Información General del Semillero de Investigación		
Facultad: FCNI		
Programa académico: Ingeniería Ambiental	Grupo (s) de Investigación: GIECSA	
Nombre del semillero – ECOSS	Fecha creación: Febrero 2022 Campus: Bucaramanga	Logo
Líneas de Investigación: Ciudad y territorio		

Áreas del saber *			
	1. Agronomía veterinaria y afines		5. Ciencias sociales y humanas
	2. Bellas artes		6. Economía, administración, contaduría y afines
	3. Ciencias de la educación		7. Matemáticas y ciencias naturales
	4. Ciencias de la salud		8. Ingenierías, arquitectura, urbanismo y afines

Al diligenciar este documento autorizo a UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, ubicada en Calle de los estudiantes 9-82 Ciudadela Real de Minas y con teléfono de contacto 6076917700, para que recolecte, almacene, use, circule y/o suprima mis datos personales. Lo anterior para dar cumplimiento a las finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información disponible en www.uts.edu.co, la cual declaro conocer y saber que en esta se especifican cuáles datos son sensibles. Así mismo, conozco que como titular me asisten los derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir mis datos y revocar la autorización. Igualmente declaro que poseo autorización, de los otros titulares de datos que suministro, para que UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER les dé tratamiento conforme a las finalidades consignadas en la Política.

Información del Director del Proyecto

Nombre: Jenny Rocio Garcia Rojas		No. de identificación: 1098724011
Nivel de formación académica (Pregrado / Postgrado / Link de CvLAC): Postgrado - https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001499663	X	Asesor
		Líder de Semillero de Investigación
Correo electrónico: jrociogarcia@correo.uts.edu.co		

Información de los Autores

Nombre	No. Identificación	Correo electrónico
Helena Katherine Diaz Otero	1005281197	hkatherinediaz@uts.edu.co
Brigny Paola Medina Moreno	1006197474	bpmedina@uts.edu.co

Proyecto

1. Título del proyecto: CENTROS COMERCIALES AL RESCATE CLIMÁTICO: ESTRATEGIAS CONTRA LAS ISLAS DE CALOR EN BUCARAMANGA	MODALIDAD DEL PROYECTO **				
	PA	PI	TI	RE	Otra. ¿Cuál?
		X			
	Fecha creación del proyecto:				

2. Planteamiento de la problemática: El desarrollo de infraestructura en Bucaramanga ha intensificado las islas de calor urbanas (ICU), afectando el confort térmico y el consumo energético debido a la acumulación de calor en edificaciones de hormigón y ladrillo (Vanguardia, 2025). En este contexto, los centros comerciales, cuya presencia ha crecido notablemente, contribuyen significativamente al fenómeno por sus superficies de concreto y asfalto, el tráfico vehicular y la expulsión de aire caliente por sistemas de climatización, agravado

por la escasez de áreas verdes (Iberdrola, s.f.). Esto genera microclimas cálidos que aumentan los costos operativos y disminuyen el confort. Por ello, es vital considerar estrategias sostenibles como materiales con menor capacidad térmica y certificaciones EDGE y CASA (James_Admin., 2024). Estudios locales muestran que sectores como Cabecera y Ciudadela Real de Minas presentan mayores temperaturas por la retención térmica de sus edificaciones (Vanguardia, 2025). Así, surge la siguiente pregunta: ¿Cuáles estrategias de sostenibilidad son más adecuadas para la adaptación al cambio climático relacionado con las islas de calor en los centros comerciales que promuevan la responsabilidad social y ambiental corporativa?

