

*

Universidad de Cundinamarca

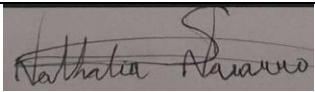
Seccional Girardot

Facultad de Ciencias Agropecuarias

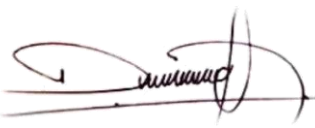


RESPONSABLES

Nombre estudiante: Nathalia Sofia
Navarro Melo
Código: 363221221

Firma: 

Nombre del asesor: Diego Armando
López Vargas
Título: Fortalecimiento y diagnóstico de
la infraestructura verde como estrategia de
sostenibilidad ambiental, eficiencia en el uso
de recursos y la resiliencia ante el cambio
climático en la universidad de
Cundinamarca, sede Fusagasugá.

V.Bº: 

Propuesta de propuesta de pasantía: si Sector productivo: Docencia:
 Iniciativa propia: Otros:

Fecha por el grupo pasantía:

Fecha de trámite por el grupo pasantía:

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot

Facultad de Ciencias Agropecuarias



Fortalecimiento y diagnóstico de la infraestructura verde como estrategia de sostenibilidad ambiental, eficiencia en el uso de recursos y la resiliencia ante el cambio climático en la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá

Nathalia Sofía Navarro Melo

Universidad De Cundinamarca
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Programa de ingeniería ambiental

2025

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot

Facultad de Ciencias Agropecuarias



Fortalecimiento y diagnóstico de la infraestructura verde como estrategia de sostenibilidad ambiental, eficiencia en el uso de recursos y la resiliencia ante el cambio climático en la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá

Nathalia Sofía Navarro Melo

Pasantía de grado para optar al título de Ingeniera Ambiental

Director de proyecto de grado

Diego Armando López Vargas

Universidad De Cundinamarca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Programa de ingeniería ambiental

2025



Resumen y palabras claves

El objetivo principal de este trabajo es fortalecer la infraestructura verde del Campus Fusagasugá de la Universidad de Cundinamarca. Este propósito se fundamenta en la elaboración de un diagnóstico y la formulación de estrategias orientadas a promover la sostenibilidad ambiental, el uso eficiente de los recursos naturales y la adaptación institucional frente a los efectos del cambio climático.

El desarrollo del proyecto busca contribuir al fortalecimiento del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) de la universidad, abordándolo desde una perspectiva técnica en articulación con las metas establecidas en el Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA) 2025; como con las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las directrices de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (ONU, 2015), consolidando el compromiso institucional con la sostenibilidad global.

La ejecución de esta pasantía aplicó un enfoque técnico y participativo en el cual se realizaron observaciones directas sobre la eficiencia de los sistemas energéticos solares, el sistema hídrico y el componente vegetal con los que cuenta actualmente la Universidad.

Este proceso permitió recopilar información precisa sobre los elementos que conforman la infraestructura verde del campus, entre ellos: 222 puntos de iluminación solar exterior; 64 placas fotovoltaicas de 200 W cada una, instaladas en serie y un aljibe subterráneo con capacidad de 55 m³ que capta aguas lluvias del bloque M. En cuanto al componente vegetal, se identificó que el campus cuenta con un 40,64 % de cobertura verde, equivalente a 27.253 m².

Los resultados obtenidos a lo largo de la pasantía evidencian que la infraestructura verde representa un eje fundamental para que las instituciones de educación superior evolucionen hacia modelos de gestión ambientalmente responsables, sostenibles y resilientes. A partir del diagnóstico se identificaron

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

debilidades asociadas con el monitoreo del tanque de agua lluvia recomendando el uso de dispositivos de medición; para la compactación de áreas verdes se elabora la propuesta para el mejoramiento de restauración ecológica para enriquecer la biodiversidad y regular la temperatura. En cuanto a la energía renovable solo el 20% de la demanda eléctrica del campus es por medio de luz solar; reflejando una alta importancia en aumentar la producción de este tipo de energía.

Palabras clave: Sostenibilidad, resiliencia climática, infraestructura verde, eficiencia hídrica, energía renovable.



Tabla de contenido

1. Introducción	9
2. Descripción de la empresa	11
3. Planteamiento del problema.....	12
4. Justificación.....	14
5. Objetivos	17
5.1 Objetivo General	17
5.2 Objetivos específicos.....	17
6. Marco referencial	18
6.1 Marco conceptual	18
6.2 Marco legal.....	21
6.3 Marco teórico	24
7. Diseño metodológico.....	32
7.1 Fase 1: Diagnóstico técnico y caracterización de la infraestructura verde.....	36
7.2 Fase 2: Evaluación de eficiencia funcional y ambiental.....	37
7.3 Fase 3: Formulación de estrategias de fortalecimiento.....	37
7.4 Fase 4: Integración institucional y validación de resultados	38
8. Resultados obtenidos.....	39
8.1 Resultado 1, fase 1: Caracterización de la infraestructura verde.....	40
8.2 Resultado 2, fase 2: Evaluación de eficiencia funcional y ambiental.....	42



8.3 Resultado 3 fase 3: Formulación de estrategias de fortalecimiento e implementación de indicadores de infraestructura verde 50

8.4 Resultado 4, fase 4: Integración institucional y validación de resultados 55

9. Aportes realizados 58

10. Conclusiones 62

11. Recomendaciones 65

12. Cronograma 68

13. Presupuesto y fuentes de financiación 69

14. Bibliografía 71

15. Apéndices 78



Lista de tablas

Tabla 1. Tabla de recursos.....36

Tabla 2. Equipos solares instalados43

Tabla 3. Indicador energético.....45

Tabla 4. Indicador hídrico.47

Tabla 5. Indicador componente vegetal.....49

Tabla 6. A. Componente energético.52

Tabla 7. B. Componente hídrico.53

Tabla 8. C. Componente vegetal y ecológico.....53

Tabla 9. D. Componente institucional y de gestión54

Tabla 10. Presupuesto y fuentes de financiación69

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Mapa de la sede principal de la Universidad de Cundinamarca.....34

Ilustración 2. Infraestructura verde48

Ilustración 3. Cronograma de actividades68



1. Introducción

El gran desafío del siglo XXI es el cambio climático y sus impactos en los ecosistemas, la salud humana, la infraestructura urbana y rural (IPCC, 2023). En este sentido, la universidad se percibe como productora de conocimiento, innovación y sensibilización ambiental. Según la UNESCO (2021), las universidades deben impulsar los procesos de cambio necesarios para la sostenibilidad y la resiliencia climática en la sociedad.

