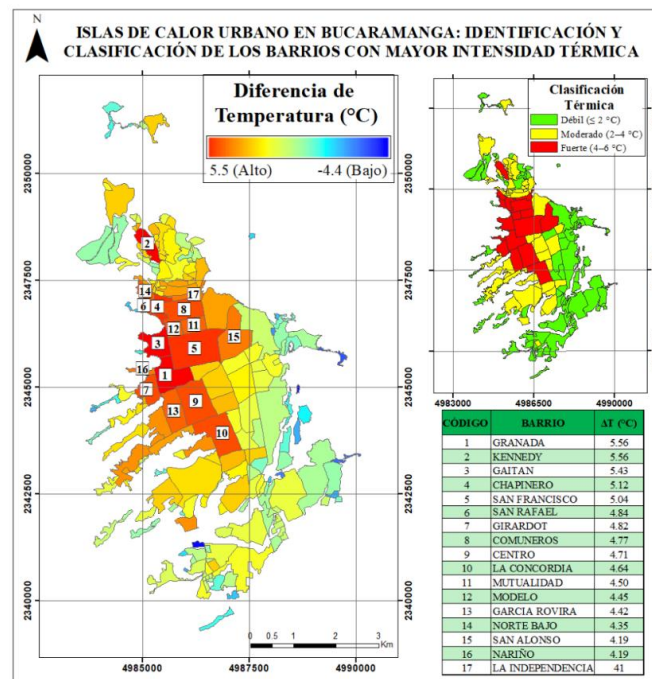
CÓDIGO	BARRIO	CÓDIGO DE ZONA	ΔT (°C)					PROMEDIO ΔT (°C)	INTENSIDAD
			2020	2021	2022	2023	2024		
1	GRANADA	58	7.12	5.81	5.51	4.88	4.47	5.56	Fuerte
2	KENNEDY	148	6.94	5.27	6.23	4.21	5.13	5.56	Fuerte
3	GAITAN	51	7.05	5.35	5.52	4.74	4.49	5.43	Fuerte
4	CHAPINERO	44	6.80	4.51	5.14	4.63	4.52	5.12	Fuerte
5	SAN FRANCISCO	52	6.58	4.99	4.96	4.58	4.10	5.04	Fuerte
6	SAN RAFAEL	43	6.75	4.45	4.65	4.21	4.14	4.84	Fuerte
7	GIRARDOT	65	5.98	4.73	4.67	4.59	4.16	4.82	Fuerte
8	COMUNEROS	45	6.22	4.11	4.94	4.54	4.03	4.77	Fuerte
9	CENTRO	66	4.88	4.78	5.35	4.55	4.01	4.71	Fuerte
10	LA CONCORDIA	78	4.67	5.09	5.24	4.37	3.83	4.64	Fuerte
11	MUTUALIDAD	49	5.57	4.33	4.89	4.42	3.30	4.50	Fuerte
12	MODELO	50	5.65	4.10	4.74	4.23	3.53	4.45	Fuerte
13	GARCIA ROVIRA	68	4.79	4.55	4.93	4.26	3.56	4.42	Fuerte
14	NORTE BAJO	36	5.89	3.75	4.28	3.89	3.94	4.35	Fuerte
15	SAN ALONSO	53	3.46	4.80	4.37	4.39	3.93	4.19	Fuerte
16	NARIÑO	64	5.24	4.36	4.36	3.53	3.45	4.19	Fuerte
17	LA INDEPENDENCIA	41	5.231	3.229	4.347	3.944	3.672	4.085	Fuerte

Nota. La Tabla presenta los barrios clasificados con intensidad fuerte de ICU; los resultados completos para todas las categorías se encuentran en el Apéndice B. Elaboración propia.

Se presenta la clasificación térmica de las ICU en Bucaramanga a partir de la diferencia de temperatura registrada en los barrios (figura 13). El análisis permitió identificar 17 barrios clasificados en la categoría de ICU fuerte, con diferencias térmicas superiores a 4 °C. Los valores más altos se registraron en Granada (5,56 °C), Kennedy (5,56 °C) y Gaitán (5,13 °C), lo que evidencia que estos sectores concentran las condiciones más críticas del fenómeno. Por otro lado, barrios como La Independencia (4,11 °C), Nariño (4,19 °C) y San Alonso (4,27 °C) presentan las diferencias térmicas más bajas dentro del grupo; no obstante, superan el umbral de 4 °C establecido para la categoría de ICU fuerte, por lo que también se consideran zonas críticas.

Figura 13

Mapa de clasificación térmica de las ICU en los barrios de Bucaramanga



Nota. Identificación y clasificación de los barrios de Bucaramanga con mayor intensidad de las ICU, expresada como la diferencia de temperatura (ΔT) respecto al promedio del área de estudio. La clasificación térmica se categoriza en débil (≤ 2 °C), moderada (2–4 °C) y fuerte (4–6 °C).

°C). Los 17 barrios con mayor ΔT se encuentran localizados principalmente en el centro y nororiente de la ciudad. Elaboración propia con base en imágenes Landsat 8.

El mapa presenta un patrón espacial bien definido donde el centro urbano concentra los barrios más afectados, representados con tonalidades rojas, mientras que las zonas intermedias aparecen en amarillo, correspondientes a ICU moderadas (2–4 °C). Por consiguiente, la periferia de la ciudad se muestra con predominio de verdes, lo que indica condiciones más frescas y diferencias térmicas menores a 2 °C.

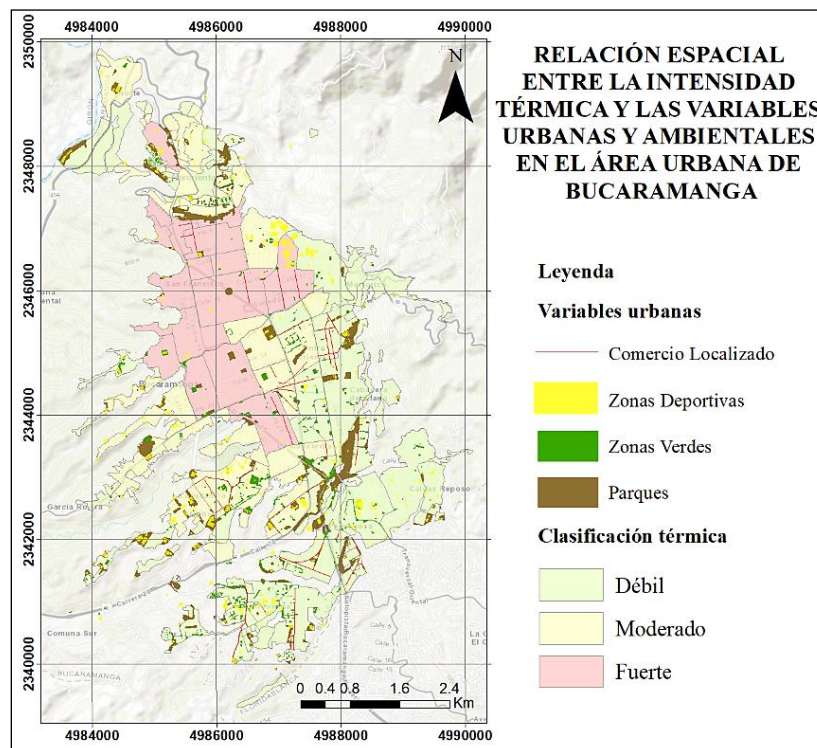
4.4 Cruce con variables urbanas y ambientales

4.4.1 Distribución espacial de las ICU en relación con las variables del POT

La Figura 14 presenta el resultado de esta integración cartográfica, donde se superpusieron las capas de comercio localizado, zonas deportivas, parques y áreas verdes.

Figura 14

Mapa de relación espacial entre la intensidad térmica y las variables urbanas y ambientales



Nota. El mapa presenta la superposición espacial entre la intensidad térmica de las ICU y las principales variables urbanas y ambientales del área urbana de Bucaramanga. La clasificación térmica se divide en débil (rosado claro), moderada (rosado medio) y fuerte (rosado intenso). Se observa que las zonas verdes y parques tienden a coincidir con áreas de menor intensidad térmica, mientras que las zonas de mayor actividad comercial y menor cobertura vegetal se asocian con intensidades moderadas a fuertes. Elaboración propia con base en imágenes Landsat 8 y el POT.

El comportamiento observado reveló que, las áreas con intensidad térmica fuerte son las que se ubican en aquellos sectores con uso comercial y muy poca presencia de zonas verdes. El comercio localizado (el cual se marca con líneas rosadas) coincide con aquellas zonas donde la temperatura presenta un comportamiento fuerte a moderado. Y aquellas zonas donde la intensidad térmica se presentó como débil, hay presencia de parques y espacios verdes en comparación con las zonas con intensidad térmica alta, además, las zonas con clasificación térmica débil se encuentran en sectores periféricos con menor consolidación urbana y aunque la distribución espacial de estas variables no se encuentra conectada entre sí, es posible que generen un enfriamiento local.

4.4.2 Análisis detallado por barrios priorizados

A partir del procesamiento zonal donde se identificaron los barrios con mayores diferencias de temperatura y por ende los que concentran mayor intensidad de ICU, se tuvieron en cuenta los barrios Granada, Kennedy, Gaitán, Chapineros y San Francisco para realizar el análisis detallado de cruce de variables urbanas mediante la elaboración de mapas individuales, con el objetivo de identificar las posibles causas que explican la formación y persistencia de las ICU en cada barrio.

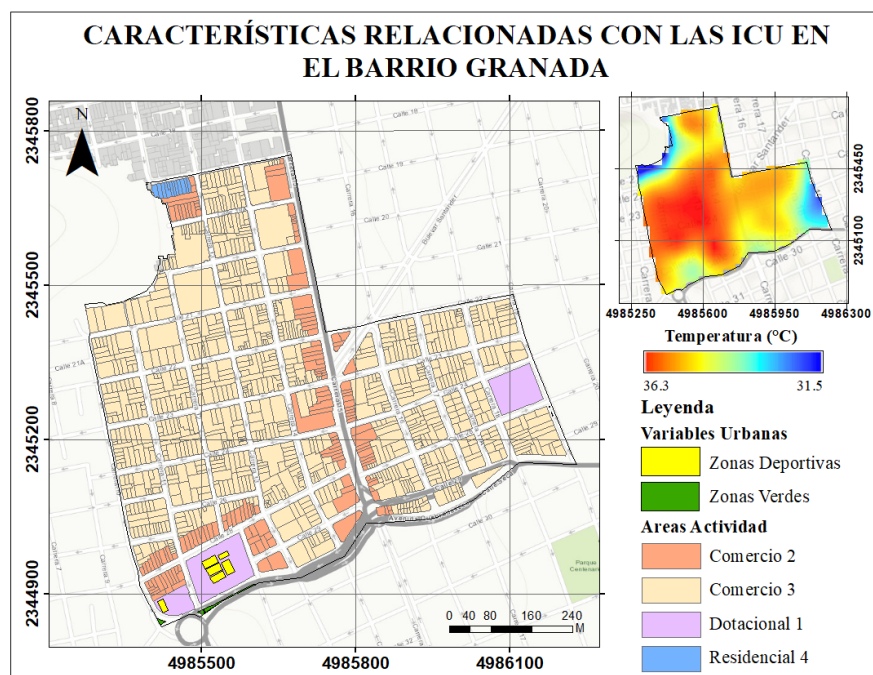
4.4.2.1 Granada

El barrio Granada hace parte de la comuna 4 occidental, se ubica cerca de los barrios Girardot y Nariño, se identifica como uno de los focos térmicos más intensos del municipio. En la Figura 15, se muestra que las áreas comerciales (Comercio 2 y 3) ocupan tramos significativos y es en estas zonas donde se presentan las mayores temperaturas (36.3°C), además, existe una escasez de zonas verdes y en base a la superposición de capas podemos identificar que es un barrio donde predominan los comercios, a comparación de zonas residenciales.

La zona deportiva y zonas verdes cercanas logran reducir la intensidad térmica en esta zona del barrio, sin embargo, es posible que la zona deportiva no se encuentre estratégicamente ubicada para generar una conectividad ecológica o en su defecto, llegar a mitigar la temperatura superficial en este barrio.

Figura 15

Mapa de cruce de variables urbanas con el barrio Granada, y sus características relacionadas a las ICU.



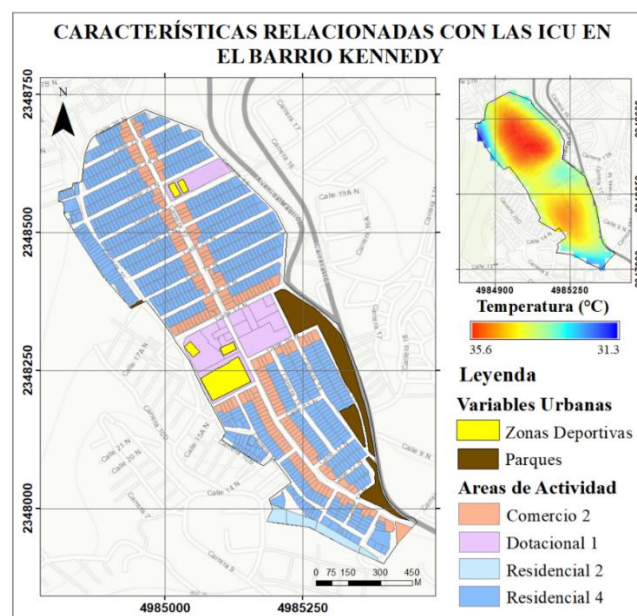
Nota. Características urbanas relacionadas con las ICU en el barrio Granada, Bucaramanga. El mapa principal muestra la distribución de las áreas de actividad (comercio, dotacional y residencial) y variables urbanas (zonas deportivas y zonas verdes). El mapa secundario presenta la temperatura superficial del barrio, con valores que oscilan entre 31,5 °C y 36,3 °C. Elaboración propia.

4.4.2.2 Kennedy

El segundo barrio con mayor intensidad térmica es el barrio Kennedy (Figura 16). Pertenece a la comuna 1 norte, mejor conocida como el “corazón del norte”. Posee una estructura urbana que comprende parques y zonas deportivas. La mayor zona urbana es ocupada por un área de actividad designada Residencial 4. Es un área de vivienda con actividad económica. La zona Comercial 2 es una zona comercial y de servicios livianos o al por menor, siendo esta el epicentro de la ICU en el barrio, por la alta actividad de microcomercio.

Figura 16

Mapa de cruce de variables urbanas con el barrio Kennedy y sus características relacionadas a las ICU



Nota. Características urbanas relacionadas con las ICU en el barrio Kennedy, Bucaramanga. El mapa principal muestra la distribución de las áreas de actividad (comercio, dotacional y residencial) y variables urbanas (zonas deportivas y parques). El mapa secundario presenta la temperatura superficial del barrio, con valores que oscilan entre 31,3 °C y 35,6 °C. Elaboración propia.

En comparación con el barrio Granada, este barrio carece de zonas verdes; además, el único parque se encuentra localizado en un borde del barrio, lo que sugiere que su capacidad de enfriamiento no se exporta homogéneamente hacia el interior del barrio, pero es en esta zona donde la temperatura logra disminuir. Las zonas deportivas son relativamente pequeñas y no compensan la pérdida de cobertura arbórea en las calles. Se presentan temperaturas aproximadas a los 35,6 °C en aquellas zonas donde predominan las residencias y carecen de zonas verdes o parques. Es probable que este barrio haya tenido una expansión urbana sin una correcta planificación de arbolado, lo que genera una mayor sensación de calor en viviendas, escuelas y la zona comercial localizada.

4.4.2.3 Gaitán

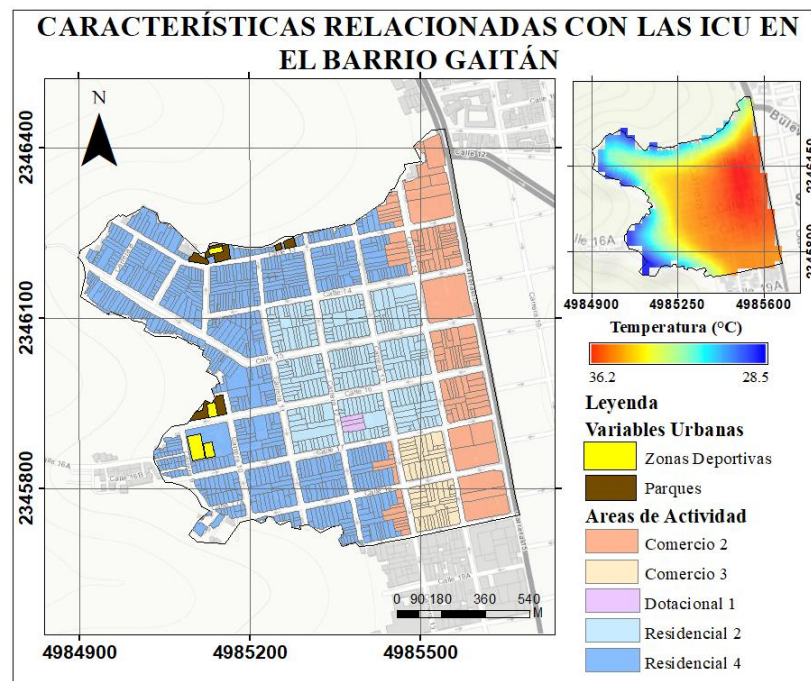
El barrio Gaitán hace parte de la comuna 4 occidental. En la Figura 17, se visualiza la predominancia del suelo en usos residenciales y de comercio, así como algunas zonas deportivas y parques dispersos.