3. Antecedentes: La relación entre los procesos de urbanización, el cambio climático y la sostenibilidad ambiental ha sido abordada desde múltiples perspectivas en los últimos años, dada la creciente preocupación por los impactos negativos del desarrollo urbano no planificado sobre el clima local y global. En este contexto, diversas investigaciones y marcos normativos ofrecieron aportes relevantes para comprender y orientar la adaptación urbana frente a los efectos del cambio climático. Díaz y Navarro (2023) desarrollaron un estudio de caso sobre la calle de Los Estudiantes, en Bucaramanga, donde analizaron las transformaciones del entorno urbano y su relación con la temperatura superficial. Los autores evidenciaron que la pérdida de cobertura vegetal y el aumento de superficies impermeables generaron un incremento térmico de hasta 2°C, lo cual constituyó un claro ejemplo del fenómeno conocido como isla de calor urbana. Este resultado permitió establecer una relación directa entre las características del espacio urbano y el microclima local, y proporcionó una base empírica útil para la formulación de estrategias de mitigación basadas en la infraestructura verde.Desde el ámbito normativo, el Ministerio de Ambiente expidió en 2018 la Ley 1931, la cual promovió la incorporación del cambio climático como criterio transversal en la toma de decisiones públicas y privadas. Esta ley incentivó la integración de medidas de adaptación y sostenibilidad en los instrumentos de planificación territorial, y sirvió como sustento legal para implementar acciones orientadas a la resiliencia climática en entornos urbanos. Adicionalmente, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) publicó en 2016 el Decreto 298, mediante el cual se reglamentó el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA). Este instrumento normativo articuló la acción climática en diferentes niveles de gobierno y sectores económicos, con base en planes estratégicos como el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC) y la Estrategia Nacional REDD+ (ENREDD). Dicho sistema reforzó la importancia de una gobernanza climática intersectorial para enfrentar los retos ambientales contemporáneos. Por otro lado, la Ley 629 del año 2000, también promovida por el Ministerio de Ambiente, ratificó el Protocolo de Kyoto y formalizó el compromiso del país con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la promoción de energías limpias y la cooperación internacional en materia ambiental. Esta normativa estableció un vínculo entre los compromisos multilaterales adquiridos por Colombia y las acciones locales de mitigación y sostenibilidad urbana, promoviendo una alineación entre políticas globales y prácticas territoriales.

4. Justificación El proyecto parte de la necesidad de comprender y promover estrategias de sostenibilidad que permitan la adaptación al cambio climático y la mitigación del impacto de las islas de calor urbanas (ICU) en centros comerciales, fomentando la responsabilidad social y ambiental corporativa. En este contexto, muchas organizaciones están adoptando prácticas sostenibles, especialmente en el sector de la construcción, mediante certificaciones como EDGE y CASA, las cuales contribuyen a reducir los costos operativos. La certificación EDGE, impulsada por la Corporación Financiera Internacional (IFC), permite optimizar el uso de energía, agua y materiales, reduciendo así el consumo de recursos y los gastos asociados (James_Admin., 2024). Desde las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS), se busca aportar diseñando estrategias sostenibles orientadas a mitigar las ICU en los centros comerciales de Bucaramanga. Para ello, se analizó el papel de la infraestructura, el flujo de personas y el ingreso vehicular en el aumento de las temperaturas. Por esta razón, como propuesta, pse plantearon soluciones como el uso de materiales con menor absorción térmica y la incorporación de vegetación en estos entornos. Este trabajo no solo contribuye a la formación académica, sino que también manifiesta un compromiso con el desarrollo sostenible y la mejora de la calidad ambiental para beneficio de la comunidad.

5. Marcos referenciales: El estudio sobre la calle de Los Estudiantes en Bucaramanga evidenció que la reducción de zonas verdes y el aumento de superficies de hormigón han contribuido a la formación de islas de calor, con incrementos de temperatura de hasta 2°C y registros máximos de 30,78°C. Se concluye que la urbanización, los materiales usados y la pérdida de vegetación inciden directamente en este fenómeno (Díaz

& Navarro, 2023).La Ley 1931 de 2018 promueve la integración del cambio climático en decisiones públicas y privadas, enfocándose en la adaptación, reducción de gases de efecto invernadero y sostenibilidad (Minambiente, 2018). El Decreto 298 de 2016 regula el SISCLIMA, que coordina acciones entre sectores para mitigar el cambio climático y proteger a las comunidades vulnerables, apoyándose en estrategias como el PNACC, ECDBC y ENREDD (IDEAM, 2016). Además, la Ley 629 de 2000 ratifica el Protocolo de Kyoto, comprometiendo al país a reducir emisiones mediante eficiencia energética, reforestación y energías renovables, promoviendo también la cooperación internacional (Minambiente, 2000).

6. Objetivo general y objetivos específicos: **Objetivo General**

Formular un programa de responsabilidad ambiental y corporativa en centros comerciales de Bucaramanga, Santander para la adaptación al cambio climático relacionadas con la generación de las islas de calor urbanas a través de datos teóricos e in situ.

Objetivos específicos

• Identificar las variables relevantes de estudio mediante revisión bibliográfica de artículos científicos, meteorológicos a partir del crecimiento de infraestructura de cuatro centros comerciales de la ciudad de Bucaramanga, Colombia.

• Contrastar la existencia de las islas de calor de los centros comerciales con las variables identificadas en el presente estudio y la recolección de datos in situ para la formulación de estrategias de adaptación al cambio climático de las organizaciones.

• Diseñar una herramienta de monitoreo y seguimiento utilizando medios ofimáticos para el cumplimiento del programa de responsabilidad ambiental corporativa.