Del mismo modo, la Universidad de Cundinamarca reafirma su compromiso con la educación integral y el cuidado ambiental a través de proyectos de gestión ambiental mediante el SGA, desarrollando adecuadamente el uso de los recursos naturales, conforme con el PIGA, 2025. De esta manera, el campus de Fusagasugá se presenta como un espacio de trabajo para el diagnóstico y fortalecimiento de la infraestructura verde en su territorio encaminados, como lo plantean Benedict & McMahon, (2006) en la mejora de la calidad ambiental, que igualmente impacta en el bienestar humano como componentes esenciales para lograr la sostenibilidad universitaria.

A partir de esta línea, la pasantía responde a revisar los sistemas del campus en términos de sostenibilidad en cuanto a energía, agua y áreas verdes, con el propósito de la mejora continua en consonancia con la Misión Institucional, que aspira a la creación de la Universidad de Cundinamarca como una universidad verde, principalmente bajo los ODS 6, ODS 7, ODS 11, ODS 12 y ODS 13, tal propuesta considerará el uso eficiente del agua; energía clara y más económica; sostenibilidad comunitaria, producción y consumo responsables y acción climática (ONU, 2015).

De esta manera desde el quehacer profesional, la pasantía representa la pertinencia de orientar actividades con énfasis en componentes técnicos, ambientales y educativos ante el tema de la infraestructura verde hacia el alcance de la mejora de la conciencia ambiental, la innovación en recursos y la reducción frente a las afectaciones que sufre actualmente el ambiente. A su vez, busca

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

contribuir en la construcción de la identidad institucional y refuerza la relación universidad-territorio.

El campus de Fusagasugá es un ejemplo de sostenibilidad y resiliencia en la región, generando transformaciones ambientales significativas tanto en sus aulas como en sus alrededores (OCDE, 2022).

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

2. Descripción de la empresa

La universidad de Cundinamarca corresponde a una institución pública de educación superior que se caracteriza por ser una organización social del conocimiento y aprendizaje democrática, autónoma, formadora y agente de la transmodernidad que incorpora los consensos globales de la humanidad y las buenas prácticas de la gobernanza universitaria. Su calidad se genera a partir de los procesos de formación-aprendizaje, ciencia, tecnología, investigación e innovación e interacción social universitaria. (Universidad de Cundinamarca, 2024)

Esta institución cuenta con 8 sedes dentro del departamento de Cundinamarca; la Sede Principal y Administrativa está ubicada en el municipio de Fusagasugá, en la provincia del Sumapaz, donde nació hace más de 45 años como Instituto Técnico Universitario de Cundinamarca (ITUC), mediante la Ordenanza 045 del 19 de diciembre de 1969. Ubicada en un entorno templado y con gran diversidad de flora y fauna. El desarrollo de la pasantía se llevó a cabo en el área del sistema de gestión ambiental SGA de la sede principal de la universidad en el municipio de Fusagasugá, Cundinamarca.



3. Planteamiento del problema

La Universidad de Cundinamarca avanza hacia la construcción de un campus con un enfoque ambiental y sostenible; fundamentado en la participación de actores tanto de la comunidad académica como externos, en miras de la transformación y el cuidado del ambiente. Si bien se cuenta con luminarias solares, sistema de captación de agua lluvia y amplias áreas verdes, no cuenta con un diagnóstico que permita determinar su estado actual, su eficiencia y su contribución ante los objetivos para sostenibilidad ambiental de la institución, en el marco de responsabilidad social.

La falta de un enfoque integrado sólido para la gestión del paisaje ha dado lugar a muchos espacios ecológicamente muertos o "islas verdes", que funcionan de manera independiente sin un plan coordinado para apoyar la continuidad ecológica y maximizar los servicios ecosistémicos. Estos servicios, como el control térmico, el equilibrio hídrico o la captura de carbono, son necesarios para mantener el equilibrio ambiental del campus (Gill et al., 2007). La fragmentación en estos espacios reduce la capacidad adaptativa de la institución ante los efectos de la variabilidad climática, particularmente en relación con “eventos extremos como lluvias intensas, sequías prolongadas o aumentos de temperatura que se han vuelto progresivamente más frecuentes y severos en la región del Sumapaz” (IDEAM 2022).

Sumado a ello, en el plano operativo se evidencian deficiencias en la medición de impactos, especialmente en la identificación del número de espacios y dispositivos que actualmente están en funcionamiento. Esta situación, afirma la necesidad de caracterizar y formular estrategias de monitoreo y seguimiento que permitan evaluar su efectividad de manera adecuada. Por otro lado, no se cuenta con indicadores de eficiencia energética y eficiencia hídrica, no existen medidas de control automatizado, y se requiere integrar acciones sobre el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas sostenibles instalados de manera más explícita dentro del plan institucional de gestión

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

ambiental; situaciones como estas dificultan la evaluación del desempeño ambiental y debilitan la aplicación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA), limitando su eficacia en un entorno universitario tal como lo recalca el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS, (2023)

A nivel social, se puede identificar un reto adicional: el bajo grado de apropiación del entorno por parte de los miembros de la comunidad universitaria. “La percepción limitada del papel que juega la infraestructura verde, así como sus beneficios, ha limitado el espacio para el aprendizaje (sobre la infraestructura verde), el compromiso de calidad y el enriquecimiento de la cultura ambiental en el campus” (UNESCO, 2021).