Se evidencia una traza de manzanas sin espacios verdes interiores. En las zonas comerciales se observa acumulación de temperatura superficial y temperaturas que llegan a los 36,2 °C; la principal causa de las altas temperaturas se debe a que en esta zona predominan áreas de actividad de “Comercio 2 y 3” que corresponden a servicios livianos y pesados. Los pocos

parques que presenta este barrio tienen un tamaño reducido en comparación con la extensión total del área, lo que resulta insuficiente para minimizar la temperatura del entorno.

Figura 17

Mapa de cruce de variables urbanas con el barrio Gaitán, y sus características relacionadas a las ICU.



Nota. Características urbanas relacionadas con las ICU en el barrio Gaitán, Bucaramanga. El mapa principal muestra la distribución de las áreas de actividad (comercio, dotacional y residencial) y variables urbanas (zonas deportivas y parques). El mapa secundario presenta la temperatura superficial del barrio, con valores que oscilan entre 28,5 °C y 36,2 °C. Elaboración propia.

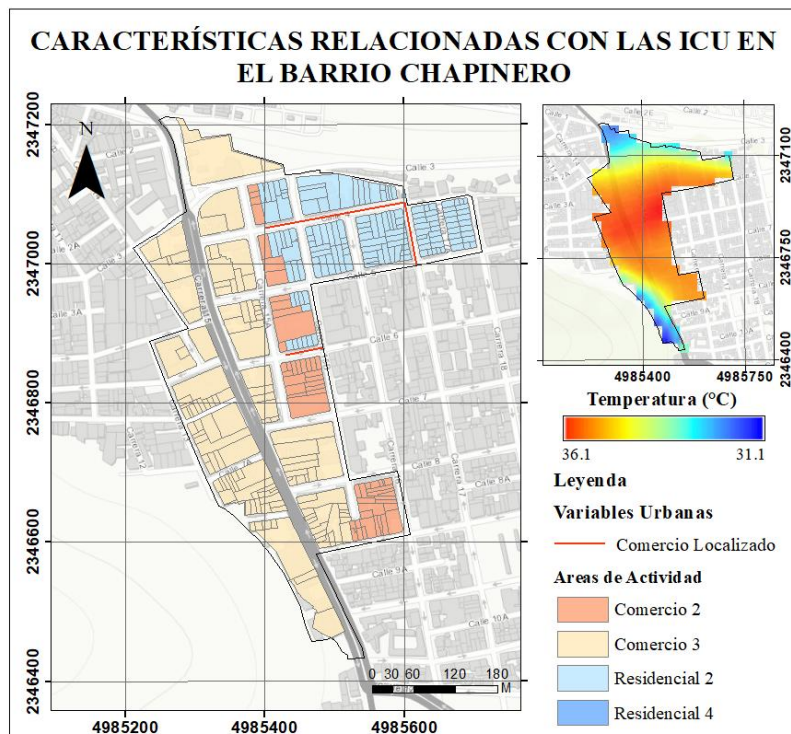
4.4.2.4 Chapinero

En el barrio Chapinero (Figura 18), en comparación con los barrios anteriormente descritos, vemos que existe una franja marcada por comercio localizado; además, se encuentra

dominada por áreas de comercio y zonas residenciales. Carecen en su totalidad de parques, zonas deportivas y zonas verdes.

Figura 18

Mapa de cruce de variables urbanas con el barrio Chapinero, y sus características relacionadas a las ICU.



Nota. Características urbanas relacionadas con las ICU en el barrio Chapinero, Bucaramanga. El mapa principal muestra la distribución de las áreas de actividad (Comercio 2, Comercio 3, Residencial 2 y Residencial 4) y comercio localizado. El mapa secundario presenta la temperatura superficial del barrio, con valores que oscilan entre 31.1 °C y 36.1 °C. Elaboración propia.

Las razones por las cuales este barrio presentó una alta intensidad térmica (36.1 °C) son la falta de zonas deportivas, parques y zonas verdes, ya que el calor generado por las zonas designadas a áreas de actividad de “Comercio 2 y 3” se superpone a aquellas manzanas con baja

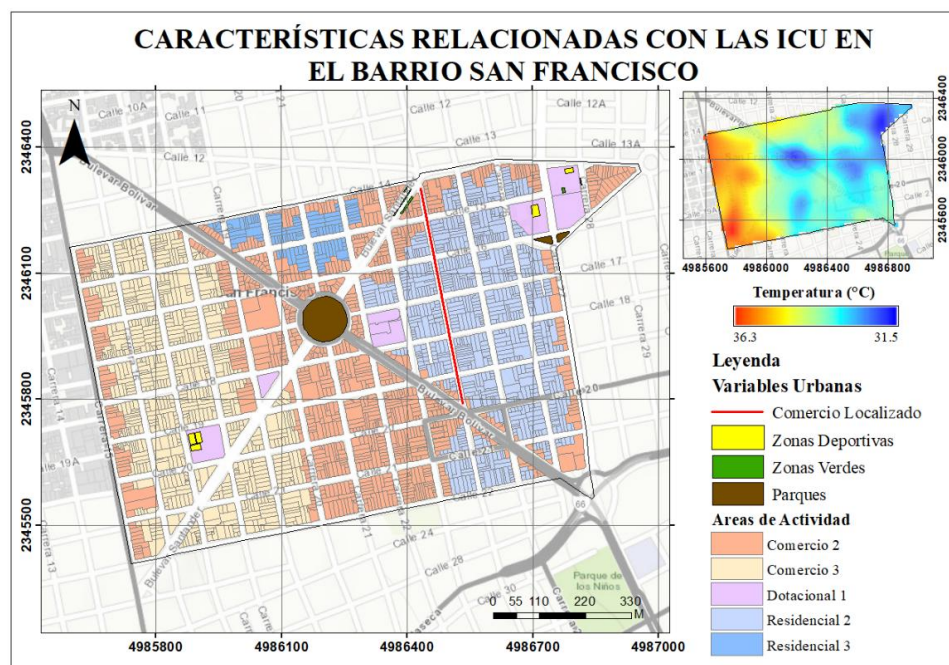
presencia de vegetación, además al ser un barrio donde predomine la actividad comercial es probable que presente alta actividad vial, lo que aumenta la emisión antropogénica de calor.

4.4.2.5 San Francisco

Finalmente, en la Figura 19 se visualiza el barrio San Francisco, el cual pertenece a la Comuna 3 San Francisco, este se articula en una zona donde predominan tanto actividad comercial como zona residencial, también se encuentran parques ubicados puntualmente y zonas deportivas pequeñas.

Figura 19

Mapa de cruce de variables urbanas con el barrio San Francisco, y sus características relacionadas a las ICU.



Nota. Características urbanas relacionadas con las ICU en el barrio San Francisco, Bucaramanga. El mapa principal muestra la distribución de las áreas de actividad (Comercio 2, Comercio 3, Dotacional 1, Residencial 2 y Residencial 3), comercio localizado y variables urbanas

(zonas deportivas, zonas verdes y parques). El mapa secundario presenta la temperatura superficial del barrio, con valores que oscilan entre 31,5 °C y 36,3 °C. Elaboración propia.

Una de las características llamativas de este barrio es el parque de San Francisco que, pese a estar ubicado en un espacio abierto y central, está rodeado por usos construidos densos y áreas de actividad correspondientes a “Comercio 2 y 3” que actúan como barrera térmica y es en estas zonas de uso comercial y dotacional donde se concentran las mayores temperaturas (36.3 °C). Del parque de San Francisco hacia aquellas zonas donde predominan áreas de actividad residencial se tienen temperaturas más frescas, demostrando que, la articulación de parques y zonas verdes sí contribuye al control o disminución de temperaturas altas.

4.5 Relación contexto geológico y geomorfológico

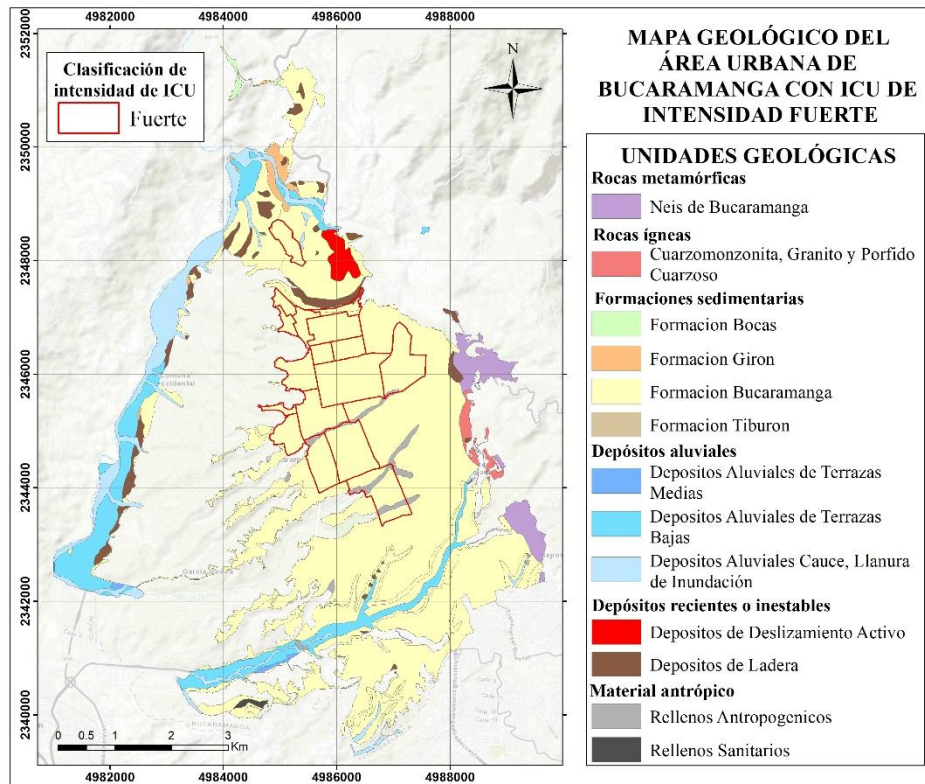
Para entender por qué Bucaramanga presenta temperaturas más altas en ciertos sectores, no basta con considerar únicamente la densidad de edificaciones o la cobertura vegetal. También es necesario tener en cuenta factores, como el suelo, la historia geológica del área y la forma del relieve, los cuales influyen en la distribución espacial de la temperatura y en la intensidad de las ICU (Oke, 1987). A lo largo de este estudio se identificaron patrones térmicos claros que, al compararse con el mapa geológico y el mapa geomorfológico del área urbana, evidencian una relación relevante para el análisis.

4.5.1 Unidades litológicas y su rol en la retención de temperatura superficial

El mapa geológico del área urbana de Bucaramanga (Figura 20) muestra las unidades litológicas sobre las que se asienta la totalidad del área urbana; se observan los barrios que presentan el fenómeno de las ICU identificados en este estudio, lo cual permite identificar cuatro unidades de especial relevancia: la Formación Bucaramanga, los depósitos aluviales de terrazas bajas, los depósitos de ladera y los rellenos antrópicos.

Figura 20

Mapa geológico de área urbana de Bucaramanga con los barrios que presentan el fenómeno de las ICU con una intensidad fuerte



Nota. Distribución espacial de las unidades geológicas presentes en el área urbana de Bucaramanga, incluyendo rocas ígneas, metamórficas, formaciones sedimentarias, depósitos aluviales, depósitos recientes o inestables y material antrópico con los barrios que presentan el fenómeno de las ICU con una intensidad fuerte. Elaboración propia con base en cartografía geológica.

Diversos estudios han demostrado que las propiedades físicas del sustrato influyen en la distribución espacial de la temperatura superficial. La conductividad térmica, la capacidad de almacenamiento de agua, el albedo y la presencia de cobertura vegetal condicionan la capacidad

de los materiales para absorber, disipar o retener energía térmica (Oke, 1987; Weng et al., 2004; Dong et al., 2022; Ji et al., 2024).

La Formación Bucaramanga, unidad predominante bajo las zonas de ICU fuerte, corresponde a un depósito aluvial conformado por los miembros Órganos, Finos, Gravoso y Limos Rojos, compuestos principalmente por gravas, arenas, limos y niveles arcillosos (Solano Ávila, 2016). La presencia de sedimentos finos, sumada a la elevada impermeabilización superficial del entorno urbano, favorece una menor disipación del calor hacia el subsuelo y contribuye a la persistencia de temperaturas elevadas (Dong et al., 2022; Ji et al., 2024; Oke, 1987).

Los depósitos aluviales de terrazas bajas poseen condiciones naturales favorables para la regulación térmica debido a su capacidad de almacenamiento hídrico. Sin embargo, la urbanización y el reemplazo de superficies permeables por coberturas artificiales reducen significativamente los procesos de evapotranspiración, disminuyendo dicho efecto regulador (Bowler et al., 2010; Weng et al., 2004).

Por su parte, los depósitos de ladera corresponden a acumulaciones coluviales compuestas por bloques, cantos, gravas, arenas y finos (CDMB, 2025). Cuando estas superficies presentan escasa cobertura vegetal, la absorción de radiación solar aumenta y se intensifican las respuestas térmicas superficiales (Oke, 1987; Weng, 2009).

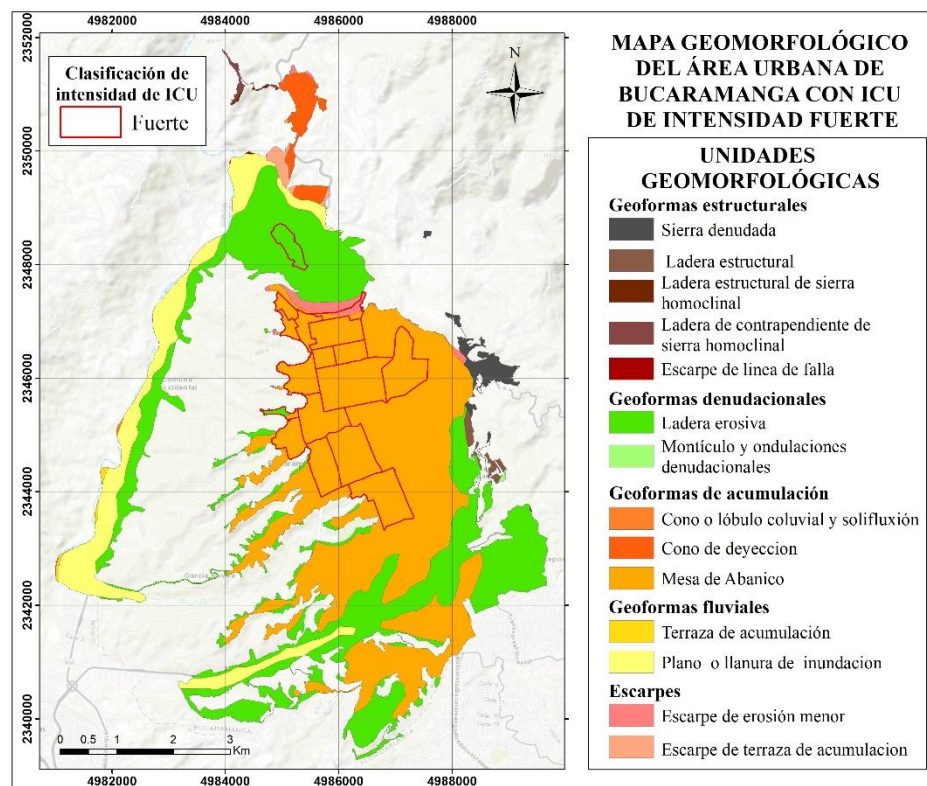
Finalmente, los rellenos antrópicos corresponden a materiales de aportación artificial generados por la actividad humana, compuestos principalmente por excedentes de movimientos de tierra, escombros y residuos de construcción y demolición (MITMA, 2021). La presencia de materiales artificiales asociados a superficies urbanizadas favorece una mayor absorción y almacenamiento de energía térmica, contribuyendo al desarrollo local de las ICU (Lee y Kim, 2022; Oke, 1987).

4.5.2 Geoformas urbanas y su influencia en la acumulación de temperatura superficial

El mapa geomorfológico del área urbana de Bucaramanga (Figura 20) muestra las geoformas sobre las que se asienta la totalidad del área urbana; se observan los barrios que presentan el fenómeno de las ICU identificados en este estudio, lo cual permite identificar cuatro geoformas de especial relevancia: la Mesa de Abanico, el Escarpe de Erosión Menor y la Ladera Erosiva.