7. Metodología: Se definió una estrategia metodológica basada en un enfoque explicativo propuesto por la Organización Panamericana de la Salud (PAHO, s.f.), que permite identificar relaciones de causa y efecto, superando la mera descripción del problema al enfocarse en comprender sus orígenes. Para abordar el fenómeno, se optó por una metodología mixta, integrando el análisis tanto de información cualitativa como cuantitativa (Sánchez Flórez, 2019). En cuanto a los datos cualitativos, se incluyeron opiniones de visitantes de los centros comerciales, variaciones en la cobertura vegetal y representaciones térmicas mediante sistemas de información geográfica. Los datos cuantitativos, por su parte, provinieron del IDEAM, registros de temperatura realizados en campo y estadísticas sobre la afluencia de personas en estos espacios. La estructura del estudio incluyó técnicas de observación sistemática para examinar el fenómeno, recolectar evidencia y registrarla con fines analíticos. A partir de esta información se formularon hipótesis que fueron validadas o ajustadas con base en los hallazgos (Díaz, 2011). Gracias a este enfoque, se consolidó una base de datos actualizada sobre las islas de calor y su repercusión en la calidad de vida, lo que permitió plantear medidas de adaptación y fomentar que los centros comerciales asuman un rol activo en la sostenibilidad, aportando positivamente a su entorno como parte de su responsabilidad social y ambiental

8. Avances realizados: En cuanto a avances preliminares en el análisis de la relación entre infraestructura comercial y la formación de islas de calor urbanas (ICU) en Bucaramanga. A partir de una revisión bibliográfica y análisis de datos meteorológicos, se identificaron variables clave y se caracterizaron cuatro centros comerciales (Cacique, Megamall, Acrópolis y Único) mediante imágenes satelitales (2002-2024), evidenciando una transformación del suelo por urbanización intensiva. Esta sustitución de áreas verdes por edificaciones comerciales ha coincidido con un aumento sostenido de las temperaturas locales. Los registros históricos de temperatura (IDEAM y plataformas digitales) muestran una tendencia creciente, con menor variabilidad térmica estacional, atribuida al calentamiento global y al desarrollo urbano. Además, mediciones en campo cada tres horas durante una semana revelaron diferencias térmicas notables entre zonas con vegetación y aquellas dominadas por concreto. Se identificó una correlación preliminar entre la urbanización acelerada y el aumento térmico, especialmente en áreas con escasa cobertura vegetal y alto tráfico vehicular. Ante este panorama, se proyecta el desarrollo de mediciones in situ en puntos estratégicos de los cuatro centros comerciales propuestos, para así realizar el comparativo y la observación sobre la presencia de ICU, a la vez, diseñar estrategias de mitigación y una herramienta digital de monitoreo ambiental para centros

comerciales. Los resultados buscan aportar soluciones sostenibles, guiar futuras investigaciones y apoyar políticas públicas enfocadas en la adaptación urbana al cambio climático.

9. Resultados esperados: En el marco del proyecto, se han recolectado diversos datos tanto teóricos como in situ que han permitido construir un diagnóstico preliminar sobre la relación entre la infraestructura comercial y la formación de islas de calor urbanas (ICU) en la ciudad de Bucaramanga; la investigación se encuentra en curso y ha alcanzado avances significativos, especialmente en el desarrollo del primer objetivo específico, este consistió en la identificación de variables relevantes mediante una revisión bibliográfica exhaustiva, análisis de fuentes meteorológicas, y la observación del crecimiento de la superficie urbana correspondiente a los centros comerciales Cacique, Megamall, Acrópolis y Único; dicha caracterización se apoyó en imágenes satelitales obtenidas a través de Google Earth, lo que permitió observar los cambios progresivos en la cobertura del suelo en las zonas de estudio entre los años 2002 y 2024. Estos cambios, en su mayoría relacionados con la sustitución de áreas verdes o sin construir por edificaciones comerciales, reflejan un patrón de urbanización intensiva que ha contribuido al aumento de las temperaturas locales. Paralelamente, se recopilaron registros históricos de temperatura desde el año 2002 hasta 2024, provenientes de fuentes confiables como el IDEAM y plataformas climáticas digitales. Los análisis de estas series temporales indican una tendencia sostenida al incremento térmico en Bucaramanga. Si bien se observaron algunas anomalías puntuales (como descensos leves en meses específicos de 2024), el comportamiento general sugiere una progresiva reducción de la variabilidad térmica estacional y una estabilización de temperaturas más elevadas. Este fenómeno se atribuye en gran parte al calentamiento global y a la urbanización, que favorece la formación de ICU. Complementariamente, se efectuaron mediciones directas de temperatura en puntos estratégicos, siendo estas mediciones realizadas cada tres horas durante 24 horas continuas por una semana, permitieron identificar diferencias térmicas significativas entre zonas con mayor concentración de concreto y áreas con vegetación o sombra. Esta información es clave para comprender el impacto de los materiales de construcción y la densidad edificatoria en la generación de calor. Hasta el momento, se ha logrado establecer una correlación preliminar entre la urbanización acelerada de los sectores donde se ubican los centros comerciales y el aumento progresivo de las temperaturas en esas zonas. Se han identificado condiciones propicias para la formación de ICU, especialmente en áreas con escasa vegetación y alto flujo vehicular. Adicionalmente, los datos recabados permiten proyectar que estas condiciones podrían agravarse si no se implementan medidas de mitigación.