Por esta razón, es importante desarrollar un diagnóstico técnico y participativo de los componentes, agua, energía y plantas, y del mismo modo formular estrategias para el fortalecimiento de su gestión ambiental institucional. Estas estrategias deben abarcar aspectos técnicos, administrativos y educativos para promover la consolidación de una infraestructura verde capaz de responder de manera resiliente y eficiente a los principios del SGA, las directrices del PIGA 2025 y las obligaciones internacionales de sostenibilidad (CMNUCC, 2016; ONU, 2015).

Este análisis lleva a la pregunta que guía esta pasantía, su título y objetivo: ¿Cómo podría el fortalecimiento y diagnóstico técnico de la infraestructura verde contribuir al aumento de la sostenibilidad ambiental en el uso de recursos resilientes al clima en la Universidad de Cundinamarca desde Fusagasugá?

Pregunta que recalca la importancia de un diagnóstico y evaluación no solo del estado actual del campus, sino también un conjunto de propuestas reales (tangibles) que vinculen la gestión ambiental con la participación de toda la comunidad universitaria.



4. Justificación

La infraestructura verde en la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá, se presenta como una medida estratégica en el proceso institucional hacia un campus sostenible. Con el contexto actual de efectos visibles del cambio climático y deterioro de los recursos naturales, además de los compromisos internacionales que Colombia ha asumido respecto a temas ambientales, es clara la necesidad de crear una gestión ambiental universitaria integrada para la mitigación y adaptación a los desafíos ambientales (IPCC, 2023).

Este es un contexto, que más allá de evaluarlo desde la deficiencia, es una oportunidad para el desempeño y aportes desde el profesional de ingeniería ambiental, que implica comprender la importancia del papel de las energías alternativas, del aprovechamiento de agua lluvia y el valor de las áreas verdes como fuente de bienestar y vida; aspectos que conectan con los ejes y dimensiones del modelo educativo digital transmoderno MEDIT, donde el conocimiento, la tecnología, el aprendizaje y la ética se integran para el fomento de personas capaces de aportar en la transformación social del entorno; un entorno que requiere acciones urgentes frente a la adaptación y mitigación frente al cambio climático, reducción de huella del carbono y uso responsable del agua; alcances que implican promover libertad, democratización y colaboración; por ello, el valor de una metodología participativa para el desarrollo de esta pasantía.

En esta línea, se contribuye directamente a lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en campos como el ODS 6 (agua limpia y saneamiento), ODS 7 (energía asequible y no contaminante), ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles), ODS 12 (consumo y producción responsable), y ODS 13 (Acción por el clima)

Ante lo anterior, la pasantía que enfatiza en un aprendizaje desde la vivencia y trasciende a procesos de información, contribuirá a habilitar a la comunidad universitaria para participar

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

activamente en el monitoreo y mantenimiento de la institución, así como en la planificación de la gestión del ambiente del campus para que la cultura sea sostenible a nivel institucional; mediante el incremento de acciones para la evaluación de la eficiencia energética y del agua, el fomento de la conservación y conectividad ecológica de las áreas del campus. Todo articulado en los objetivos fijados para la sostenibilidad a través de la norma ISO 14001:2015, en términos de mejora de la gestión ambiental.

Según la UNESCO (2021), las universidades tienen un compromiso hacia la integración de la sostenibilidad en sus tres funciones principales: enseñanza, investigación y responsabilidad social. En este sentido, el proyecto no solo proporciona conocimiento técnico, sino que también apoya la educación ambiental y la conciencia colectiva, promovidas como pilares que transforman culturalmente el campus.

Esta propuesta fomenta que la Universidad de Cundinamarca adopte el ranking mundial universitario UI Greenmetric, un referente global para medir el desempeño ambiental de las universidades a través de sus indicadores de infraestructura, energía y cambio climático, gestión del agua, residuos, transporte y formación en asuntos ambientales. En Colombia destacan instituciones como la Universidad del Rosario entre las más sostenibles gracias a sus iniciativas en energía limpia, áreas verdes y manejo eficaz del agua (Universidad del Rosario, 2023). Igualmente, reconocida es la Universidad Autónoma de Occidente por su liderazgo en movilidad sostenible y eficiencia energética (Universidad Autónoma de Occidente, 2017). A nivel internacional sobresalen universidades como Wageningen University & Research (Países Bajos), Universitas Indonesia, University of Nottingham (Reino Unido) y Università di Bologna (Italia), todas ellas referentes globales en sostenibilidad dentro del ámbito universitario (UI GreenMetric, 2024).

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

Alcanzar estos estándares constituye un objetivo priorizado para la Universidad de Cundinamarca ya que permitirá visibilizar sus esfuerzos ambientales consolidando su imagen como una “Universidad Verde”, alineada con principios sustentables y responsabilidad climática. Por último, lo técnico relevante radica en que los resultados servirán como herramienta permanente dentro del SGA proporcionando indicadores verificables junto a datos confiables, así como propuestas para mejora continua. Esto asegura no solo una sostenibilidad a largo plazo respecto a las acciones implementadas sino también posiciona a la Universidad de Cundinamarca como un referente regional en educación ambiental e innovación en gestión sostenible territorialmente hablando (OCDE, 2022).



5. Objetivos

5.1 Objetivo General

Fortalecer la infraestructura verde de la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá, mediante un diagnóstico integral y la formulación de estrategias de mejora que contribuyan a la sostenibilidad ambiental, la eficiencia en el uso de recursos y la resiliencia ante el cambio climático.

5.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la infraestructura verde existente dentro del campus (áreas verdes, tanques de agua lluvia y energía renovable)
- Revisar y/o evaluar el estado, capacidad y eficiencia de los dispositivos sostenibles instalados en la sede que oriente acciones para su aprovechamiento y mejora
- Formular estrategias de mejoramiento de infraestructura verde que contribuyan al objetivo institucional de “universidad verde” y la adaptación al cambio climático.