Figura 21

Mapa geomorfológico del área urbana de Bucaramanga con los barrios que presentan el fenómeno de las ICU con una intensidad fuerte



Nota. Distribución espacial de las unidades geomorfológicas del área urbana de Bucaramanga, clasificadas en geomorfas estructurales, denudacionales, de acumulación, fluviales

y escarpes con los barrios que presentan el fenómeno de las ICU con una intensidad fuerte. Elaboración propia con base en cartografía geomorfológica.

La Mesa de Abanico presenta la mayor correspondencia espacial con las zonas de ICU fuerte. Esta geoforma se originó por la acumulación de sedimentos transportados y depositados por corrientes fluviales, generando una superficie amplia y relativamente plana sobre la cual se desarrolló gran parte de la ciudad (Reyes y Álvarez, 2007). Diversos estudios han demostrado que las superficies urbanas planas favorecen la acumulación de temperatura superficial al limitar la ventilación natural y concentrar extensas áreas impermeabilizadas, factores que incrementan la temperatura superficial y la intensidad de las ICU (Lee y Kim, 2022; Aithal et al., 2025; Li et al., 2025).

Por su parte, el Escarpe de Erosión Menor y la Ladera Erosiva corresponden a geoformas denudacionales asociadas a procesos de erosión, meteorización y remoción en masa, caracterizadas por la presencia de suelos expuestos y coberturas vegetales discontinuas (SGC, 2014; IGAC, 2014). Estas condiciones favorecen una mayor absorción de radiación solar y reducen el enfriamiento asociado a la evapotranspiración, lo que se traduce en temperaturas superficiales elevadas. Estudios realizados tanto a escala internacional como en Bucaramanga han evidenciado que las áreas con escasa cobertura vegetal presentan valores de LST significativamente mayores y comportamientos térmicos similares a los observados en superficies urbanas impermeabilizadas (Weng et al., 2004; Weng, 2009; Villamil-Almeida et al., 2020; Hernández, 2013; Velasco, 2016). Asimismo, la ausencia de vegetación limita uno de los principales mecanismos naturales de regulación térmica, favoreciendo la persistencia e intensificación del efecto ICU (Bowler et al., 2010).

La distribución de las pendientes condiciona el uso del suelo y las coberturas superficiales en el área urbana de Bucaramanga. De acuerdo con la caracterización geomorfológica del territorio, la ciudad se emplaza sobre una mesa de abanico delimitada por escarpes y laderas con pendientes que varían desde superficies planas y suavemente inclinadas hasta sectores de alta inclinación. Esta configuración geomorfológica favorece el desarrollo urbano sobre las áreas de menor pendiente, donde se localiza la mayor parte de la infraestructura y las zonas con mayor densidad constructiva (He et al., 2024). En concordancia con los resultados obtenidos, estos sectores registraron las temperaturas superficiales más elevadas, comportamiento asociado al predominio de superficies impermeables con mayor capacidad para absorber y retener energía térmica. Por el contrario, las zonas ubicadas hacia las laderas presentaron temperaturas relativamente menores, asociadas a una mayor cobertura vegetal y una menor intervención antrópica.

5. Propuestas de mitigación

El propósito central de esta etapa es transformar el diagnóstico en acciones específicas que partan del concepto de infraestructura verde y Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN), entendidas como un conjunto de acciones planificadas que integran el componente natural dentro de un contexto urbano para regular la temperatura, mejorar la calidad del aire y promover la resiliencia climática (Zucchetti et al., 2020). Se tienen en cuenta los barrios más afectados (Granada, Kennedy, Gaitán, Chapinero y San Francisco), o aquellos que registraron la mayor intensidad térmica en el análisis de temperatura superficial terrestre y clasificación de ICU.

Se presentan las propuestas de mitigación orientadas a reducir los efectos del fenómeno de las ICU identificadas en el área urbana de Bucaramanga, en la Tabla 8. La información se organiza de acuerdo con la estrategia propuesta, el impacto esperado sobre la mitigación del fenómeno de

las ICU y la prioridad de implementación asignada. Esta priorización se estableció con base en los resultados obtenidos durante el análisis geoespacial, considerando la capacidad de cada estrategia para intervenir sobre los principales factores asociados a la formación e intensificación de las ICU en el área urbana de Bucaramanga. En este sentido, las estrategias de prioridad alta corresponden a aquellas con mayor potencial para contrarrestar los efectos directos de la temperatura superficial, mientras que las de prioridad media complementan las acciones estructurales mediante instrumentos de gestión, participación e incentivos que favorecen la sostenibilidad y permanencia de las medidas de mitigación en el tiempo.

Tabla 8

Propuestas de mitigación para las islas de calor urbanas: impacto esperado y nivel de prioridad

Estrategia	Propuesta de mitigación	Impacto esperado	Prioridad
Infraestructura verde urbana	Implementar una arborización planificada mediante especies nativas de gran copa en andenes, separadores y vías principales; promover la instalación de vegetación vertical y cubiertas verdes; y establecer corredores verdes urbanos que conecten parques y zonas deportivas, especialmente en los barrios Gaitán y Kennedy.	Reducción de la temperatura superficial y del aire mediante el incremento de la cobertura vegetal, la generación de sombra y el aumento de la evapotranspiración (Bowler et al., 2010). Además, se espera mejorar el confort térmico, la biodiversidad urbana y la conectividad ecológica.	Alta
Gestión sostenible del espacio público y superficies urbanas	Implementar pavimentos fríos o reflectantes en andenes, parques y zonas comerciales; incorporar pavimentos permeables que favorezcan la infiltración del agua lluvia; y promover diseños climáticos como pérgolas verdes para mejorar la ventilación urbana.	Disminución de la absorción y almacenamiento de calor en las superficies urbanas (Oke, 1987), reducción de la escorrentía superficial y mejor regulación térmica del espacio público.	Alta
Participación ciudadana y educación ambiental	Fortalecer la participación comunitaria mediante programas de adopción de árboles, mantenimiento de jardines barriales, talleres, campañas educativas y actividades de sensibilización sobre la relación entre vegetación, materiales urbanos y temperatura ambiental.	Mayor apropiación social de las estrategias de mitigación, fortalecimiento de la cultura ambiental y garantía del mantenimiento y sostenibilidad de las intervenciones implementadas.	Media
Incentivos para la implementación de las estrategias	Establecer incentivos dirigidos a empresas, comercios e industrias que implementen cubiertas verdes, fachadas verdes, techos fríos reflectantes y demás soluciones de infraestructura sostenible, mediante beneficios técnicos, administrativos o financieros.	Incremento en la adopción de soluciones sostenibles por parte del sector privado, favoreciendo la mitigación de las ICU y el fortalecimiento de las acciones de adaptación al cambio climático urbano.	Media

Nota. Elaboración propia. Las propuestas de mitigación se formularon con base en los resultados de la presente investigación y en los aportes de Bowler et al. (2010) y Oke (1987).

6. Conclusiones

El análisis de los registros históricos de las tres estaciones meteorológicas del Área Metropolitana de Bucaramanga permitió caracterizar las tendencias y la variabilidad temporal de la temperatura máxima y mínima. Las condiciones térmicas más elevadas se presentan entre los meses de julio y septiembre. Por otra parte, las temperaturas más bajas se registran durante el periodo comprendido entre noviembre y enero.

El procesamiento de las imágenes Landsat 8 para el periodo 2020–2024 permitió identificar las zonas de mayor intensidad térmica en el área urbana de Bucaramanga. Los resultados muestran una tendencia al incremento de la temperatura superficial, con un máximo de 36,36 °C registrado en 2023. Las zonas con mayor acumulación de temperatura superficial se concentran en el sector central de la ciudad, caracterizado por alta densidad urbana y escasa cobertura vegetal, mientras que las áreas periféricas muestran valores térmicos significativamente menores asociados a mayor presencia de vegetación y humedad superficial.

El análisis geoespacial permitió identificar las ICU en Bucaramanga; a partir del cálculo de la diferencia térmica promedio para el periodo 2020–2024, se identificaron 17 barrios con ICU de intensidad fuerte, concentrados principalmente en el sector central de la ciudad, coincidiendo espacialmente con las zonas de mayor densidad comercial y menor cobertura vegetal. Los valores más críticos se registraron en Granada y Kennedy (5,56 °C cada uno), seguidos de Gaitán (5,43 °C). El análisis detallado por barrio confirmó que la presencia de usos comerciales intensivos y la escasa o nula disponibilidad de parques y zonas verdes son los factores que explican la formación y persistencia del fenómeno. Por el contrario, los sectores periféricos con mayor presencia de

vegetación y menor urbanización registran diferencias térmicas inferiores a 2 °C, clasificadas como ICU de intensidad débil. El cruce con variables del POT evidenció además que los parques y espacios verdes existentes contribuyen al enfriamiento local, aunque su tamaño reducido y ubicación limitan su capacidad de mitigación sobre las zonas más afectadas.

Las cuatro estrategias de mitigación propuestas para los barrios más afectados de Bucaramanga articulan intervenciones complementarias enmarcadas en las SBN. La arborización planificada con especies nativas, la implementación de pavimentos fríos y permeables, los programas de educación ambiental y el sistema de incentivos para comercios y empresas constituyen acciones que buscan reducir la intensidad térmica en los sectores más afectados, mejorar las condiciones térmicas y fortalecer la adaptabilidad climática urbana.

7. Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, se propone una serie de recomendaciones orientadas tanto al fortalecimiento metodológico de futuros análisis como a la aplicación práctica de la información generada en el contexto urbano de Bucaramanga.

En primer lugar, se recomienda dar continuidad al análisis mediante el uso de imágenes satelitales de mayor resolución espacial y temporal, como las provenientes de la misión Sentinel, con el fin de comparar los resultados derivados obtenidos en este proyecto con imágenes Landsat y evaluar posibles variaciones en la estimación de la temperatura superficial.

De igual manera, se sugiere integrar variables adicionales relacionadas con la dinámica urbana, tales como la densidad de edificaciones, la altura de las construcciones y las condiciones de ventilación, con el propósito de obtener una visión más completa de los factores que influyen en la distribución espacial de las ICU. En el componente geológico, se recomienda profundizar en la caracterización del sustrato mediante estudios más detallados de sus propiedades, especialmente

en sectores donde la cobertura urbana no ha modificado completamente las condiciones naturales del suelo.

En términos de aplicación, los resultados de este estudio pueden ser utilizados como insumo para la planificación urbana en el municipio de Bucaramanga, particularmente en la identificación de zonas prioritarias para la implementación de estrategias de mitigación, como el incremento de la cobertura vegetal, el uso de materiales más permeables y la recuperación de corredores verdes. En este sentido, se sugiere a la administración municipal considerar la integración de este tipo de análisis en instrumentos de gestión territorial y ambiental.

Por último, se recomienda establecer un sistema de monitoreo continuo de la temperatura superficial urbana que permita evaluar la evolución del fenómeno de las ICU y la efectividad de las medidas implementadas, así como ampliar el análisis a otros municipios del área metropolitana con el fin de comparar patrones y comprender el comportamiento del fenómeno a escala regional.

Referencias bibliográficas

- Aithal et al. (2025). Urban heat island linkages with landscape morphology. Scientific Reports, 15. <https://www.nature.com/articles/s41598-025-09141-5>
- Alcaldía de Bucaramanga. (2014). *Plan de Ordenamiento Territorial (POT) 2014–2027*.
- Alcaldía de Bucaramanga. (2023). *Política Pública Ambiental de Bucaramanga: Documento técnico*. https://www.bucaramanga.gov.co/wp-content/uploads/2023/10/DOCUMENTO-TECNICO-POLITICA-PUBLICA-AMBIENTAL_VFINAL-2023.pdf
- Aragón, J. A., Rodríguez, E. D., Varon, G. A. y Sánchez, G. A. (2020). Análisis de islas de calor por medio de imágenes satelitales y sistemas de información geográficos en el área urbana de la sabana de Bogotá. In *geographicalia* (vol. 72).
- Arana Mallma, G. R. (2018). Isla de calor urbano superficial en las ciudades de Huancayo y Arequipa durante 2001-2016 (Tesis de grado, Universidad Alas Peruanas, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Huancayo, Perú). Repositorio de la Universidad Alas Peruanas.
- Avdan, U., y Jovanovska, G. (2016). Algorithm for automated mapping of land surface temperature using Landsat 8 satellite data. *Journal of Sensors*, 2016, 1–8. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2016/1480307>
- Awange, J. y Kiema, J. (2019). *Fundamentals of GIS*.
- Barrero Ramírez, M. E. y Flórez Rodríguez, N. S. (2014). Identificación y caracterización del efecto isla de calor en la ciudad de Bucaramanga, Santander, y su incidencia en el confort térmico [Trabajo de grado, Universidad de La Salle]. <https://ciencia.lasalle.edu.co/items/c7ba2fc2-6866-4907-800d-78ce1254cad>

- Basurto Villafuerte, J. P. L. y Chirinos Hurtado, C. A. (2022). Propuesta de concreto con adición de diatomita que aumenta la reflectancia en pavimentos para mitigar el efecto isla de calor en zonas urbanas de Lima [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/entities/publication/73007177-6407-5cba-b927-07ad905fdf62>
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M. y Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of empirical evidence. In *Landscape and Urban Planning* (Vol. 97, Issue 3). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204610001234?via%3Dihub>
- Carvajal Téllez, R. A. (2020). Análisis de la isla de calor urbana a nivel de superficie y de dosel en el periodo de 1981 a 2015 para la ciudad de Bogotá Colombia. <https://repository.udca.edu.co/entities/publication/66090633-2db9-4788-922e-bc61b9036278>
- Castillo Ortiz, M. A. y Méndez-Gómez, J. A. (2024). *Diferencias en el fenómeno de isla de calor y polución urbana en zonas verdes y comerciales* [Trabajo de grado, Universidad Pontificia Bolivariana]. Grupo de Investigación de Ingeniería Civil – GRINDIC. <https://investigacion.upb.edu.co/es/publications/bucaramanga-diferencias-en-el-fen%C3%B3meno-de-isla-de-calor-y-poluci%C3%B3n/>
- Córdova, K. (2011). Heat Island Impacts, and Urban Heat Islands in the Environment and Human Health. Comparative Seasonal Analysis: Caracas, October 2009, March 2010. *Revista Terra*, 27(42).

- Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). (2025). *Actualización del Plan de Manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) de Bucaramanga: Documento técnico de soporte*. CDMB.
- Cristian Salas Pérez y Daniel Felipe Coy Castro. (2019). Análisis espacial de islas de calor en la ciudad de Bogotá: los efectos de la urbanización, un estudio desde la teledetección. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- Matthaeis, P. (2020). Earth microwave remote sensing and the electromagnetic spectrum. ITU News, 6.
- Dong, B., Cao, H., Zhang, T., Li, K., y Dou, Z. (2022). Study on the Thermophysical Properties and Influencing Factors of Regional Surface Shallow Rock and Soil in China. *Frontiers in Earth Science*, 10, 864548. <https://www.frontiersin.org/journals/earth-science/articles/10.3389/feart.2022.864548/full>
- Fernández F. 1996. Manual de climatología aplicada. Clima, medio ambiente y planificación. Madrid, España: Editorial Síntesis.
- Fu, Q., Zheng, Z., Sarker, M. N. I. y Lv, Y. (2024). Combating urban heat: Systematic review of urban resilience and adaptation strategies. *Heliyon*, 10(17). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024130320>
- Garzón Barrero, J. (2023). Caracterización del fenómeno de islas de calor urbano en una ciudad tropical andina colombiana (Cartago, Valle del Cauca) integrando variables ambientales (Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid). Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica de Madrid. <https://oa.upm.es/76886/>
- Gualdrón Díaz, L. A. (2023). Análisis de islas de calor urbanas mediante imágenes satelitales e información georreferenciada en la ciudad de Bucaramanga, su materialidad y

recomendaciones [Universidad Santo Tomás].

<https://repository.usta.edu.co/items/4762eba0-cdf3-43ec-84ac-53b3a4662ced>

He, T., Wang, N., Chen, J., Wu, F., Xu, X., Liu, L., Han, D., Sun, Z., Lu, Y., Hao, Y., & Qiao, Z. (2024). *Direct and indirect impacts of land use/cover change on urban heat environment: A 15-year panel data study across 365 Chinese cities during summer daytime and nighttime.* *Landscape Ecology*, 39, Article 67. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-024-01807-1>

Hernández Pedraza, M. L. (2013). Identificación de islas de calor y su influencia en el ambiente atmosférico de la ciudad de Bucaramanga [Universidad Industrial de Santander]. <https://noesis.uis.edu.co/items/a1277da2-8b39-4b10-b826-2cfa4da06911>

Hyndavi, A., James, L., Anjaneyulu, R. V. G., Suresh, S., Rao, C. V., & Bothale, VM. (2019). *Evolution of value addition process for generation of Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) product – A case study.* En *2019 IEEE Recent Advances in Geoscience and Remote Sensing: Technologies, Standards and Applications (TENGARSS)*. IEEE. https://www.researchgate.net/publication/338949393_Evolution_of_value_addition_process_for_generation_of_Normalised_Difference_Vegetation_Index_NDVI_product_-_A_case_study

ICLEI América del Sur, ICLEI Colombia, World Resources Institute, Instituto Alexander von Humboldt, y Alcaldía de Bucaramanga. (2023). Análisis de riesgo y vulnerabilidad climática con enfoque ecosistémico: Bucaramanga. ICLEI América del Sur.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2014). *Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso*. Bogotá, D.C. IGAC.