Como resultado final del proyecto, se espera formular un conjunto de acciones de responsabilidad ambiental que permitan a los centros comerciales adaptarse al cambio climático y reducir el impacto de las islas de calor, se incluirán propuestas de estrategias de mitigación y a la vez se realizara el diseño de una herramienta de monitoreo y seguimiento por medios ofimáticos para el cumplimiento del programa de responsabilidad ambiental corporativa. En conjunto, los hallazgos de esta investigación buscaran contribuir a ofrecer soluciones prácticas y sostenibles que beneficien tanto a las organizaciones involucradas como a la comunidad en general. Se espera que los resultados sirvan como base para futuras investigaciones y como insumo para políticas públicas orientadas a la resiliencia urbana frente al cambio climático.

10. Cronograma:

Figura 1.tabla explicativa de la metodología a aplicar.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	PLAN DE TRABAJO															
			FEBRERO		MARZO				ABRIL					MAYO				
			S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
Objetivo específico 1	Revisión bibliográfica de artículos científicos y reportes meteorológicos sobre islas de calor	Revisión bibliográfica.																
	Búsqueda y análisis de datos de Google para obtener información sobre población, flujo de personas y parque automotor en los centros comerciales seleccionados.	Búsqueda y análisis de datos en Google (Google Maps,Google Academico).																
	Comparación histórica de imágenes satelitales ,Google Earth.	Comparación histórica de imágenes satelitales mediante Google Earth.																
	Aplicación de encuestas o entrevistas a usuarios de los centros comerciales para conocer patrones de afluencia y percepciones sobre temperatura y confort térmico	Análisis cualitativo de encuestas y entrevistas.																
Objetivo específico 2	Medición de temperatura cada 3 horas (3 AM - 12 AM) con un termohigrómetro HTC2 durante 7 días en diferentes puntos estratégicos de los centros comerciales.	Medición de temperatura in situ con un termohigrómetro HTC2.																
	Registro y organización de datos en una hoja de cálculo con ubicación, fecha y hora de medición.	Registro y organización de datos mediante Exel.																
Objetivo específico 3	Contrastar la existencia de las islas de calor de los centros comerciales con las variables	Análisis comparativo																
	Evaluación de la relación entre las islas de calor y las variables socioeconómicas y ambientales.	Metodología mixta																
	Formulación de estrategias de adaptación basadas en los resultados obtenidos.	Formulación de estrategias de adaptación																

Fuente: Autores.

11. Bibliografía: Diaz, H., & Navarro, D. (2023). Estudio de la generación de islas de calor en la calle de Los Estudiantes de la ciudad de Bucaramanga y su posible relación con la infraestructura presente [Unidades Tecnológicas de Santander (UTS)]. En Repositorio Institucional RI-UTS. http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/12040

Empresas colombianas podrán contribuir a la lucha contra el cambio cli. (s. f.). https://www.wwf.org.co/?376671/Empresas-colombianas-podran-contribuir-a-la-lucha-contra-el-cambio-climatico

Iberdrola. (s.f.). ¿Qué es una isla de calor y cómo afecta al medio ambiente? Iberdrola. Recuperado el 21 de febrero de 2025, de https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/isla-de-calor

James_Admin. (2024). Beneficios de las certificaciones EDGE y CASA en la reducción de costos operativos. IFC. https://www.ifc.org

Pacto Global Red Colombia. (s. f.-b). Las 14 empresas colombianas mejor calificadas en sostenibili-dad. https://www.pactoglobal-colombia.org/news/las-14-empresas-colombianas-mejor-calificadas-en-sostenibili-dad.

*** Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)**
**** PA: Proyecto de Aula, PI: Proyecto integrador, TI: Trabajo de Investigación, RE: Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA)**