6. Marco referencial

6.1 Marco conceptual

El marco conceptual expone la base teórica y la concepción central del proyecto, que es una base interpretativa para conectar el entendimiento científico, la gestión institucional y las regulaciones ambientales. Con este fin, esta colección sirve como un puente vital, vinculando el cuerpo general de la teoría donde se destacan puntos como la sostenibilidad y la infraestructura verde con referencias y marcos legales que traen, en el ámbito de la educación superior, reglamentaciones vigentes actuales y conocimiento empírico sobre sostenibilidad.

Por tal razón, la sostenibilidad ambiental se define como la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin poner en peligro las de las generaciones futuras... Y, por supuesto, la armonía entre el desarrollo económico (ya sea público o privado) y la preservación de los ecosistemas naturales se ha vuelto más importante que nunca (Naciones Unidas [ONU], 2015). En el contexto de las universidades, este principio significa que las instituciones académicas deberían reducir su impacto ambiental, hacer el mejor uso de los recursos naturales y crear una cultura de campus universitario comprometida tanto con la acción climática como con el desarrollo a largo plazo responsable.

Del mismo modo, la infraestructura verde consiste en una red planificada compuesta no solo por reservas naturales o Parques Nacionales, sino también con corredores verdes rurales. Proporciona servicios vitales para la supervivencia de la sociedad según Benedict & McMahon (2006).

La infraestructura mencionada anteriormente en la esfera universitaria tiene dos funciones: La primera es contribuir a la optimización ambiental dentro de los campus universitarios; en segundo lugar, formar un laboratorio práctico del cual se pueda extraer aprendizaje empírico sobre ecología, procesos de energía y agua (Laforteza et al., 2018). Esta gestión se lleva a cabo asegurando que los

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

Sistemas de Gestión Ambiental de las instituciones continúen promoviendo el desempeño ambiental, desde su concepción hasta su finalización (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2015).

Dentro de la única universidad de Cundinamarca, este sistema está directamente vinculado con el Plan de Gestión Ambiental Universitario (PIGA 2025). Aquí se encuentran objetivos o indicadores diseñados, para promover el uso eficiente del agua, la energía, aumentar en términos de área las zonas verdes y fomentar la educación ambiental.

La educación ambiental se considera un proceso continuo para buscar conocimiento holístico sobre el medio ambiente o para promover valores sólidos y un comportamiento responsable hacia él (UNESCO, 2021). En la educación superior, esto se ve como la encarnación de las tres funciones básicas de dirigir una institución y en donde se integra el conocimiento con la transformación territorial, manifestando principios sostenibles en la enseñanza, la investigación y la extensión universitaria.

Además, el modelo llamado Universidad Verde eleva la eficiencia de los recursos disponibles en la institución con el fin de proteger mejor el entorno natural, apoyado por la metodología UI GreenMetric World University Ranking, que mide a las universidades desde seis aspectos: 1) Infraestructura y entorno; 2) Energía y cambio climático; 3) Residuos; 4) Agua; 5) Transporte; 6) Educación (UI GreenMetric, 2023).

A nivel nacional, hay universidades conocidas por sus iniciativas en transporte sostenible o gestión eficiente del agua, como la Universidad del Rosario o la Autónoma de Occidente. Internacionalmente, instituciones como Wageningen University & Research (Países Bajos), Universitas Indonesia, o la Universidad de Nottingham (Reino Unido), entre otras. Todas estas son mundialmente reconocidas por cuestiones de sostenibilidad universitaria (UI GreenMetric, 2024).

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

En general, estas concepciones forman un sólido apoyo frente al énfasis de utilizando técnicas participativas, tecnológicas y educativas de la universidad verde

Además, la noción clave de resiliencia climática es crítica. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2023), esto significa que tanto los sistemas naturales como los humanos pueden anticipar y manejar los efectos directos del cambio climático, ajustarse en consecuencia, así como recuperarse de desastres provocados por cambios en los patrones climáticos. Aplicar tal enfoque orientado a la ecología a la gestión universitaria también exige soluciones específicas sociedad-naturaleza, reduciendo peligros derivados de eventos climáticos violentos y reforzando las instituciones mediante la introducción de infraestructuras ecológicas, mejorando la eficiencia energética, coordinando estudios de la naturaleza con programas educativos enfocados en la conservación.

Por último, la gestión ambiental universitaria se define como un conjunto de políticas, estrategias y planes de actividad diseñados para guiar a las instituciones de enseñanza superior hacia la sostenibilidad en general. (UNESCO, 2021).

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot

Facultad de Ciencias Agropecuarias



6.2 Marco legal

El proyecto se basa en una estructura legislativa sólida: desde el nivel internacional, al nacional y hasta los niveles regionales y locales. El segundo grupo normativo o conjunto está compuesto por las directrices a nivel estatal en gestión ambiental, sostenibilidad y acciones climáticas para universidades, que respaldarán a sus instituciones para diseñar un modelo de campus sostenible y resiliente para la Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá.

A nivel internacional, las bases iniciales están en la Declaración de Talloires de 1990, el primer acuerdo universitario internacional, podría decirse, sobre desarrollo sostenible. En el documento, se enfatiza la gran importancia de la educación superior en relación con el cambio ambiental y se aboga por la integración de principios ecológicos en la enseñanza, la investigación y la gestión institucional. Posteriormente, en el año 2000, la Carta de la Tierra de la UNESCO también amplió estos deberes (incluyendo el respeto a la vida, la igualdad social y la justicia ambiental), estipulando principios de ética universal que respaldan la corresponsabilidad mundial y actuando como una guía ética hacia políticas globales de educación y sostenibilidad.