- Jeevalakshmi, D., Reddy, S. N. y Manikiam, B. (2016). Land cover classification based on NDVI using LANDSAT8 time series: A case study Tirupati region. International Conference on Communication and Signal Processing, ICCSP 2016. https://www.researchgate.net/publication/311252665_Land_cover_classification_based_on_NDVI_using_LANDSAT8_time_series_A_case_study_Tirupati_region
- Jensen, J. R. (2009). Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, 2nd Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Ji, M.-L., Wei, S.-C., Zhang, W., Liu, F., Liao, Y.-Z., Yuan, R.-X., Yan, X.-X., & Li, L. (2024). Characterization of rock thermophysical properties and factors affecting thermal conductivity: a case study of Datong Basin, China. Journal of Groundwater Science and Engineering, 12(1), 4–15. <https://www.sciopen.com/article/10.26599/JGSE.2024.9280002>
- Joon, B. K. y Jin-Duk, L. (2017). Consideration of NDVI and surface temperature calculation from satellite imagery in urban areas: A case study for Gumi, Korea. Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography, 35(1).
- Lee, S. H. y Kim, D. (2022). Multidisciplinary Understanding of the Urban Heating Problem and Mitigation: A Conceptual Framework for Urban Planning. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(16). <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/16/10249>
- María Sánchez. (2023). Mitigar la isla de calor urbana paso a paso [Universidad Politécnica de Madrid]. https://oa.upm.es/75615/1/TFG_Jun23_Sanchez_Sanchez_Maria.pdf
- María Belén Sosa. (2018). Estrategias de mitigación de la isla de calor. Universidad Nacional de Salta.

- Mercado Maldonado, L. y Marincic Lovriha, I. (2023). Isla de calor urbana en ciudades del desierto continental. Estrategias de mitigación. Isla de calor urbana en ciudades del desierto continental. Estrategias de mitigación. Ediciones Comunicación Científica; Universidad de Sonora. <https://comunicacion-cientifica.com/libros/isla-de-calor-urbana-en-ciudades-del-desierto-continental/>
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (MITMA). (2021). Anejo N.º 2. Geología, geotecnia y estudio de materiales. Gobierno de España.
- Mohamed, A. A., Odindi, J. y Mutanga, O. (2017). Land surface temperature and emissivity estimation for Urban Heat Island assessment using medium- and low-resolution space-borne sensors: A review. In Geocarto International (Vol. 32, Issue 4). <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10106049.2016.1155657>
- National Aeronautics and Space Administration. (2023). *Landsat 8*. <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-8/>
- Oke, T. R. (1987). Boundary layer climates (2nd ed.). Routledge. <https://www.chonlatit.com/data/air/BoundaryLayerClimate.pdf>
- Pons, X., Cea, C., González-Guerrero, Ó., y Cristóbal, J. (2024). Consideraciones sobre la colección 2 de Landsat. En I. Caballero, G. Navarro, L. Barbero y J. Gómez-Enri (Eds.), Teledetección y cambio global: Retos y oportunidades para un crecimiento azul (pp. 705–708). Universidad de Cádiz.
- Qin, Z., Karnieli, A. y Berliner, P. (2001). A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region. International Journal of Remote Sensing, 22(18). <https://www.researchgate.net/publication/261592032>

- Ramírez Mosquera, J. (2024). Caracterización multitemporal de las islas de calor urbanas en el Área Metropolitana de Bucaramanga en el periodo 2000–2020 [Trabajo de grado, Universidad del Valle].
- Reyes Mendoza, G. A., y Álvarez Bustos, M. I. (2007). Bucaramanga. En *el entorno natural de 17 ciudades de Colombia*. Universidad EAFIT e INGEOMINAS.
- Servicio Geológico Colombiano. (SGC). (2014). *Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000*. Servicio Geológico Colombiano.
- Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C. y Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, 90(4).
<https://www.researchgate.net/publication/222663745>
- Solano Ávila, L. A. (2016). Estudio de proveniencia de los sedimentos de la Formación Bucaramanga al sur del río Frío, en los municipios de Floridablanca y Girón, Santander. Universidad Industrial de Santander.
- Stewart, I. D., y Mills, G. (2021). The urban heat island: A guidebook. Elsevier. https://urban-climate.org/wp-content/uploads/2023/10/Stewart_Mills_UHI_Guidebook_2021.pdf
- Tiwari, S., Kushwaha, P. K., Saraswat, A., Gupta, S., Vashisht, S., y Singh, Y. (2023). Remote Sensing: A Comprehensive Overview of Principles and Applications. 2023 10th IEEE Uttar Pradesh Section International Conference on Electrical, Electronics, and Computer Engineering, UPCON 2023. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10434778>
- Ullah, W., Ahmad, K., Ullah, S., Tahir, A. A., Javed, M. F., Nazir, A., Abbasi, A. M., Aziz, M., y Mohamed, A. (2023). Analysis of the relationship among land surface temperature (LST), land use land cover (LULC), and normalized difference vegetation index (NDVI) with

- topographic elements in the lower Himalayan region. *Heliyon*, 9(2), e13322.
[https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(23\)00529-7?](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(23)00529-7?)
- U.S. Geological Survey. (USGS). (s. f.). Landsat Collection 2 surface reflectance.
<https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-collection-2-surface-reflectance>
- U.S. Geological Survey. (USGS). (2024). *Landsat 8–9 Data Users Handbook*. U.S. Geological Survey. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8-9>
- Vargo, J., Stone, B., Habeeb, D., Liu, P. y Russell, A. (2016). The social and spatial distribution of temperature-related health impacts from urban heat island reduction policies. *Environmental Science and Policy*, 66.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1462901116305627?via%3Dihub>
- Velasco Mantilla, G. A. (2016). Análisis del fenómeno de islas de calor en el centro de la ciudad de Bucaramanga [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander].
<https://noesis.uis.edu.co/items/2928cfcf-83df-4bbb-9f98-7d8f3ecf838c>
- Villamil-Almeida, H. J., Blanco-Mantilla, K. A., Salah-García, O. Y., y García-Sánchez, C. E. (2020). Caracterización de la isla de calor urbana en Bucaramanga, Colombia, monitoreando temperatura en tiempo real. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (97), 10–21.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/339212>
- Wypych (2007), Sebastian. Factors controlling urban climate. Consultado en:
<http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2.html>
- Weng, Q., Lu, D. y Schubring, J. (2004). Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment*, 89(4). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425703003390>

- Weng, Q. (2009). Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: Methods, applications, and trends. In ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing (Vol. 64, Issue 4).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092427160900046X>
- Zhou, D., Zhao, S., Liu, S., Zhang, L. y Zhu, C. (2014). Surface urban heat island in China's 32 major cities: Spatial patterns and drivers. Remote Sensing of Environment, 152, 51–61.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425714002053?via%3Dihub>
- Zucchetti, A, Hartmann, N, Alcantara, T, Gonzales, P, Cánepa, M, Gutierrez, C (2020). Infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación al cambio climático. Prácticas inspiradoras en ciudades de Perú, Chile y Argentina.

Apéndices

Apéndice A

Tablas de la diferencia de temperatura con la clasificación de intensidad del periodo 2020-2024.

2020					2020				
NOMBRE	CÓDIGO	MAX	ΔT (°C)	INTENSIDAD	NOMBRE	CÓDIGO	MAX	ΔT (°C)	INTENSIDAD
GRANADA	58	34.00	6.96	Muy fuerte	COLSEGUROS NORTE	29	28.74	1.71	Débil
GAITAN	51	33.93	6.90	Muy fuerte	VILLA HELENA	16	28.70	1.67	Débil
KENNEDY	148	33.82	6.79	Muy fuerte	MIRADOR NORTE	19	28.69	1.66	Débil
CHAPINERO	44	33.68	6.64	Muy fuerte	LA ESMERALDA	89	28.43	1.39	Débil
SAN RAFAEL	43	33.63	6.59	Muy fuerte	BRISAS DEL MUTIS	114	28.37	1.33	Débil
SAN FRANCISCO	52	33.46	6.43	Muy fuerte	LA VICTORIA	92	28.33	1.30	Débil
COMUNEROS	45	33.11	6.07	Muy fuerte	LA VICTORIA	100	28.28	1.24	Débil
GIRARDOT	65	32.86	5.82	Fuerte	CANELOS	107	28.16	1.13	Débil
NORTE BAJO	36	32.77	5.74	Fuerte	BOLARQUI	82	28.16	1.12	Débil
MODELO	50	32.53	5.50	Fuerte	CIUDAD BOLIVAR	106	28.02	0.99	Débil
MUTUALIDAD	49	32.45	5.41	Fuerte	PABLON	3	28.00	0.96	Débil
ALTOS DEL KENNEDY	12	32.39	5.35	Fuerte	JOSE MARIA CORDOBA	20	27.85	0.82	Débil
NARINO	64	32.13	5.09	Fuerte	EL DIVISO	182	27.82	0.79	Débil
LA INDEPENDENCIA	41	32.11	5.08	Fuerte	JARDIN	170	27.70	0.67	Débil
VILLA MERCEDES	40	31.91	4.88	Fuerte	VEGAS DE MORRORICO	179	27.52	0.48	Débil
TRANSICION	39	31.76	4.73	Fuerte	LA GLORIA	55	27.45	0.41	Débil
OMAGA I	23	31.76	4.73	Fuerte	LOS PINOS	181	27.44	0.40	Débil
CENTRO	66	31.76	4.72	Fuerte	CAMPESTRE	79	27.39	0.36	Débil
UNIVERSIDAD	48	31.72	4.69	Fuerte	CINAL	47	27.33	0.29	Débil
GARCIA ROVIRA	68	31.67	4.63	Fuerte	PABLO VI	110	27.24	0.20	Débil
LA JUVENTUD	34	31.66	4.63	Fuerte	ESTORAQUES	122	27.18	0.14	Débil
CAFE MADRID	6	31.61	4.57	Fuerte	LOS HEROES	109	27.15	0.11	Débil
CLAVERIANO	158	31.60	4.56	Fuerte	MANZANARES	115	27.13	0.10	Débil
LA CONCORDIA	78	31.55	4.52	Fuerte	NAPOLES	71	27.12	0.08	Débil
LA CEMENTO	11	31.55	4.51	Fuerte	DON BOSCO	80	27.10	0.07	Débil
MIRADOR DEL KENNEDY	14	31.50	4.46	Fuerte	SAN GERARDO I	97	27.07	0.03	Débil
OLAS BAJAS	13	31.41	4.38	Fuerte	BALCONCITOS	96	27.02	-0.02	Débil
OLAS II	37	31.27	4.24	Fuerte	ALBANIA	184	26.99	-0.05	Débil
VILLA MARIA	147	31.26	4.22	Fuerte	PUERTA DEL SOL	94	26.91	-0.13	Débil
OLAS ALTAS	17	31.24	4.20	Fuerte	EL ROCIO	135	26.90	-0.14	Débil
REGADERO NORTE	21	31.15	4.12	Fuerte	ANTONIA SANTOS SUR	99	26.68	-0.36	Débil
13 DE JUNIO	152	31.14	4.10	Fuerte	PUERTO RICO	46	26.58	-0.45	Débil
ESPERANZA I	31	31.14	4.10	Fuerte	CABECERA DEL LLANO	171	26.32	-0.71	Débil
SAN CRISTOBAL	35	31.12	4.08	Fuerte	LA SALLE	98	26.31	-0.72	Débil
PIO XII	72	31.07	4.04	Fuerte	DELICIAS	187	26.09	-0.94	Débil
BOSQUE NORTE	38	31.06	4.02	Fuerte	DIAMANTE II	113	26.05	-0.99	Débil
ALTOS DEL PROGRESO	149	31.02	3.98	Moderado	MALPASO	190	26.01	-1.03	Débil
TIBIGARO	151	31.00	3.96	Moderado	LA FLORESTA	169	25.98	-1.06	Débil
NEUEVA COLOMBIA	42	30.98	3.95	Moderado	CONUCOS	91	25.97	-1.06	Débil
VILLA ROSA	15	30.96	3.93	Moderado	SAN LUIS	125	25.92	-1.12	Débil
MONEQUE	33	30.93	3.90	Moderado	SAN PEDRO	104	25.91	-1.12	Débil
MIRAMAR	30	30.83	3.80	Moderado	PLAZUELA REAL	117	25.91	-1.12	Débil
MARIA PAZ	25	30.82	3.79	Moderado	MANUELA BELTRAN	188	25.91	-1.13	Débil
BETANIA	159	30.76	3.72	Moderado	VILLA SARA	142	25.90	-1.13	Débil
CAMPO HERMOSO	154	30.75	3.71	Moderado	HACIENDA SAN JUAN	186	25.89	-1.14	Débil
EL PLAN	32	30.73	3.69	Moderado	TERRAZAS	81	25.85	-1.19	Débil
ALFONSO LOPEZ	77	30.71	3.68	Moderado	LOS ROBLES	140	25.83	-1.20	Débil
LA PLAYA	7	30.63	3.59	Moderado	CIUDAD PERDIDA	74	25.83	-1.21	Débil
GALAN	54	30.59	3.56	Moderado	PROVENZA	127	25.83	-1.21	Débil
VILLA ALEGRIA	9	30.58	3.55	Moderado	BOSCONIA	155	25.73	-1.30	Débil
LA PALMA	95	30.50	3.47	Moderado	PAN DE AZUCAR BAJO	172	25.65	-1.38	Débil
COLORADOS	2	30.48	3.44	Moderado	EL PORVENIR	191	25.65	-1.39	Débil
CHORRERAS DE DON JUAN	83	30.40	3.36	Moderado	MONTERREDONDO	121	25.60	-1.44	Débil
23 DE JUNIO	73	30.38	3.35	Moderado	DANGONG	145	25.59	-1.44	Débil
ESPERANZA III	150	30.37	3.33	Moderado	ALTOS DE PAN DE AZUCAR	168	25.54	-1.49	Débil
ALARCON	61	30.37	3.33	Moderado	NEUEVA GRANADA	108	25.52	-1.52	Débil
ANTONIA SANTOS CENTRO	62	30.34	3.31	Moderado	FONTANA	129	25.39	-1.65	Débil
SAN ALONSO	53	30.34	3.31	Moderado	TOLEDO PLATA	144	25.38	-1.66	Débil
BOLIVAR	69	30.20	3.17	Moderado	VILLA FLOR	139	25.32	-1.71	Débil
ESPERANZA II	27	30.20	3.16	Moderado	VILLA CANDADO	189	25.32	-1.72	Débil
SAN MIGUEL	84	30.19	3.16	Moderado	EL UVO	141	25.20	-1.83	Débil
CRISTAL BAJO	157	30.19	3.15	Moderado	COAVICONSA	132	25.11	-1.93	Débil
LAS HAMACAS	10	30.17	3.14	Moderado	BUENAVISTA	178	25.06	-1.97	Débil
MEJORAS PUBLICAS	63	30.04	3.00	Moderado	DELICIAS BAJAS	143	25.02	-2.01	Débil
LA FERIA	67	29.99	2.95	Moderado	VILLA ALICIA	134	24.99	-2.05	Débil
LA ESTRELLA	93	29.94	2.91	Moderado	ALTOS DEL JARDIN	167	24.82	-2.22	Débil
LA AURORA	56	29.82	2.79	Moderado	SANTA MARIA	133	24.78	-2.25	Débil
SANTANDER	75	29.82	2.78	Moderado	EL SOL II	161	24.54	-2.50	Débil
LA JOYA	153	29.81	2.77	Moderado	MIRAFLORES	177	24.39	-2.64	Débil
ALVAREZ	57	29.74	2.70	Moderado	NEUEVA FONTANA	130	24.37	-2.66	Débil
TEJAR NORTE	22	29.70	2.66	Moderado	GRANJAS DE PROVENZA	136	24.35	-2.69	Débil
CHARTA	103	29.68	2.65	Moderado	SAN MARTIN	162	24.34	-2.70	Débil
LOS TEJADOS	59	29.65	2.62	Moderado	VILLA DIAMANTE	116	24.23	-2.81	Débil
MUTIS	102	29.61	2.58	Moderado	LA PEDREGOSA	111	24.01	-3.02	Débil
LIZCANO I	26	29.54	2.51	Moderado	PORTO FINO	112	23.98	-3.05	Débil
CIUDADELA REAL DE MINAS	90	29.54	2.50	Moderado	EL TEJAR	173	23.65	-3.38	Débil
ROSALTA	4	29.49	2.45	Moderado	SAN EXPEDITO	166	23.54	-3.49	Débil
BUCARAMANGA	120	29.35	2.32	Moderado	GRANJAS DE JULIO RINCON	138	23.53	-3.51	Débil
RICAUITE	86	29.27	2.24	Moderado	CONDADO DE GIBALTAR	131	23.48	-3.56	Débil
BUENOS AIRES	180	29.24	2.20	Moderado	SANTA BARBARA	175	23.31	-3.72	Débil
MERCEDES	85	29.23	2.20	Moderado	PP. ESTACION NORTE	160	23.29	-3.74	Débil
LIZCANO II	24	29.21	2.18	Moderado	LA LIBERTAD	118	23.21	-3.82	Débil
LOS ANGELES	18	29.19	2.16	Moderado	QUEBRADA LA IGLESIA	163	23.14	-3.89	Débil
NEUEVO SOTOMAYOR	76	29.14	2.11	Moderado	LAS CASITAS	119	22.92	-4.12	Débil
MINUTO DE DIOS	28	29.10	2.07	Moderado	ASTURIAS	128	22.77	-4.26	Débil
LAS AMERICAS	156	29.09	2.06	Moderado	ISABELAR	137	22.73	-4.31	Débil
EL PRADO	60	29.09	2.05	Moderado	EL EDEN	126	22.39	-4.65	Débil
VILLA LINA	1	29.01	1.97	Débil	VILLA INES	124	22.29	-4.74	Débil
GOMEZ NINO	88	28.99	1.95	Débil	DIAMANTE I	123	22.26	-4.78	Débil
SOTOMAYOR	70	28.96	1.93	Débil	LAGOS DEL CACIQUE	174	21.65	-5.39	Débil
1 DE MAYO	101	28.95	1.91	Débil	GUAYACANES	164	19.79	-7.25	Débil
ALTOS DEL LAGO	176	28.90	1.86	Débil	COOMULTRASAN	146	19.66	-7.38	Débil
EL ROSAL	5	28.82	1.78	Débil	LOS SAUCES	185	19.60	-7.43	Débil
CANDILES	87	28.77	1.73	Débil	ALTOS DEL CACIQUE	165	16.59	-10.45	Débil
QUINTA ESTRELLA	105	28.76	1.72	Débil					