En consecuencia, la ISO 14001:2015 ofreció un estándar técnico internacional para que las organizaciones, incluidas las universidades, construyeran Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) en torno a los principios de mejora continua, prevención de la contaminación y el uso sostenible de los recursos naturales (Organización Internacional para la Estandarización ISO, 2015). Este estándar jugó un papel esencial en fortalecer la alineación entre las aspiraciones institucionales y los objetivos planetarios.

En el mismo período, surgió la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ONU, 2015), una iniciativa mundial que incluye 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Entre estos objetivos, los ODS 6, 7, 11, 12 y 13 son especialmente relevantes para establecimientos de

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

educación superior en relación con la gestión sostenible del agua, acceso a energía limpia, desarrollo de comunidades sostenibles, consumo responsable y acción climática.

Fue seguido por el Acuerdo de París (UNFCCC, 2016) asegurando un compromiso global contra el cambio climático que requiere que los países mitiguen las emisiones y fortalezcan sus capacidades de adaptación al clima. Este acuerdo también puso de relieve la inmensa importancia de la educación, incluida la investigación y la innovación, componentes indispensables para nuestra sostenibilidad futura. En este sentido, la Universidad de Cundinamarca continúa reafirmando su compromiso con la sostenibilidad global y la educación ambiental con potencial para un cambio significativo.

A nivel nacional, la orientación del sistema regulatorio ambiental en Colombia se genera a partir de la Constitución Política de Colombia (1991) que considera: el derecho a un ambiente sano (Artículo 79), e inseparablemente ahí el deber del Estado de proteger, preservar, conservar, mantener y restaurar la diversidad e integridad del establecimiento ambiental, así también, por el Artículo 80. Este principio constitucional ha sustentado el desarrollo de un sólido derecho ambiental público.

Desde la Ley 99 de 1993, se creó el Ministerio de Ambiente y se consolidó el SINA (Sistema Nacional Ambiental), dando paso a la formalización de la gestión ambiental en el país y logrando formas de colaboración entre el Estado, la sociedad civil y el sector académico. La Ley 373 (1997) abogó por medidas para el uso eficiente del agua, y la Ley 697 (2001) llamó al consumo racional de energía e investigación en fuentes no convencionales como la solar o eólica.

En cuanto a la educación, la Política Nacional de Educación Ambiental (MADS y MEN, 2002) fue un desarrollo importante ya que reconoció la sostenibilidad en el sistema educativo formal. Esa línea de política resultó en la implementación de acciones como Proyectos Ambientales Universitarios (PRAU) y Plan institucional de gestión ambiental (PIGA), que se basa en el principio de que el trabajo de la institución universitaria es coherente con las preocupaciones ambientales.

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

Más adelante, en el Decreto 1076 (2015) se dispuso para la consolidación de normas existentes y este decreto armonizó un solo régimen legal relacionado con la planificación ambiental, la gestión de la biodiversidad, la gobernanza del agua y la educación correspondiente. De manera similar, el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 de (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2022), parte de los conceptos de transformación estratégica orientados al desarrollo sostenible, subrayó la importancia de la educación superior así como la innovación tecnológica y los profesionales comprometidos con el medio ambiente, formando una tríada de pilares objetivos para canalizar una transición energética justa y asertiva, una economía circular y la restauración de ecosistemas.

En resumen, esta amplia regulación que integra educación, investigación y gestión ambiental es un peldaño para trabajar hacia la implicación de las universidades y políticas de adaptaciones climáticas.



6.3 Marco teórico

La Infraestructura Verde es definida simplemente por Benedict y McMahon (2006, p.1): "Como una red interconectada de áreas naturales y seminaturales gestionadas para proporcionar una gama de servicios ecosistémicos".

Para un clima social saludable y la sostenibilidad del ecosistema, dependemos de la infraestructura verde: de hecho, es una de las formas más importantes que tenemos para abordar el cambio climático (Kabisch et al. 2017). Las relaciones con el medio ambiente y la sostenibilidad son componentes clave de la infraestructura verde de una universidad, como ha mostrado Pearsall (1992).

En las universidades, la infraestructura verde comprende bosques, jardines de lluvia, techos verdes, corredores ecológicos, energía solar, y técnicas de recolección de agua de lluvia. La adición de estos componentes, como señaló la FAO en el año 2022 que no solo mejora la resiliencia ante eventos problemáticos del clima, sino que también facilita una reducción de las emisiones de carbono, contribuyendo al bienestar físico y emocional de las instituciones educativas.

Otro aspecto importante de esta infraestructura es servir como un elemento regulador natural, reduciendo la "isla de calor" al permitir la infiltración de agua; simultáneamente promoviendo la diversidad biológica en un contexto urbano, y un laboratorio para la educación ambiental urbana. Gill et al., (2007); Laforzezza et al., (2018).

En la sede Fusagasugá, donde existen ecosistemas naturales junto con estructuras urbanas en un área marcada por alta biodiversidad y rápida urbanización, en particular, este enfoque debería mantenerse ya que proporciona una oportunidad estratégica para construir un modelo de campus que sea funcional ecológicamente, resiliente y pedagógicamente sostenible.

La resiliencia ante el clima se interpreta como la capacidad de tanto las comunidades humanas como los sistemas naturales de anticipar, resistir, adaptarse o recuperarse de los efectos adversos

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

debido a los cambios climáticos (IPCC, 2023). Para ello, la infraestructura verde se convierte en un ejemplo de soluciones basadas en la naturaleza que rinden respuestas adaptativas y así fortalece la resistencia institucional para hacer frente a los riesgos climáticos (UNEP, 2021).

Soluciones sostenibles como techos verdes, pavimentos permeables o sistemas eficientes de gestión del agua en el entorno universitario reducen las vulnerabilidades institucionales; suman a la disminución de costos operativos; y generan beneficios ecológicos, económicos y educativos indirectos por igual (Banco Mundial, 2023). Tomemos las universidades latinoamericanas como ejemplo: la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ha instalado jardines de lluvia y un sistema de reutilización de agua para residuos; la Pontificia Universidad Católica de Chile ha construido techos verdes además de proyectos de agua; mientras que la Universidad EAN en Colombia es conocida por sus edificios certificados en oro bajo el estándar LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental, uno de los criterios internacionales más prestigiosos para el impacto ambiental de edificios) (UI Green Metric 2023). De este modo, estas instituciones se están convirtiendo en modelos reales de sostenibilidad viva, donde su infraestructura es un contribuyente activo a la mitigación y a la innovación educativa.

La gestión ambiental universitaria, por otro lado, es una serie coherente de políticas destinadas a forjar un pensamiento integrado y una estrategia operativa para la sostenibilidad dentro de la educación superior. Estos campus universitarios, según la UNESCO (2021), son los mejores entornos en los que desarrollar competencias necesarias para el desarrollo sostenible, y la investigación aplicada.

Las instituciones de educación superior cumplen con sus responsabilidades sociales, asegurando coherencia entre los compromisos institucionales y los acuerdos ambientales tanto a nivel nacional como internacional. Es dentro de este marco que se emplean Sistemas de Gestión Ambiental (SGA),

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

PIGA (Planes Institucionales de Gestión Ambiental), y políticas "universidad verde" respetuosas del medio ambiente, de manera que se conforme con los principios establecidos en los estándares 14001:2015 (MADS 2023).

Según la OCDE (2022), una universidad verdaderamente sostenible no debe juzgarse meramente por sus logros académicos sino también por su participación en hacer que la sostenibilidad suceda dentro de las estructuras de gobierno de la universidad y en la propia cultura universitaria. La Universidad de Cundinamarca busca avanzar en este empeño ambiental utilizando los criterios de UI GreenMetric, que evalúan el rendimiento institucional en seis áreas. Estas incluyen áreas como el medio ambiente, infraestructura y energía, así como cambio climático; residuos, transporte de agua (tanto dentro como fuera de nuestro campus); educación. Este patrón internacional nos permite medir nuestro progreso en convertirnos en una "universidad verde" que sea coherente con la ideología de desarrollo sostenible.

El establecimiento directo de infraestructura verde tendrá un efecto significativo en una serie de objetivos de la Agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (2015):

- ODS 6: Garantizar el acceso a agua fresca asequible; gestionar sosteniblemente la disponibilidad de agua potable.
- ODS 7: Asegurar que todos tengan acceso a energía asequible, fiable, sostenible y moderna.
- ODS 11: Hacer que los asentamientos humanos y las ciudades sean seguros, inclusivos; resilientes y sostenibles.
- ODS 12: Asegurar que los estilos de vida sean sostenibles, con patrones de producción sostenibles para proporcionarles lo necesario.
- ODS 13: Existe una necesidad urgente de actuar sobre el cambio climático y prevenir sus peores efectos.

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

Los avances hacia estos objetivos sirven para recalcar el compromiso de la Universidad de Cundinamarca con la sostenibilidad ambiental y la acción climática a nivel regional. Por lo tanto, si la infraestructura verde no solo se encarga de las funciones ecológicas en el aspecto técnico, sino que también se ve como un promotor de educación, ciencia, liderazgo social, entonces fortalecerá una visión para nuestra Universidad que combine sostenibilidad y resiliencia. Permitirá que el campus se convierta en un modelo de todo lo que es sostenible, la Agenda 2030 global.

Al hablar de modelos sostenibles se viene destacando en términos teóricos toda la incidencia a nivel de la sostenibilidad, así como de aspecto normativos, su eficiencia y gestión para el cambio climático; pero es importante precisamente en esta línea de gestión considerar también sus limitantes como oportunidad de mejora y contemplar los beneficios para fortalecer las estrategias.

Iniciemos con los limitantes, un asunto en el cual cabe agregar que en América latina, en los últimos años, las investigaciones sobre infraestructura verde indagan sobre la estructura espacial de las ciudades, así como la oferta de servicios ecosistémicos y la planificación urbana ante la integración de espacios naturales, tal como son la normas de protección; pero hace falta ampliar estudios en relación con la gestión, monitoreo y gobernanza (Breen et ál. 2020; Pauleit et ál. 2019), es escaso el abordaje ante los sistemas de implementación ambiental adoptados por instituciones, (Mendes et ál. 2020) y es muy bajo el interés o abordajes que destacan la importancia ante el potencial de la sociedad civil o la academia para contribuir al debate y la agenda de la infraestructura verde y su rol como agentes de cambio (Pauleit et ál. 2021).. Como lo destacan Kabisch et ál. (2017), sigue faltando una base conceptual compartida para las zonas urbanas, e información sobre sus impulsores, logros y limitaciones encontradas para su implementación. Tal parece que el tema de infraestructura verde se delega únicamente a entes y actores con incidencia directa al tema ambiental, desconociendo que es un

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

tema de corresponsabilidad y con amplias necesidades de seguimiento y monitoreo para que se alcance una mayor efectividad.

El tema de infraestructura verde apenas está llegando a las agendas políticas y aún son pocos los casos documentados (Vásquez et ál. 2019; Pauleit et ál. 2019) como se ha mencionado los conceptos mencionados anteriormente se han concentrado en áreas no urbanas (Guerry et ál. 2015) y se develan altas insuficiencias el desarrollo urbano planificado, muchas ciudades en Latinoamérica carecen de suficientes espacios verdes y sufren de problemas ambientales (Rigolon et ál. 2018). Y ante estos referentes, y desde esta pasantía son muchas las posibilidades para la implementación de la infraestructura verde.

Ahora bien, Valdés y Foulkes (2016), en el marco de Foro Internacional Infraestructura Verde y Cambio Climático, proponen una serie de beneficios en materia de biodiversidad y servicios ecosistémicos, como son el mejoramiento de la disponibilidad y continuidad de los servicios ecosistémicos; la recuperación de espacios con simbiosis ecourbana. prevención de riesgos hidrometeorológicos, retención de partículas contaminantes, mejora el microclima, reducción de la vulnerabilidad socioambiental.