2021				
NOMBRE	CÓDIGO	MAX	ΔT (°C)	INTENSIDAD
GRANADA	58	35.09	5.81	Fuerte
GAITAN	51	34.64	5.35	Fuerte
KENNEDY	148	34.56	5.27	Fuerte
LA CONCORDIA	78	34.38	5.09	Fuerte
SAN FRANCISCO	52	34.27	4.99	Fuerte
SAN ALONSO	53	34.08	4.80	Fuerte
CENTRO	66	34.06	4.78	Fuerte
GIRARDOT	65	34.02	4.73	Fuerte
GARCIA ROVIRA	68	33.84	4.55	Fuerte
BUCARAMANGA	120	33.83	4.55	Fuerte
CHAPINERO	44	33.79	4.51	Fuerte
SAN RAFAEL	43	33.73	4.45	Fuerte
NARINO	64	33.65	4.36	Fuerte
MUTUALIDAD	49	33.62	4.33	Fuerte
ALFONSO LOPEZ	77	33.54	4.26	Fuerte
SAN MIGUEL	84	33.54	4.26	Fuerte
CAMPO HERMOSO	154	33.51	4.22	Fuerte
COMUNEROS	45	33.39	4.11	Fuerte
MODELO	50	33.38	4.10	Fuerte
EL ROCIO	135	33.12	3.84	Moderado
EL TEJAR	173	33.07	3.79	Moderado
LA VICTORIA	100	33.06	3.78	Moderado
LA PALMA	95	33.06	3.77	Moderado
NORTE BAJO	36	33.03	3.75	Moderado
PIO XII	72	32.96	3.68	Moderado
RICAUARTE	86	32.95	3.67	Moderado
CHORRERAS DE DON JUAN	83	32.90	3.61	Moderado
LA INDEPENDENCIA	41	32.51	3.23	Moderado
UNIVERSIDAD	48	32.50	3.22	Moderado
CANELOS	107	32.48	3.19	Moderado
MUTIS	102	32.43	3.15	Moderado
CIUDADELA REAL DE MINAS	90	32.40	3.11	Moderado
DANGONG	145	32.35	3.07	Moderado
GOMEZ NINO	88	32.32	3.04	Moderado
LA ESTRELLA	93	32.27	2.98	Moderado
BOLIVAR	69	32.26	2.98	Moderado
TRANSICION	39	32.22	2.94	Moderado
ALTOS DEL KENNEDY	12	32.22	2.94	Moderado
LA JUVENTUD	34	32.21	2.92	Moderado
REGADERO NORTE	21	32.14	2.86	Moderado
SAN CRISTOBAL	35	32.13	2.85	Moderado
MERCEDES	85	32.11	2.83	Moderado
LA SALLE	98	32.09	2.81	Moderado
23 DE JUNIO	73	32.09	2.81	Moderado
ESPERANZA I	31	32.01	2.73	Moderado
ALARCON	61	32.00	2.72	Moderado
PROVENZA	127	32.00	2.72	Moderado
ANTONIA SANTOS SUR	99	32.00	2.72	Moderado
SAN PEDRO	104	31.99	2.71	Moderado
LA CEIBA	92	31.97	2.69	Moderado
VILLA INES	124	31.97	2.68	Moderado
PABLO VI	110	31.96	2.68	Moderado
VILLA MERCEDES	40	31.94	2.65	Moderado
BETANIA	159	31.93	2.64	Moderado
CAFE MADRID	6	31.91	2.63	Moderado
ANTONIA SANTOS CENTRO	62	31.91	2.63	Moderado
OMAGA I	23	31.87	2.59	Moderado
DIAMANTE I	123	31.85	2.56	Moderado
COLORADOS	2	31.84	2.56	Moderado
CHARTA	103	31.84	2.55	Moderado
LA JOYA	153	31.80	2.52	Moderado
FONTANA	129	31.79	2.51	Moderado
LA LIBERTAD	118	31.74	2.46	Moderado
EL EDEN	126	31.72	2.44	Moderado
MANUELA BELTRAN	188	31.71	2.43	Moderado
LA PEDREGOSA	111	31.69	2.41	Moderado
DIAMANTE II	113	31.68	2.40	Moderado
DELICIAS	187	31.67	2.39	Moderado
MEJORAS PUBLICAS	63	31.64	2.35	Moderado
OLAS BAJAS	13	31.62	2.33	Moderado
SANTANDER	75	31.57	2.29	Moderado
MIRADOR DEL KENNEDY	14	31.56	2.27	Moderado
EL PLAN	32	31.53	2.25	Moderado
GALAN	54	31.52	2.24	Moderado
LAS CASITAS	119	31.50	2.22	Moderado
OLAS ALTAS	17	31.49	2.20	Moderado
LA AURORA	56	31.43	2.15	Moderado
CANDILES	87	31.41	2.13	Moderado
ALTOS DEL PROGRESO	149	31.40	2.11	Moderado
GRANJAS DE PROVENZA	136	31.37	2.08	Moderado
CIUDAD BOLIVAR	106	31.32	2.04	Moderado
NUEVO SOTOMAYOR	76	31.29	2.01	Moderado
1 DE MAYO	101	31.27	1.99	Débil
TIBIGARO	151	31.18	1.90	Débil
BOLARQUI	82	31.18	1.90	Débil
EL PORVENIR	191	31.18	1.89	Débil
LA PLAYA	7	31.08	1.80	Débil
OLAS II	37	31.08	1.80	Débil
LAGOS DEL CACIQUE	174	31.07	1.78	Débil
SOTOMAYOR	70	31.06	1.78	Débil
TOLEDO PLATA	144	31.05	1.76	Débil
MARIA PAZ	25	31.03	1.74	Débil
ALVAREZ	57	31.02	1.74	Débil
VILLA CANDADO	189	31.01	1.73	Débil
EL UVO	141	31.00	1.71	Débil

2021				
NOMBRE	CÓDIGO	MAX	ΔT (°C)	INTENSIDAD
MONEQUE	33	30.99	1.71	Débil
PORTO FINO	112	30.97	1.69	Débil
LA ESMERALDA	89	30.96	1.68	Débil
QUINTA ESTRELLA	105	30.95	1.67	Débil
VILLA SARA	142	30.93	1.65	Débil
LA FERIA	67	30.92	1.63	Débil
SAN LUIS	125	30.92	1.63	Débil
LOS ROBLES	140	30.90	1.62	Débil
VILLA FLOR	139	30.90	1.62	Débil
MALPASO	190	30.90	1.61	Débil
NUEVA COLOMBIA	42	30.89	1.61	Débil
13 DE JUNIO	152	30.88	1.60	Débil
VILLA MARIA	147	30.87	1.59	Débil
LOS TEJADOS	59	30.85	1.56	Débil
EL PRADO	60	30.83	1.55	Débil
LA CEMENTO	11	30.79	1.51	Débil
VILLA ALICIA	134	30.76	1.47	Débil
COAVICONSA	132	30.76	1.47	Débil
HACIENDA SAN JUAN	186	30.75	1.46	Débil
LAS AMERICAS	156	30.71	1.42	Débil
PP. ESTACION NORTE	160	30.68	1.39	Débil
ESPERANZA II	27	30.68	1.39	Débil
ASTURIAS	128	30.67	1.38	Débil
BOSQUE NORTE	38	30.66	1.38	Débil
SANTA MARIA	133	30.66	1.38	Débil
QUEBRADA LA IGLESIA	163	30.65	1.36	Débil
CIUDAD VENEZIA	192	30.61	1.32	Débil
MIRAMAR	30	30.60	1.32	Débil
SAN GERARDO I	97	30.56	1.28	Débil
SAN MARTIN	162	30.54	1.26	Débil
LOS PINOS	181	30.54	1.26	Débil
VILLA ROSA	15	30.50	1.21	Débil
DELICIAS BAJAS	143	30.49	1.20	Débil
SAN EXPEDITO	166	30.48	1.19	Débil
ESPERANZA III	150	30.44	1.16	Débil
EL ROSAL	5	30.39	1.11	Débil
BRISAS DEL MUTIS	114	30.37	1.08	Débil
NUEVA GRANADA	108	30.30	1.02	Débil
LOS HERODES	109	30.29	1.01	Débil
VILLA DIAMANTE	116	30.28	0.99	Débil
MIRAFLORES	177	30.25	0.97	Débil
CABECERA DEL LLANO	171	30.25	0.97	Débil
ALBANIA	184	30.24	0.96	Débil
ESTORAQUES	122	30.21	0.93	Débil
NUEVA FONTANA	130	30.18	0.89	Débil
CAMPESTRE	79	30.12	0.84	Débil
ROSALTA	4	30.09	0.80	Débil
VILLA ALEGRIA	9	30.07	0.78	Débil
PUERTA DEL SOL	94	30.05	0.77	Débil
GRANJAS DE JULIO RINCON	138	29.95	0.66	Débil
LAS HAMACAS	10	29.92	0.64	Débil
ALTOS DEL CACIQUE	165	29.84	0.56	Débil
TEJAR NORTE	22	29.78	0.50	Débil
MONTERREDONDO	121	29.71	0.43	Débil
LIZCANO II	24	29.63	0.34	Débil
LA FLORESTA	169	29.63	0.34	Débil
LIZCANO I	26	29.53	0.25	Débil
CLAVERIANO	158	29.43	0.14	Débil
MORRORICO	183	29.42	0.14	Débil
LOS ANGELES	18	29.37	0.08	Débil
COOMULTRASAN	146	29.32	0.04	Débil
MANZANARES	115	29.32	0.04	Débil
BUENOS AIRES	180	29.29	0.01	Débil
ALTOS DEL LAGO	176	29.27	-0.01	Débil
CONUCOS	91	29.22	-0.07	Débil
COLSEGUROS NORTE	29	29.10	-0.19	Débil
VILLA LINA	1	29.04	-0.24	Débil
EL DIVISO	182	29.02	-0.26	Débil
VILLA HELENA	16	29.01	-0.28	Débil
TERRAZAS	81	28.99	-0.30	Débil
MIRADOR NORTE	19	28.97	-0.31	Débil
BALCONCITOS	96	28.91	-0.37	Débil
PLAZUELA REAL	117	28.64	-0.64	Débil
JOSE MARIA CORDOBA	20	28.53	-0.75	Débil
DON BOSCO	80	28.53	-0.76	Débil
MINUTO DE DIOS	28	28.37	-0.91	Débil
CONDADO DE GIBRALTAR	131	28.34	-0.94	Débil
NAPOLIS	71	28.34	-0.94	Débil
LOS SAUCES	185	28.32	-0.96	Débil
JARDIN	170	28.24	-1.04	Débil
PABLON	3	28.08	-1.20	Débil
PAN DE AZUCAR BAJO	172	28.02	-1.26	Débil
LA GLORIA	55	28.02	-1.26	Débil
EL SOL II	161	27.92	-1.36	Débil
IGSABELAR	137	27.86	-1.42	Débil
GUAYACANES	164	27.61	-1.67	Débil
CRISTAL BAJO	157	27.37	-1.92	Débil
BOSCONIA	155	27.19	-2.09	Débil
ALTOS DE PAN DE AZUCAR	168	26.97	-2.31	Débil
CINAL	47	26.97	-2.31	Débil
PUERTO RICO	46	26.94	-2.34	Débil
CIUDAD PERDIDA	74	26.83	-2.46	Débil
VEGAS DE MORRORICO	179	26.78	-2.51	Débil
SANTA BARBARA	175	26.51	-2.77	Débil
BUENAVISTA	178	25.46	-3.82	Débil

2022				
NOMBRE	CÓDIGO	MAX	ΔT (°C)	INTENSIDAD
GRANADA	58	35.09	5.81	Fuerte
GAITAN	51	34.64	5.35	Fuerte
KENNEDY	148	34.56	5.27	Fuerte
LA CONCORDIA	78	34.38	5.09	Fuerte
SAN FRANCISCO	52	34.27	4.99	Fuerte
SAN ALONSO	53	34.08	4.80	Fuerte
CENTRO	66	34.06	4.78	Fuerte
GIRARDOT	65	34.02	4.73	Fuerte
GARCIA ROVIRA	68	33.84	4.55	Fuerte
BUCARAMANGA	120	33.83	4.55	Fuerte
CHAPINERO	44	33.79	4.51	Fuerte
SAN RAFAEL	43	33.73	4.45	Fuerte
NARIÑO	64	33.65	4.36	Fuerte
MUTUALIDAD	49	33.62	4.33	Fuerte
ALFONSO LOPEZ	77	33.54	4.26	Fuerte
SAN MIGUEL	84	33.54	4.26	Fuerte
CAMPO HERMOSO	154	33.51	4.22	Fuerte
COMUNEROS	45	33.39	4.11	Fuerte
MODELO	50	33.38	4.10	Fuerte
EL ROCIO	135	33.12	3.84	Moderado
EL TEJAR	173	33.07	3.79	Moderado
LA VICTORIA	100	33.06	3.78	Moderado
LA PALMA	95	33.06	3.77	Moderado
NORTE BAJO	36	33.03	3.75	Moderado
BOLIVAR	69	33.70	4.08	Fuerte
UNIVERSIDAD	48	33.58	3.96	Moderado
CAMPO HERMOSO	154	33.47	3.85	Moderado
EL TEJAR	173	33.47	3.85	Moderado
CHORRERAS DE DON JUAN	83	33.41	3.79	Moderado
LA VICTORIA	100	33.38	3.76	Moderado
PIO XII	72	33.32	3.70	Moderado
LA PALMA	95	33.21	3.59	Moderado
RICAUITE	86	33.19	3.57	Moderado
MERCEDES	85	33.13	3.51	Moderado
PROVENZA	127	33.12	3.50	Moderado
VILLA MERCEDES	40	33.08	3.46	Moderado
SAN CRISTOBAL	35	33.03	3.42	Moderado
OLAS BAJAS	13	33.01	3.39	Moderado
PABLO VI	110	33.01	3.39	Moderado
REGADERO NORTE	21	32.99	3.37	Moderado
MIRADOR DEL KENNEDY	14	32.99	3.37	Moderado
GOMEZ NIÑO	88	32.96	3.35	Moderado
ESPERANZA I	31	32.96	3.34	Moderado
ALTOS DEL PROGRESO	149	32.87	3.25	Moderado
COLORADOS	2	32.81	3.19	Moderado
LA LIBERTAD	118	32.79	3.17	Moderado
ALARCON	61	32.79	3.17	Moderado
CIUDADELA REAL DE MINAS	90	32.79	3.17	Moderado
BETANIA	159	32.78	3.16	Moderado
EL PLAN	32	32.78	3.16	Moderado
DIAMANTE I	123	32.78	3.16	Moderado
ANTONIA SANTOS CENTRO	62	32.75	3.13	Moderado
MUTIS	102	32.73	3.11	Moderado
OMAGA I	23	32.73	3.11	Moderado
FONTANA	129	32.69	3.08	Moderado
DELICIAS	187	32.66	3.04	Moderado
TIBIGARO	151	32.65	3.04	Moderado
VILLA INES	124	32.58	2.96	Moderado
CAFE MADRID	6	32.57	2.95	Moderado
EL EDEN	126	32.53	2.91	Moderado
DANGONG	145	32.53	2.91	Moderado
LA CEMENTO	11	32.49	2.87	Moderado
DIAMANTE II	113	32.47	2.85	Moderado
NUEVA COLOMBIA	42	32.44	2.83	Moderado
LAS CASITAS	119	32.42	2.80	Moderado
CANELOS	107	32.39	2.77	Moderado
LA PEDREGOSA	111	32.37	2.75	Moderado
VILLA MARIA	147	32.36	2.74	Moderado
ANTONIA SANTOS SUR	99	32.34	2.72	Moderado
CANDILES	87	32.32	2.70	Moderado
SAN PEDRO	104	32.26	2.64	Moderado
LA CEIBA	92	32.24	2.62	Moderado
LA SALLE	98	32.22	2.60	Moderado
LAGOS DEL CACIQUE	174	32.21	2.59	Moderado
OLAS ALTAS	17	32.19	2.58	Moderado
23 DE JUNIO	73	32.17	2.55	Moderado
SANTANDER	75	32.13	2.51	Moderado
SAN LUIS	125	32.09	2.48	Moderado
13 DE JUNIO	152	32.09	2.48	Moderado
MANUELA BELTRAN	188	32.08	2.47	Moderado
LA JOYA	153	32.08	2.46	Moderado
ASTURIAS	128	32.07	2.45	Moderado
BOSQUE NORTE	38	32.05	2.44	Moderado
PORTO FINO	112	32.03	2.42	Moderado
ESPERANZA II	27	32.03	2.41	Moderado
OLAS II	37	32.01	2.40	Moderado
VILLA CANDADO	189	32.01	2.39	Moderado
LOS ROBLES	140	32.01	2.39	Moderado
COAVICONSA	132	31.99	2.37	Moderado
LA ESTRELLA	93	31.89	2.27	Moderado
NUEVO SOTOMAYOR	76	31.87	2.25	Moderado
CIUDAD BOLIVAR	106	31.86	2.24	Moderado
CHARTA	103	31.83	2.21	Moderado
EL PORVENIR	191	31.81	2.19	Moderado
ESPERANZA III	150	31.79	2.18	Moderado
VILLA FLOR	139	31.78	2.16	Moderado