La propuesta contempla beneficios a nivel ambiental como la mejora de la conectividad ecológica, reducción de la contaminación por ruido y contaminación visual, producción de servicios ecosistémicos y bienes ambientales, recuperación de hábitats naturales, biodiversidad y hábitat de especies. Beneficios a nivel social como la humanización de las ciudades, generación de bienestar físico y psicológico, mejora de la habitabilidad, mejora estética del paisaje. Promueve la recreación y deporte, mejora la salud pública, favorece la movilidad sustentable, fortalece la educación ambiental y genera confort térmico. Beneficios económicos como lo es la optimización de la inversión pública al atender distintos objetivos e incentivar la coordinación entre actores clave, incremento de plusvalía de

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

las zonas donde se implementa; eficiencia energética; ahorro y reducción de costos de diversos sistemas.

Los beneficios contemplan un aporte al cambio climático en tanto aporta a la disminución de gases de efecto invernadero, reducción del efecto de la isla de calor, regulación climática; mejor manejo de agua: inundaciones, abastecimiento, reúso, recarga; fomento de la resiliencia en el sistema socioambiental, prevención de riesgos hidrometeorológicos, reducción de la vulnerabilidad socioambiental. Además, proponen otros beneficios como el aumento de la belleza escénica, recarga del subsuelo, incremento de la resiliencia institucional, amplia la transversalidad en la planeación y en la toma de decisiones; un conjunto de beneficios que emergen e incentivan la participación social y conlleva a otro tema relevante en este aparte teórico como es la capacidad adaptativa.

“En el contexto del cambio climático, la capacidad adaptativa es la capacidad de los sistemas, de las instituciones, de los humanos y de otros organismos para ajustarse a daños potenciales, adquirir ventaja sobre oportunidades, o responder a cambios” (IPCC, 2014^a, p. 16). La capacidad adaptativa es una función de la vulnerabilidad (Nelson et al., 2007; Turner et al., 2003), junto con la exposición y la sensibilidad.

Ante este tema de capacidad adaptativa y que se contempla como fin mismo de la infraestructura verde, cabe considerar la vulnerabilidad como el “nivel a que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación” (D.O.F., 2012, p. 4).

Otros conceptos que igualmente es necesario considerar en este tema de la capacidad adaptativa es el de la exposición y la sensibilidad, el primero hace referencia al grado o naturaleza en el que un

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

sistema está expuesto a variaciones climáticas significativa (SEMARNAT y INECC, 2014, p. 18); el segundo consiste en “el grado en que un sistema resulta afectado, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climático” (IPCC, 2007; IPCC, 2014).

La capacidad de adaptación involucra un proceso de toma de decisiones y un conjunto de acciones que se adoptan para afrontar cambios futuros; lo cual incluye elementos sociales y físicos, junto con la capacidad para movilizarlos (Nelson et al., 2007, p. 397). También se aborda desde dos dimensiones que pueden ser consideradas bajo cualquier enfoque y en varios niveles de decisión (Eakin et al., 2014). Una dimensión genérica que involucra acciones de largo plazo aborda las deficiencias en las necesidades básicas humanas, como salud y alimentación; n tanto la dimensión específica integra las herramientas y capacidades necesarias para anticipar y responder a amenazas focalizadas, como las que genera el cambio climático.

Sumado a estos planteamientos, se debe tener en cuenta frente al análisis de la vulnerabilidad ante el cambio climático tres contextos particulares; el primero, es la identificación de metas de mitigación a largo plazo; el segundo, la identificación de regiones particularmente vulnerables; así como grupos sociales prioritarios para la canalización de recursos; y, en tercer lugar, la introducción de medidas de adaptación para regiones específicas. Los tres contextos demandan diferentes necesidades, instrumentos normativos existentes, como factores que contribuyen en el potencial diferenciador que tienen las comunidades para adaptarse a condiciones cambiantes (Fussel y Klein, 2006).

Los factores relacionados con la capacidad adaptativa que influye sobre la vulnerabilidad son de tipo ambiental, social, demográfico, tecnológico y político y que tienen efectos benéficos o adversos; así mismo tiene que ver con dos tipos de actividades: facilitación e implementación. La facilitación a consiste en actividades que fomentan la capacidad adaptativa; y la implementación incorpora las

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

actividades que previenen los efectos adversos del cambio climático, al reducir la sensibilidad o exposición (Fussel y Klein, 2006).

Otras percepciones vinculadas con la adaptación tienen que ver con la capacidad de respuesta, la capacidad de recuperación y la capacidad de cambio. La primera requiere de una serie de habilidades y recursos para afrontar condiciones adversas con el objetivo de alcanzar un funcionamiento básico, de supervivencia y condiciones esenciales de bienestar en el corto y mediano plazo (Gallopín, 2006; IPCC, 2012). En tanto estrategia a largo plazo, debe completarse a nivel de recursos y tendencias futuras, dirigidas a anticipar cambios y abordarlos de forma proactiva (Gallopín, 2006; IPCC, 2012; Smit & Wandel, 2006). La capacidad de recuperación incluye el impacto físico y el grado en el cual la sociedad ha sido afectada. La capacidad de cambio incluye la reconstrucción e involucra la mejora y replanteamiento de infraestructura física, de patrones y de hábitos (IPCC, 2012).