2022				
NOMBRE	CÓDIGO	MAX	ΔT (°C)	INTENSIDAD
HACIENDA SAN JUAN	186	31.78	2.16	Moderado
VILLA ALICIA	134	31.78	2.16	Moderado
GRANJAS DE PROVENZA	136	31.75	2.13	Moderado
MIRAMAR	30	31.73	2.12	Moderado
VILLA ROSA	15	31.72	2.11	Moderado
TOLEDO PLATA	144	31.70	2.09	Moderado
MEJORAS PUBLICAS	63	31.68	2.06	Moderado
MARIA PAZ	25	31.66	2.04	Moderado
VILLA SARA	142	31.64	2.02	Moderado
EL UVO	141	31.64	2.02	Moderado
1 DE MAYO	101	31.60	1.98	Débil
SOTOMAYOR	70	31.56	1.94	Débil
BRISAS DEL MUTIS	114	31.52	1.90	Débil
SAN MARTIN	162	31.51	1.89	Débil
MONEQUE	33	31.49	1.87	Débil
VILLA DIAMANTE	116	31.49	1.87	Débil
BOLARQUI	82	31.47	1.86	Débil
MALPASO	190	31.46	1.84	Débil
CABECERA DEL LLANO	171	31.46	1.84	Débil
CIUDAD VENEZIA	192	31.46	1.84	Débil
SANTA MARIA	133	31.41	1.79	Débil
LA FERIA	67	31.41	1.79	Débil
QUINTA ESTRELLA	105	31.31	1.70	Débil
SAN EXPEDITO	166	31.31	1.69	Débil
LA PLAYA	7	31.30	1.68	Débil
LIZCANO I	26	31.29	1.68	Débil
GALAN	54	31.20	1.58	Débil
LA AURORA	56	31.19	1.57	Débil
ROSALTA	4	31.19	1.57	Débil
NUEVA FONTANA	130	31.15	1.53	Débil
LOS ANGELES	18	31.08	1.46	Débil
LIZCANO II	24	31.04	1.43	Débil
TEJAR NORTE	22	31.03	1.41	Débil
EL PRADO	60	31.01	1.39	Débil
ALVAREZ	57	30.97	1.36	Débil
QUEBRADA LA IGLESIA	163	30.97	1.35	Débil
LOS PINOS	181	30.96	1.34	Débil
VILLA ALEGRIA	9	30.92	1.30	Débil
LOS TEJADOS	59	30.91	1.29	Débil
DELICIAS BAJAS	143	30.87	1.25	Débil
MIRADOR NORTE	19	30.86	1.24	Débil
PUERTA DEL SOL	94	30.84	1.22	Débil
CAMPESTRE	79	30.81	1.19	Débil
LAS AMERICAS	156	30.80	1.18	Débil
LAS HAMACAS	10	30.78	1.16	Débil
ESTORAQUES	122	30.68	1.06	Débil
LA ESMERALDA	89	30.64	1.03	Débil
PP. ESTACION NORTE	160	30.62	1.01	Débil
CLAVERIANO	158	30.62	1.00	Débil
NUEVA GRANADA	108	30.50	0.88	Débil
EL ROSAL	5	30.46	0.84	Débil
SAN GERARDO I	97	30.40	0.78	Débil
VILLA HELENA	16	30.39	0.77	Débil
ALTOS DEL CACIQUE	165	30.34	0.72	Débil
LOS HERODES	109	30.23	0.62	Débil
MONTERREDONDO	121	30.08	0.46	Débil
COLSEGUROS NORTE	29	29.98	0.36	Débil
LA FLORESTA	169	29.88	0.27	Débil
ALBANIA	184	29.86	0.24	Débil
MANZANARES	115	29.86	0.24	Débil
JOSE MARIA CORDOBA	20	29.83	0.21	Débil
GRANJAS DE JULIO RINCON	138	29.75	0.13	Débil
CONUCOS	91	29.69	0.07	Débil
VILLA LINA	1	29.67	0.05	Débil
BUENOS AIRES	180	29.56	-0.06	Débil
EL DIVISO	182	29.40	-0.22	Débil
MIRAFLORES	177	29.31	-0.30	Débil
MINUTO DE DIOS	28	29.23	-0.38	Débil
COOMULTRASAN	146	29.22	-0.40	Débil
MORRORICO	183	29.15	-0.47	Débil
PAN DE AZUCAR BAJO	172	29.14	-0.48	Débil
TERRAZAS	81	29.13	-0.48	Débil
DON BOSCO	80	29.13	-0.49	Débil
ALTOS DEL LAGO	176	29.12	-0.50	Débil
PLAZUELA REAL	117	29.03	-0.58	Débil
JARDIN	170	29.03	-0.59	Débil
BALCONITOS	96	29.02	-0.60	Débil
NAPOLES	71	28.58	-1.04	Débil
PABLON	3	28.52	-1.10	Débil
CONDADO DE GIBALTAR	131	28.49	-1.13	Débil
EL SOL II	161	28.45	-1.16	Débil
LA GLORIA	55	28.31	-1.31	Débil
GUAYACANES	164	28.31	-1.31	Débil
BOSCONIA	155	28.10	-1.52	Débil
LOS SAUCES	185	27.88	-1.74	Débil
CRISTAL BAJO	157	27.34	-2.28	Débil
IGSABELAR	137	27.19	-2.43	Débil
ALTOS DE PAN DE AZUCAR	168	27.09	-2.53	Débil
PUERTO RICO	46	26.86	-2.76	Débil
VEGAS DE MORRORICO	179	26.78	-2.84	Débil
CINAL	47	26.74	-2.88	Débil
SANTA BARBARA	175	26.70	-2.92	Débil
CIUDAD PERDIDA	74	26.35	-3.27	Débil
BUENAVISTA	178	25.33	-4.29	Débil
ALTOS DEL JARDIN	167	24.00	-5.61	Débil

2023				
NOMBRE	CÓDIGO	MAX	ΔT (°C)	INTENSIDAD
GRANADA	58	36.36	4.88	Fuerte
GAITAN	51	36.22	4.74	Fuerte
CHAPINERO	44	36.11	4.63	Fuerte
GIRARDOT	65	36.07	4.59	Fuerte
BUCARAMANGA	120	36.07	4.59	Fuerte
SAN FRANCISCO	52	36.06	4.58	Fuerte
CENTRO	66	36.03	4.55	Fuerte
COMUNEROS	45	36.02	4.54	Fuerte
MUTUALIDAD	49	35.90	4.42	Fuerte
SAN ALONSO	53	35.87	4.39	Fuerte
LA CONCORDIA	78	35.85	4.37	Fuerte
GARCIA ROVIRA	68	35.74	4.26	Fuerte
CAMPO HERMOSO	154	35.73	4.25	Fuerte
SAN MIGUEL	84	35.71	4.23	Fuerte
MODELO	50	35.71	4.23	Fuerte
SAN RAFAEL	43	35.69	4.21	Fuerte
KENNEDY	148	35.69	4.21	Fuerte
ALFONSO LOPEZ	77	35.44	3.96	Moderado
LA INDEPENDENCIA	41	35.43	3.94	Moderado
NORTE BAJO	36	35.37	3.89	Moderado
NARIÑO	64	35.01	3.53	Moderado
PIO XII	72	34.90	3.42	Moderado
LA PALMA	95	34.90	3.42	Moderado
CHORRERAS DE DON JUAN	83	34.80	3.32	Moderado
RICAUARTE	86	34.69	3.21	Moderado
BOLIVAR	69	34.65	3.17	Moderado
PABLO VI	110	34.64	3.16	Moderado
EL ROCIO	135	34.63	3.15	Moderado
UNIVERSIDAD	48	34.63	3.15	Moderado
PROVENZA	127	34.47	2.99	Moderado
LA VICTORIA	100	34.47	2.99	Moderado
EL PORVENIR	191	34.31	2.83	Moderado
MERCEDES	85	34.29	2.81	Moderado
ALARCON	61	34.25	2.77	Moderado
VILLA MERCEDES	40	34.24	2.76	Moderado
CIUDAD BOLIVAR	106	34.23	2.75	Moderado
MUTIS	102	34.20	2.72	Moderado
TRANSICION	39	34.20	2.72	Moderado
DANGONG	145	34.19	2.71	Moderado
OMAGA I	23	34.19	2.71	Moderado
LA JUVENTUD	34	34.18	2.70	Moderado
GOMEZ NIÑO	88	34.16	2.68	Moderado
CANELOS	107	34.16	2.67	Moderado
CIUDADELA REAL DE MINAS	90	34.14	2.66	Moderado
COLORADOS	2	34.12	2.64	Moderado
LA JOYA	153	34.10	2.62	Moderado
ANTONIA SANTOS CENTRO	62	34.10	2.62	Moderado
LA ESTRELLA	93	34.10	2.61	Moderado
DIAMANTE I	123	34.02	2.54	Moderado
OLAS BAJAS	13	33.94	2.46	Moderado
ALTOS DEL KENNEDY	12	33.94	2.46	Moderado
DIAMANTE II	113	33.94	2.46	Moderado
FONTANA	129	33.94	2.46	Moderado
23 DE JUNIO	73	33.90	2.42	Moderado
VILLA INES	124	33.88	2.40	Moderado
LA LIBERTAD	118	33.87	2.39	Moderado
SAN CRISTOBAL	35	33.85	2.37	Moderado
BETANIA	159	33.83	2.35	Moderado
ESPERANZA I	31	33.81	2.33	Moderado
REGADERO NORTE	21	33.80	2.32	Moderado
SANTANDER	75	33.79	2.31	Moderado
BRISAS DEL MUTIS	114	33.78	2.30	Moderado
EL EDEN	126	33.78	2.30	Moderado
CHARTA	103	33.75	2.27	Moderado
LA CEIBA	92	33.75	2.26	Moderado
ALTOS DEL PROGRESO	149	33.71	2.23	Moderado
LA CEMENTO	11	33.67	2.19	Moderado
TIBIGARO	151	33.62	2.14	Moderado
LA PEDREGOSA	111	33.61	2.13	Moderado
EL TEJAR	173	33.60	2.12	Moderado
CAFE MADRID	6	33.60	2.12	Moderado
OLAS ALTAS	17	33.59	2.11	Moderado
13 DE JUNIO	152	33.58	2.10	Moderado
EL PLAN	32	33.55	2.07	Moderado
ANTONIA SANTOS SUR	99	33.53	2.05	Moderado
VILLA MARIA	147	33.46	1.98	Débil
MIRADOR DEL KENNEDY	14	33.45	1.97	Débil
DELICIAS	187	33.44	1.96	Débil
SAN PEDRO	104	33.44	1.96	Débil
PORTO FINO	112	33.43	1.95	Débil
ALVAREZ	57	33.42	1.94	Débil
SAN LUIS	125	33.40	1.92	Débil
BOSQUE NORTE	38	33.40	1.92	Débil
NUEVA COLOMBIA	42	33.39	1.91	Débil
OLAS II	37	33.37	1.89	Débil
NUEVO SOTOMAYOR	76	33.36	1.88	Débil
MEJORAS PUBLICAS	63	33.36	1.88	Débil
LOS ROBLES	140	33.35	1.86	Débil
LOS TEJADOS	59	33.34	1.86	Débil
ASTURIAS	128	33.33	1.85	Débil
BOLARQUI	82	33.30	1.82	Débil
LA SALLE	98	33.26	1.78	Débil
CANDILES	87	33.25	1.77	Débil
1 DE MAYO	101	33.24	1.76	Débil
TOLEDO PLATA	144	33.23	1.75	Débil
LAGOS DEL CACIQUE	174	33.21	1.73	Débil

2023				
NOMBRE	CÓDIGO	MAX	ΔT (°C)	INTENSIDAD
ESPERANZA II	27	33.18	1.70	Débil
MONEQUE	33	33.17	1.68	Débil
VILLA CANDADO	189	33.16	1.68	Débil
LAS CASITAS	119	33.16	1.68	Débil
NUEVA FONTANA	130	33.14	1.66	Débil
VILLA SARA	142	33.14	1.66	Débil
LOS PINOS	181	33.12	1.64	Débil
ESTORAQUES	122	33.11	1.63	Débil
QUINTA ESTRELLA	105	33.09	1.61	Débil
VILLA ROSA	15	33.08	1.60	Débil
VILLA DIAMANTE	116	33.06	1.58	Débil
MIRAMAR	30	33.06	1.58	Débil
LIZCANO I	26	33.04	1.56	Débil
SOTOMAYOR	70	33.02	1.54	Débil
MANUELA BELTRAN	188	32.97	1.49	Débil
LIZCANO II	24	32.97	1.49	Débil
LA AURORA	56	32.94	1.46	Débil
ESPERANZA III	150	32.93	1.45	Débil
VILLA FLOR	139	32.92	1.44	Débil
GALAN	54	32.89	1.41	Débil
VILLA ALICIA	134	32.87	1.38	Débil
LA PLAYA	7	32.86	1.38	Débil
COAVICONSA	132	32.84	1.36	Débil
EL PRADO	60	32.83	1.35	Débil
ROSALTA	4	32.76	1.28	Débil
GRANJAS DE PROVENZA	136	32.73	1.25	Débil
NUEVA GRANADA	108	32.71	1.23	Débil
SANTA MARIA	133	32.70	1.22	Débil
LA ESMERALDA	89	32.68	1.19	Débil
LAS AMERICAS	156	32.66	1.18	Débil
SAN MARTIN	162	32.66	1.17	Débil
HACIENDA SAN JUAN	186	32.66	1.17	Débil
LOS ANGELES	18	32.64	1.16	Débil
EL UVO	141	32.62	1.14	Débil
CIUDAD VENEZIA	192	32.61	1.13	Débil
SAN GERARDO I	97	32.58	1.10	Débil
CLAVERIANO	158	32.58	1.10	Débil
PP. ESTACION NORTE	160	32.54	1.06	Débil
MARIA PAZ	25	32.40	0.92	Débil
VILLA ALEGRIA	9	32.38	0.90	Débil
PUERTA DEL SOL	94	32.38	0.89	Débil
DELICIAS BAJAS	143	32.37	0.89	Débil
LA FERIA	67	32.36	0.87	Débil
LAS HAMACAS	10	32.35	0.87	Débil
CABECERA DEL LLANO	171	32.33	0.85	Débil
MALPASO	190	32.31	0.83	Débil
TEJAR NORTE	22	32.22	0.74	Débil
VILLA HELENA	16	32.21	0.73	Débil
MANZANARES	115	32.17	0.69	Débil
QUEBRADA LA IGLESIA	163	32.14	0.66	Débil
CAMPESTRE	79	32.13	0.65	Débil
ALBANIA	184	32.10	0.62	Débil
LOS HEROS	109	32.10	0.62	Débil
MIRAFLORES	177	32.05	0.57	Débil
MIRADOR NORTE	19	32.04	0.56	Débil
LA FLORESTA	169	31.88	0.40	Débil
GRANJAS DE JULIO RINCON	138	31.81	0.33	Débil
MORRORICO	183	31.77	0.29	Débil
MONTERREDONDO	121	31.60	0.12	Débil
MINUTO DE DIOS	28	31.58	0.10	Débil
CONUCOS	91	31.55	0.07	Débil
PLAZUELA REAL	117	31.41	-0.07	Débil
JOSE MARIA CORDOBA	20	31.39	-0.09	Débil
BUENOS AIRES	180	31.39	-0.09	Débil
COLSEGUROS NORTE	29	31.34	-0.14	Débil
BALCONCITOS	96	30.93	-0.55	Débil
DON BOSCO	80	30.92	-0.56	Débil
EL DIVISO	182	30.87	-0.61	Débil
COOMULTRASAN	146	30.83	-0.65	Débil
TERRAZAS	81	30.79	-0.69	Débil
SAN EXPEDITO	166	30.62	-0.86	Débil
ALTOS DEL CACIQUE	165	30.60	-0.88	Débil
CONDADO DE GIBALTAR	131	30.60	-0.88	Débil
PAN DE AZUCAR BAJO	172	30.38	-1.10	Débil
BOSCONIA	155	30.35	-1.14	Débil
PUERTO RICO	46	30.21	-1.27	Débil
JARDIN	170	30.19	-1.29	Débil
NAPOLES	71	30.17	-1.31	Débil
LOS SAUCES	185	30.16	-1.33	Débil
ALTOS DEL LAGO	176	30.14	-1.34	Débil
EL ROSAL	5	30.13	-1.35	Débil
ALTOS DE PAN DE AZUCAR	168	29.85	-1.63	Débil
IGSABELAR	137	29.82	-1.66	Débil
CRISTAL BAJO	157	29.73	-1.75	Débil
GUAYACANES	164	29.71	-1.77	Débil
LA GLORIA	55	29.57	-1.91	Débil
EL SOL II	161	29.48	-2.00	Débil
CIUDAD PERDIDA	74	29.28	-2.20	Débil
CINAL	47	29.18	-2.30	Débil
SANTA BARBARA	175	28.96	-2.52	Débil
PABLON	3	28.90	-2.58	Débil
VEGAS DE MORRORICO	179	28.59	-2.89	Débil
BUENAVISTA	178	28.07	-3.41	Débil
ALTOS DEL JARDIN	167	26.80	-4.68	Débil
VILLA LINA	1	25.71	-5.77	Débil

2024				
NOMBRE	CÓDIGO	MAX	ΔT (°C)	INTENSIDAD
KENNEDY	148	33.26	5.13	Fuerte
CHAPINERO	44	32.64	4.52	Fuerte
GAITAN	51	32.61	4.49	Fuerte
GRANADA	58	32.60	4.47	Fuerte
GIRARDOT	65	32.28	4.16	Fuerte
SAN RAFAEL	43	32.26	4.14	Fuerte
SAN FRANCISCO	52	32.22	4.10	Fuerte
COMUNEROS	45	32.15	4.03	Fuerte
CENTRO	66	32.13	4.01	Fuerte
NORTE BAJO	36	32.06	3.94	Moderado
SAN ALONSO	53	32.06	3.93	Moderado
LA CONCORDIA	78	31.95	3.83	Moderado
LA INDEPENDENCIA	41	31.80	3.67	Moderado
EL ROCIO	135	31.70	3.58	Moderado
GARCIA ROVIRA	68	31.69	3.56	Moderado
MODELO	50	31.65	3.53	Moderado
CAMPO HERMOSO	154	31.60	3.48	Moderado
NARINO	64	31.57	3.45	Moderado
ALFONSO LOPEZ	77	31.50	3.38	Moderado
LA PALMA	95	31.44	3.32	Moderado
OMAGA I	23	31.44	3.31	Moderado
MUTUALIDAD	49	31.43	3.30	Moderado
VILLA MERCEDES	40	31.38	3.26	Moderado
BUCARAMANGA	120	31.36	3.23	Moderado
SAN MIGUEL	84	31.31	3.19	Moderado
TRANSCION	39	31.27	3.14	Moderado
RICAUATE	86	31.19	3.07	Moderado
CHORRERAS DE DON JUAN	83	31.17	3.05	Moderado
BETANIA	159	31.13	3.01	Moderado
LA JUVENTUD	34	31.11	2.99	Moderado
SAN CRISTOBAL	35	30.97	2.85	Moderado
REGADERO NORTE	21	30.95	2.82	Moderado
UNIVERSIDAD	48	30.93	2.81	Moderado
LA VICTORIA	100	30.93	2.81	Moderado
OLAS BAJAS	13	30.86	2.74	Moderado
OLAS II	37	30.83	2.71	Moderado
ESPERANZA I	31	30.76	2.63	Moderado
EL PLAN	32	30.73	2.60	Moderado
PIO XII	72	30.73	2.60	Moderado
NUEVA COLOMBIA	42	30.69	2.57	Moderado
DELICIAS	187	30.69	2.56	Moderado
LA CEIBA	92	30.63	2.51	Moderado
EL TEJAR	173	30.62	2.50	Moderado
BOLIVAR	69	30.62	2.49	Moderado
MIRADOR DEL KENNEDY	14	30.61	2.49	Moderado
ALARCON	61	30.59	2.46	Moderado
LA ESTRELLA	93	30.56	2.44	Moderado
ANTONIA SANTOS CENTRO	62	30.53	2.41	Moderado
ALTOS DEL PROGRESO	149	30.52	2.39	Moderado
PABLO VI	110	30.52	2.39	Moderado
COLORADOS	2	30.49	2.36	Moderado
MERCEDES	85	30.48	2.35	Moderado
GOMEZ NINO	88	30.47	2.35	Moderado
VILLA MARIA	147	30.45	2.33	Moderado
BOSQUE NORTE	38	30.41	2.28	Moderado
DIAMANTE I	123	30.33	2.20	Moderado
MUTIS	102	30.31	2.19	Moderado
ALTOS DEL KENNEDY	12	30.31	2.19	Moderado
1 DE MAYO	101	30.30	2.17	Moderado
ESPERANZA II	27	30.27	2.15	Moderado
23 DE JUNIO	73	30.26	2.14	Moderado
CAFE MADRID	6	30.25	2.13	Moderado
LA FERIA	67	30.25	2.12	Moderado
MEJORAS PUBLICAS	63	30.23	2.11	Moderado
CANELOS	107	30.23	2.11	Moderado
CHARTA	103	30.21	2.09	Moderado
CIUDADELA REAL DE MINAS	90	30.20	2.07	Moderado
LA CEMENTO	11	30.18	2.05	Moderado
OLAS ALTAS	17	30.17	2.05	Moderado
TIBIGARO	151	30.13	2.01	Moderado
LA JOYA	153	30.11	1.99	Débil
VILLA INES	124	30.11	1.98	Débil
SANTANDER	75	30.10	1.97	Débil
ANTONIA SANTOS SUR	99	30.07	1.95	Débil
DANGONG	145	30.06	1.94	Débil
LA LIBERTAD	118	30.03	1.90	Débil
SAN PEDRO	104	30.00	1.87	Débil
EL EDEN	126	30.00	1.87	Débil
MONEQUE	33	29.99	1.86	Débil
CANDILES	87	29.96	1.84	Débil
VILLA ROSA	15	29.95	1.83	Débil
MIRAMAR	30	29.93	1.81	Débil
13 DE JUNIO	152	29.93	1.80	Débil
MARIA PAZ	25	29.93	1.80	Débil
LAS AMERICAS	156	29.83	1.71	Débil
QUINTA ESTRELLA	105	29.81	1.69	Débil
LAS CASITAS	119	29.81	1.68	Débil
PROVENZA	127	29.78	1.65	Débil
NUEVO SOTOMAYOR	76	29.77	1.65	Débil
LA SALLE	98	29.75	1.63	Débil
LA AURORA	56	29.70	1.58	Débil
LA PLAYA	7	29.69	1.57	Débil
MANUELA BELTRAN	188	29.67	1.54	Débil
FONTANA	129	29.66	1.54	Débil
ESPERANZA III	150	29.65	1.53	Débil
TOLEDO PLATA	144	29.65	1.53	Débil

2024				
NOMBRE	CÓDIGO	MAX	ΔT (°C)	INTENSIDAD
BOLARQUI	82	29.62	1.50	Débil
EL UVO	141	29.60	1.48	Débil
SAN LUIS	125	29.60	1.47	Débil
EL PORVENIR	191	29.58	1.46	Débil
CIUDAD BOLIVAR	106	29.54	1.41	Débil
SOTOMAYOR	70	29.53	1.41	Débil
LA PEDREGOSA	111	29.53	1.41	Débil
LIZCANO II	24	29.53	1.40	Débil
DIAMANTE II	113	29.52	1.40	Débil
GRANJAS DE PROVENZA	136	29.47	1.35	Débil
PP. ESTACION NORTE	160	29.43	1.31	Débil
GALAN	54	29.41	1.28	Débil
LAGOS DEL CACIQUE	174	29.40	1.28	Débil
ALVAREZ	57	29.35	1.23	Débil
VILLA CANDADO	189	29.34	1.22	Débil
ROSALTA	4	29.33	1.21	Débil
TEJAR NORTE	22	29.31	1.19	Débil
VILLA FLOR	139	29.29	1.16	Débil
MALPASO	190	29.26	1.14	Débil
LOS PINOS	181	29.25	1.12	Débil
PORTO FINO	112	29.24	1.12	Débil
LOS ROBLES	140	29.21	1.09	Débil
LOS ANGELES	18	29.21	1.09	Débil
LIZCANO I	26	29.21	1.09	Débil
EL PRADO	60	29.21	1.08	Débil
EL ROSAL	5	29.20	1.08	Débil
LAS HAMACAS	10	29.19	1.07	Débil
VILLA LINA	1	29.18	1.06	Débil
ESTORAQUES	122	29.18	1.06	Débil
LOSTEJADOS	59	29.17	1.05	Débil
VILLA SARA	142	29.14	1.02	Débil
CABECERA DEL LLANO	171	29.08	0.96	Débil
VILLA ALEGRIA	9	29.08	0.95	Débil
CLAVERIANO	158	28.97	0.85	Débil
MONTEREDONDO	121	28.96	0.84	Débil
VILLA ALICIA	134	28.95	0.82	Débil
BRISAS DEL MUTIS	114	28.95	0.82	Débil
ASTURIAS	128	28.94	0.82	Débil
LA ESMERALDA	89	28.93	0.81	Débil
HACIENDA SAN JUAN	186	28.92	0.79	Débil
MIRADOR NORTE	19	28.90	0.78	Débil
SAN MARTIN	162	28.86	0.74	Débil
VILLA HELENA	16	28.81	0.69	Débil
SAN GERARDO I	97	28.79	0.67	Débil
MIRAFLORES	177	28.76	0.64	Débil
CAMPESTRE	79	28.73	0.60	Débil
JOSE MARIA CORDOBA	20	28.70	0.58	Débil
CIUDAD VENEZIA	192	28.70	0.58	Débil
BUENOS AIRES	180	28.69	0.56	Débil
ALBANIA	184	28.69	0.56	Débil
DELICIAS BAJAS	143	28.67	0.55	Débil
PUERTA DEL SOL	94	28.66	0.53	Débil
SAN EXPEDITO	166	28.65	0.53	Débil
COAVICONSA	132	28.58	0.46	Débil
MANZANARES	115	28.56	0.43	Débil
SANTA MARIA	133	28.53	0.41	Débil
NUEVA GRANADA	108	28.49	0.37	Débil
QUEBRADA LA IGLESIA	163	28.47	0.34	Débil
VILLA DIAMANTE	116	28.46	0.33	Débil
CONUCOS	91	28.43	0.30	Débil
LOS HEROES	109	28.41	0.29	Débil
DON BOSCO	80	28.32	0.20	Débil
ALTOS DEL CACIQUE	165	28.27	0.14	Débil
COLSEGUROS NORTE	29	28.13	0.00	Débil
COOMULTRASAN	146	28.09	-0.03	Débil
EL DIVISO	182	27.96	-0.17	Débil
LA FLORESTA	169	27.95	-0.18	Débil
MINUTO DE DIOS	28	27.90	-0.22	Débil
GRANJAS DE JULIO RINCON	138	27.84	-0.29	Débil
ALTOS DEL LAGO	176	27.82	-0.30	Débil
NUEVA FONTANA	130	27.81	-0.31	Débil
MORRORICO	183	27.72	-0.40	Débil
TERRAZAS	81	27.72	-0.40	Débil
LA GLORIA	55	27.71	-0.41	Débil
NAPOLES	71	27.63	-0.50	Débil
BALCONCITOS	96	27.61	-0.51	Débil
LOS SAUCES	185	27.57	-0.55	Débil
PABLON	3	27.43	-0.69	Débil
PLAZUELA REAL	117	27.28	-0.84	Débil
PAN DE AZUCAR BAJO	172	27.14	-0.99	Débil
VEGAS DE MORRORICO	179	26.99	-1.14	Débil
GUAYACANES	164	26.90	-1.23	Débil
CONDADO DE GIBRALTAR	131	26.86	-1.26	Débil
IGSABELAR	137	26.67	-1.45	Débil
BOSCONIA	155	26.57	-1.55	Débil
JARDIN	170	26.53	-1.59	Débil
CRISTAL BAJO	157	26.46	-1.66	Débil
CIUDAD PERDIDA	74	26.31	-1.82	Débil
PUERTO RICO	46	26.29	-1.84	Débil
EL SOL II	161	26.20	-1.92	Débil
CINAL	47	25.98	-2.14	Débil
ALTOS DE PAN DE AZUCAR	168	25.75	-2.38	Débil
SANTA BARBARA	175	25.62	-2.50	Débil
BUENAVISTA	178	25.39	-2.73	Débil
ALTOS DEL JARDIN	167	23.56	-4.57	Débil

Apéndice B

Tabla con el promedio de la diferencia de temperatura del periodo 2020-2024

CÓDIGO	BARRIO	CÓDIGO DE ZONA	ΔT (°C)					PROMEDIO ΔT (°C)	INTENSIDAD
			2020	2021	2022	2023	2024		
1	GRANADA	58	7.12	5.81	5.51	4.88	4.47	5.56	Fuerte
2	KENNEDY	148	6.94	5.27	6.23	4.21	5.13	5.56	Fuerte
3	GAITAN	51	7.05	5.35	5.52	4.74	4.49	5.43	Fuerte
4	CHAPINERO	44	6.80	4.51	5.14	4.63	4.52	5.12	Fuerte
5	SAN FRANCISCO	52	6.58	4.99	4.96	4.58	4.10	5.04	Fuerte
6	SAN RAFAEL	43	6.75	4.45	4.65	4.21	4.14	4.84	Fuerte
7	GIRARDOT	65	5.98	4.73	4.67	4.59	4.16	4.82	Fuerte
8	COMUNEROS	45	6.22	4.11	4.94	4.54	4.03	4.77	Fuerte
9	CENTRO	66	4.88	4.78	5.35	4.55	4.01	4.71	Fuerte
10	LA CONCORDIA	78	4.67	5.09	5.24	4.37	3.83	4.64	Fuerte
11	MUTUALIDAD	49	5.57	4.33	4.89	4.42	3.30	4.50	Fuerte
12	MODELO	50	5.65	4.10	4.74	4.23	3.53	4.45	Fuerte
13	GARCIA ROVIRA	68	4.79	4.55	4.93	4.26	3.56	4.42	Fuerte
14	NORTE BAJO	36	5.89	3.75	4.28	3.89	3.94	4.35	Fuerte
15	SAN ALONSO	53	3.46	4.80	4.37	4.39	3.93	4.19	Fuerte
16	NARIÑO	64	5.24	4.36	4.36	3.53	3.45	4.19	Fuerte
17	LA INDEPENDENCIA	41	5.23	3.23	4.35	3.94	3.67	4.08	Fuerte
18	ALFONSO LOPEZ	77	3.83	4.26	4.42	3.96	3.38	3.97	Moderado
19	SAN MIGUEL	84	3.31	4.26	4.71	4.23	3.19	3.94	Moderado
20	CAMPO HERMOSO	154	3.87	4.22	3.85	4.25	3.48	3.93	Moderado
21	BUARAMANGA	120	2.47	4.55	4.65	4.59	3.23	3.90	Moderado
22	TRANSICION	39	4.88	2.94	4.37	2.72	3.14	3.61	Moderado
23	UNIVERSIDAD	48	4.84	3.22	3.96	3.15	2.81	3.59	Moderado
24	LA PALMA	95	3.62	3.77	3.59	3.42	3.32	3.54	Moderado
25	LA JUVENTUD	34	4.78	2.92	4.26	2.70	2.99	3.53	Moderado
26	PJO XII	72	4.19	3.68	3.70	3.42	2.60	3.52	Moderado
27	CHORRERAS DE DON JUAN	83	3.51	3.61	3.79	3.32	3.05	3.46	Moderado
28	ALTOS DEL KENNEDY	12	5.50	2.94	4.14	2.46	2.19	3.45	Moderado
29	VILLA MERCEDES	40	5.03	2.65	3.46	2.76	3.26	3.43	Moderado
30	OMAGA I	23	4.88	2.59	3.11	2.71	3.31	3.32	Moderado
31	BOLIVAR	69	3.32	2.98	4.08	3.17	2.49	3.21	Moderado
32	RICARTE	86	2.39	3.67	3.57	3.21	3.07	3.18	Moderado
33	SAN CRISTOBAL	35	4.23	2.85	3.42	2.37	2.85	3.14	Moderado
34	REGADERO NORTE	21	4.27	2.86	3.37	2.32	2.82	3.13	Moderado
35	OLAS BAJAS	13	4.53	2.33	3.39	2.46	2.74	3.09	Moderado
36	ESPERANZA I	31	4.25	2.73	3.34	2.33	2.63	3.06	Moderado
37	EL ROCIO	135	0.02	3.84	4.52	3.15	3.58	3.02	Moderado
38	BETANIA	159	3.88	2.64	3.16	2.35	3.01	3.01	Moderado
39	LA VICTORIA	100	1.40	3.78	3.76	2.99	2.81	2.95	Moderado
40	MIRADOR DEL KENNEDY	14	4.62	2.27	3.37	1.97	2.49	2.94	Moderado
41	ALARCON	61	3.49	2.72	3.17	2.77	2.46	2.92	Moderado
42	CAFE MADRID	6	4.73	2.63	2.95	2.12	2.13	2.91	Moderado
43	COLORADOS	2	3.60	2.56	3.19	2.64	2.36	2.87	Moderado
44	ANTONIA SANTOS CENTRO	62	3.46	2.63	3.13	2.62	2.41	2.85	Moderado
45	ALTOS DEL PROGRESO	149	4.14	2.11	3.25	2.23	2.39	2.83	Moderado
46	EL PLAN	32	3.85	2.25	3.16	2.07	2.60	2.79	Moderado
47	MUTIS	102	2.73	3.15	3.11	2.72	2.19	2.78	Moderado
48	MERCEDES	85	2.35	2.83	3.51	2.81	2.35	2.77	Moderado
49	CIUDADELA REAL DE MINAS	90	2.66	3.11	3.17	2.66	2.07	2.73	Moderado
50	GOMEZ NUNO	88	2.10	3.04	3.35	2.68	2.35	2.70	Moderado
51	23 DE JUNIO	73	3.50	2.81	2.55	2.42	2.14	2.69	Moderado
52	LA ESTRELLA	93	3.06	2.98	2.27	2.61	2.44	2.67	Moderado
53	OLAS ALTAS	17	4.36	2.20	2.58	2.11	2.05	2.66	Moderado
54	LA CEMENTO	11	4.67	1.51	2.87	2.19	2.05	2.66	Moderado
55	TIBIGARO	151	4.11	1.90	3.04	2.14	2.01	2.64	Moderado
56	OLAS II	37	4.39	1.80	2.40	1.89	2.71	2.64	Moderado
57	NUOVA COLOMBIA	42	4.10	1.61	2.83	1.91	2.57	2.60	Moderado
58	VILLA MARIA	147	4.37	1.59	2.74	1.98	2.33	2.60	Moderado
59	LA JOYA	153	2.93	2.52	2.46	2.62	1.99	2.50	Moderado
60	13 DE JUNIO	152	4.26	1.60	2.48	2.10	1.80	2.45	Moderado
61	BOSQUE NORTE	38	4.17	1.38	2.44	1.92	2.28	2.44	Moderado
62	CANLOS	107	1.28	3.19	2.77	2.67	2.11	2.41	Moderado
63	SANTANDER	75	2.94	2.29	2.51	2.31	1.97	2.40	Moderado
64	PABLO VI	110	0.35	2.68	3.39	3.16	2.39	2.40	Moderado
65	CHARTA	103	2.80	2.55	2.21	2.27	2.09	2.39	Moderado
66	MEJORAS PUBLICAS	63	3.15	2.35	2.06	1.88	2.11	2.31	Moderado
67	LA CEIBA	92	1.45	2.69	2.62	2.26	2.51	2.31	Moderado
68	MONIQUE	33	4.05	1.71	1.87	1.68	1.86	2.23	Moderado
69	ESPERANZA II	27	3.32	1.39	2.41	1.70	2.15	2.19	Moderado
70	VILLA ROSA	15	4.08	1.21	2.11	1.60	1.83	2.17	Moderado
71	MIRAMAR	30	3.95	1.32	2.12	1.58	1.81	2.15	Moderado
72	MARIA PAZ	25	3.94	1.74	2.04	0.92	1.80	2.09	Moderado
73	CANDELES	87	1.88	2.13	2.70	1.77	1.84	2.06	Moderado
74	GALAN	54	3.71	2.24	1.58	1.41	1.28	2.04	Moderado
75	LA PLAYA	7	3.75	1.80	1.68	1.38	1.57	2.04	Moderado
76	NUOVO SOTOMAYOR	76	2.26	2.01	2.25	1.88	1.65	2.01	Moderado
77	1 DE MAYO	101	2.06	1.99	1.98	1.76	2.17	1.99	Débil
78	PROVENZA	127	-1.05	2.72	3.50	2.99	1.65	1.96	Débil
79	ESPERANZA III	150	3.49	1.16	2.18	1.45	1.53	1.96	Débil
80	LA AURORA	56	2.94	2.15	1.57	1.46	1.58	1.94	Débil
81	CIUDAD BOLIVAR	106	1.14	2.04	2.24	2.75	1.41	1.92	Débil
82	LA FERIA	67	3.11	1.63	1.79	0.87	2.12	1.91	Débil
83	DANCONO	145	-1.29	3.07	2.91	2.71	1.94	1.87	Débil
84	ANTONIA SANTOS SUR	99	-0.21	2.72	2.72	2.05	1.95	1.85	Débil
85	DELICIAS	187	-0.79	2.39	3.04	1.96	2.56	1.83	Débil
86	ALVAREZ	57	2.86	1.74	1.36	1.94	1.23	1.82	Débil
87	EL TEJAR	173	-3.23	3.79	3.85	2.12	2.50	1.81	Débil
88	SOTOMAYOR	70	2.08	1.78	1.94	1.54	1.41	1.75	Débil
89	QUINTA ESTRELLA	105	1.88	1.67	1.70	1.61	1.69	1.71	Débil
90	LOS TEJADOS	59	2.77	1.56	1.29	1.86	1.05	1.71	Débil
91	BOLARQUI	82	1.28	1.90	1.86	1.82	1.50	1.67	Débil
92	DIAMANTE II	113	-0.84	2.40	2.85	2.46	1.40	1.65	Débil
93	LA SALLE	98	-0.57	2.81	2.60	1.78	1.63	1.65	Débil
94	SAN PEDRO	104	-0.97	2.71	2.64	1.96	1.87	1.64	Débil
95	FONTANA	129	-1.50	2.51	3.08	2.46	1.54	1.62	Débil

96	CLAVERIANO	158	4.72	0.14	1.00	1.10	0.85	1.56	Débil
97	LAS AMERICAS	156	2.21	1.42	1.18	1.18	1.71	1.54	Débil
98	VILLA ALEGRIA	9	3.70	0.78	1.30	0.90	0.95	1.53	Débil
99	BRISAS DEL MUTIS	114	1.48	1.08	1.90	2.30	0.82	1.52	Débil
100	EL PRADO	60	2.21	1.55	1.39	1.35	1.08	1.52	Débil
101	ROSALTA	4	2.61	0.80	1.57	1.28	1.21	1.49	Débil
102	LIZCANO I	26	2.66	0.25	1.68	1.56	1.09	1.45	Débil
103	EL PORVENIR	191	-1.24	1.89	2.19	2.83	1.46	1.43	Débil
104	LAS HAMACAS	10	3.29	0.64	1.16	0.87	1.07	1.41	Débil
105	LIZCANO II	24	2.33	0.34	1.43	1.49	1.40	1.40	Débil
106	MANUELA BELTRAN	188	-0.97	2.43	2.47	1.49	1.54	1.39	Débil
107	TEJAR NORTE	22	2.82	0.50	1.41	0.74	1.19	1.33	Débil
108	SAN LUIS	125	-0.97	1.63	2.48	1.92	1.47	1.31	Débil
109	LA ESMERALDA	89	1.55	1.68	1.03	1.19	0.81	1.25	Débil
110	LA LIBERTAD	118	-3.67	2.46	3.17	2.39	1.90	1.25	Débil
111	LOS ANGELES	18	2.31	0.08	1.46	1.16	1.09	1.22	Débil
112	LOS ROBLES	140	-1.05	1.62	2.39	1.86	1.09	1.18	Débil
113	LOS PINOS	181	0.55	1.26	1.34	1.64	1.12	1.18	Débil
114	DIAMANTE I	123	-4.63	2.56	3.16	2.54	2.20	1.17	Débil
115	LA PEDREGOSA	111	-2.87	2.41	2.75	2.13	1.41	1.17	Débil
116	TOLEDO PLATA	144	-1.50	1.76	2.09	1.75	1.53	1.12	Débil
117	VILLA CANDADO	189	-1.56	1.73	2.39	1.68	1.22	1.09	Débil
118	VILLA INES	124	-4.59	2.68	2.96	2.40	1.98	1.09	Débil
119	VILLA SARA	142	-0.98	1.65	2.02	1.66	1.02	1.07	Débil
120	EL EDEN	126	-4.49	2.44	2.91	2.30	1.87	1.01	Débil
121	ESTORAQUES	122	0.30	0.93	1.06	1.63	1.06	0.99	Débil
122	VILLA FLOR	139	-1.56	1.62	2.16	1.44	1.16	0.97	Débil
123	EL UVO	141	-1.68	1.71	2.02	1.14	1.48	0.93	Débil
124	HACIENDA SAN JUAN	186	-0.99	1.46	2.16	1.17	0.79	0.92	Débil
125	MALPASO	190	-0.88	1.61	1.84	0.83	1.14	0.91	Débil
126	LAS CASITAS	119	-3.96	2.22	2.80	1.68	1.68	0.88	Débil
127	GRANIAS DE PROVENZA	136	-2.53	2.08	2.13	1.25	1.35	0.86	Débil
128	PORTO FINO	112	-2.90	1.69	2.42	1.95	1.12	0.86	Débil
129	MIRADOR NORTE	19	1.81	-0.31	1.24	0.56	0.78	0.82	Débil
130	CADECERA DEL LLANO	171	-0.56	0.97	1.84	0.85	0.96	0.81	Débil
131	SAN GERARDO I	97	0.19	1.28	0.78	1.10	0.67	0.80	Débil
132	VILLA ALICIA	134	-1.90	1.47	2.16	1.38	0.82	0.79	Débil
133	COAVICONSA	132	-1.78	1.47	2.37	1.36	0.46	0.78	Débil
134	CAMPESTRE	79	0.51	0.84	1.19	0.65	0.60	0.76	Débil
135	VILLA HELENA	16	1.82	-0.28	0.77	0.73	0.69	0.75	Débil
136	EL ROSAL	5	1.94	1.11	0.84	-1.35	1.08	0.72	Débil
137	PUERTA DEL SOL	94	0.03	0.77	1.22	0.89	0.53	0.69	Débil
138	LOS HEROES	109	0.27	1.01	0.62	0.62	0.29	0.56	Débil
139	BUENOS AIRES	180	2.36	0.01	-0.06	-0.09	0.56	0.55	Débil
140	SANTA MARIA	133	-2.10	1.38	1.79	1.22	0.41	0.54	Débil
141	SAN MARTIN	162	-2.55	1.26	1.89	1.17	0.74	0.50	Débil
142	ALBANIA	184	0.11	0.96	0.24	0.62	0.56	0.50	Débil
143	ASTURIAS	128	-4.11	1.38	2.45	1.85	0.82	0.48	Débil
144	LAGOS DEL CACIQUE	174	-5.23	1.78	2.59	1.73	1.28	0.43	Débil
145	NUOVA GRANADA	108	-1.36	1.02	0.88	1.23	0.37	0.43	Débil
146	VILLA DIAMANTE	116	-2.65	0.99	1.87	1.58	0.33	0.42	Débil
147	DELICIAS BAJAS	143	-1.86	1.20	1.25	0.89	0.55	0.40	Débil
148	COLSEGUROS NORTE	29	1.86	-0.19	0.36	-0.14	0.00	0.38	Débil
149	MANZANARES	115	0.25	0.04	0.24	0.69	0.43	0.33	Débil
150	MORRORICO	183	1.75	0.14	-0.47	0.29	-0.40	0.26	Débil
151	NUOVA FONTANA	130	-2.51	0.89	1.53	1.66	-0.31	0.25	Débil
152	PP. ESTACION NORTE	160	-3.59	1.39	1.01	1.06	1.31	0.23	Débil
153	JOSE MARIA CORDOBA	20	0.97	-0.75	0.21	-0.09	0.58	0.19	Débil
154	MINUTO DE DIOS	28	2.22	-0.91	-0.38	0.10	-0.22	0.16	Débil
155	MONTERREDONDO	121	-1.28	0.43	0.46	0.12	0.84	0.11	Débil
156	QUEBRADA LA IGLESIA	163	-3.74	1.36	1.35	0.66	0.34	0.00	Débil
157	LA FLORESTA	169	-0.91	0.34	0.27	0.40	-0.18	-0.02	Débil
158	ALTOS DEL LAO	176	2.01	-0.01	-0.50	-1.34	-0.30	-0.03	Débil
159	EL DIVISO	182	0.94	-0.26	-0.22	-0.61	-0.17	-0.06	Débil
160	CONUCOS	91	-0.91	-0.07	0.07	0.07	0.30	-0.11	Débil
161	MIRAFLORES	177	-2.49	0.97	-0.30	0.57	0.64	-0.12	Débil
162	SAN EXPEDITO	166	-3.34	1.19	1.69	-0.86	0.53	-0.16	Débil
163	DON BOSCO	80	0.22	-0.76	-0.49	-0.56	0.20	-0.28	Débil
164	BALCONCITOS	96	0.14	-0.37	-0.60	-0.55	-0.51	-0.38	Débil
165	GRANIAS DE JULIO RINCON	138	-3.35	0.66	0.13	0.33	-0.29	-0.50	Débil
166	VILLA LINA	1	2.13	-0.24	0.05	-5.77	1.06	-0.56	Débil
167	TERRAZAS	81	-1.04	-0.30	-0.48	-0.69	-0.40	-0.58	Débil
168	PLAZUELA REAL	117	-0.97	-0.64	-0.58	-0.07	-0.84	-0.62	Débil
169	NAPOLES	71	0.23	-0.94	-1.04	-1.31	-0.50	-0.71	Débil
170	JARDIN	170	0.82	-1.04	-0.59	-1.29	-1.59	-0.74	Débil
171	CRISTAL BAJO	157	3.31	-1.92	-2.28	-1.75	-1.66	-0.86	Débil
172	LA GLORIA	55	0.56	-1.26	-1.31	-1.91	-0.41	-0.86	Débil
173	PABLON	3	1.11	-1.20	-1.10	-2.58	-0.69	-0.89	Débil
174	PAN DE AZUCAR BAJO	172	-1.23	-1.26	-0.48	-1.10	-0.99	-1.01	Débil
175	BOSCONIA	155	-1.15	-2.09	-1.52	-1.14	-1.55	-1.49	Débil
176	CONDADO DE GIBRALTAR	131	-3.40	-0.94	-1.13	-0.88	-1.26	-1.52	Débil
177	COOMULTRASAN	146	-7.23	0.04	-0.40	-0.65	-0.03	-1.66	Débil
178	PUERTO RICO	46	-0.30	-2.34	-2.76	-1.27	-1.84	-1.70	Débil
179	VEGAS DE MORRORICO	179	0.63	-2.51	-2.84	-2.89	-1.14	-1.75	Débil
180	EL SOL II	161	-2.35	-1.36	-1.16	-2.00	-1.92	-1.76	Débil
181	CINSA	47	0.45	-2.31	-2.88	-2.30	-2.14	-1.84	Débil
182	ALTOS DEL CACIQUE	165	-10.29	0.56	0.72	-0.88	0.14	-1.95	Débil
183	ALTOS DE PAN DE AZUCAR	168	-1.34	-2.31	-2.53	-1.63	-2.38	-2.04	Débil
184	CIUDAD PERDIDA	74	-1.05	-2.46	-3.27	-2.20	-1.82	-2.16	Débil
185	IOSABELAR	137	-4.15	-1.42	-2.43	-1.66	-1.45	-2.22	Débil
186	LOS SAUCES	185	-7.28	-0.96	-1.74	-1.33	-0.55	-2.37	Débil
187	GUAYACANES	164	-7.09	-1.67	-1.31	-1.77	-1.23	-2.61	Débil
188	SANTA BARBARA	175	-3.57	-2.77	-2.92	-2.52	-2.50	-2.86	Débil
189	BUENAVISTA	178	-1.82	-3.82	-4.29	-3.41	-2.73	-3.22	Débil
190	ALTOS DEL JARDIN	167	-2.06	-4.81	-5.61	-4.68	-4.57	-4.35	Débil