7. Diseño metodológico

La pasantía en cuestión utilizó una metodología descriptiva, técnica y participativa, elaborada para llevar a cabo un diagnóstico integral y formular estrategias que fortalezcan la infraestructura verde en la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá. Este enfoque permitió analizar los elementos energético, hídrico y vegetal desde una perspectiva sistémica, considerando sus interacciones con la gestión ambiental de la institución y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Según lo indicado por Hernández-Sampieri, Mendoza y Torres (2022), la investigación descriptiva se centra en caracterizar con exactitud los componentes de un fenómeno sin modificar sus condiciones originales; por otro lado, la investigación aplicada tiene como objetivo generar soluciones efectivas a problemas concretos. Siguiendo estos principios, la metodología del proyecto se diseñó para identificar, evaluar y mejorar los sistemas ambientales del campus, asegurando su alineación con los estándares establecidos por la norma ISO 14001:2015, que define criterios internacionales para el avance continuo del desempeño ambiental (ISO, 2015).

El enfoque participativo de esta metodología promovió la colaboración entre diferentes sectores institucionales administrativos, técnicos y académicos fortaleciendo así el nexo entre las prácticas profesionales y la gestión ambiental universitaria. Tal como menciona UNESCO (2021), el aprendizaje enfocado en sostenibilidad se ve enriquecido cuando los actores dentro de la institución participan activamente en el diagnóstico, la toma de decisiones y la implementación de acciones ambientales. En este contexto de pasantía, la cooperación entre las áreas del SGA, el personal operativo y la comunidad académica fue esencial para construir una visión compartida sobre sostenibilidad y facilitar la incorporación de los resultados dentro de la cultura institucional.

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

6.1 Contexto geográfico y climático

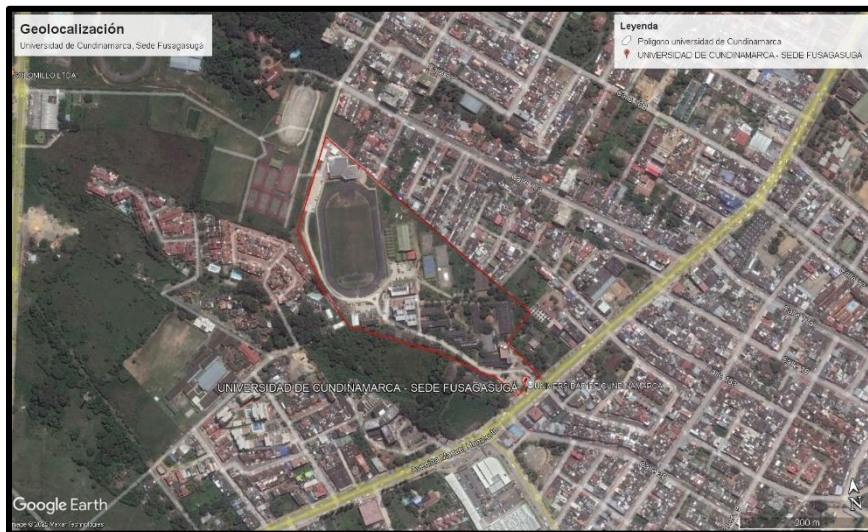
El proyecto se desarrolló en la **Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá**, localizada en la **provincia del Sumapaz**, departamento de **Cundinamarca**, Colombia. La universidad se encuentra a una altitud promedio de **1.726 m s. n. m.**, en las coordenadas geográficas **4°19' N y 74°22' O**, con una extensión total de **67.051 m²**, de los cuales **27.253 m²** corresponden a zonas verdes y espacios vegetales (Universidad de Cundinamarca, 2024).

La región presenta un **clima templado húmedo**, con una temperatura promedio anual de **19 °C** y una precipitación cercana a **1.900 mm/año**, condiciones que influyen directamente en la planificación ambiental y en la eficiencia de los sistemas de captación de aguas lluvias (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2022). Los suelos son de origen volcánico, con textura arcillosa y drenaje medio, lo que favorece la infiltración natural, pero requiere mantenimiento preventivo para evitar la compactación del terreno.

El campus está rodeado de zonas residenciales y de expansión urbana, por lo que la **infraestructura verde** cumple una función esencial en la **regulación térmica, la captura de carbono y la conservación de la biodiversidad urbana**. Según la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR, 2020), estos espacios representan un servicio ecosistémico fundamental frente a la presión del crecimiento urbano en la región del Sumapaz.



Ilustración 1. Mapa de la sede principal de la Universidad de Cundinamarca.



Retomado de Google Earth pro, 27 de octubre de 2025.

6.1.2 Actores involucrados

El personal involucrado estuvo conformado por **18 personas** pertenecientes, principalmente del área administrativa, técnica y académica. Entre ellos se incluyeron:

- Personal del **Sistema de Gestión Ambiental (SGA)**, encargado de supervisar el cumplimiento de los programas ambientales.
- Funcionarios del área de **mantenimiento y recursos físicos**, responsables de la operación de los sistemas eléctricos, hídricos y de jardinería.
- **Docentes asesores y profesionales de apoyo técnico** del programa de Ingeniería Ambiental, quienes acompañaron el análisis y validación de la información.

La vinculación activa de estos actores fortaleció el enfoque participativo y permitió el intercambio de saberes entre los distintos niveles institucionales. Según la UNESCO (2021), la



sostenibilidad universitaria se consolida mediante la participación de la comunidad académica en procesos colaborativos, que fomentan la apropiación ambiental y la corresponsabilidad institucional.

6.1.3 Métodos y técnicas de recolección de información

La investigación se desarrolló a través de **métodos mixtos**, combinando técnicas **documentales, observacionales y analíticas** para obtener una visión integral del estado de la infraestructura verde. Las principales herramientas aplicadas fueron:

- **Revisión documental:** Se realizó la recopilación y se analizaron planes y programas institucionales, como el **Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA 2025)**, el **Sistema de Gestión Ambiental (SGA)**, informes técnicos, normas ambientales nacionales (Ley 1931 de 2018; Decreto 1076 de 2015) e internacionales (Acuerdo de París, 2016; ISO 14001, 2015).
- **Trabajo de campo:** Esta etapa se llevó a cabo por medio de recorridos por el campus universitario donde se realizó una observación directa de la infraestructura verde, el registro fotográfico de las áreas verdes y levantamiento de datos sobre luminarias solares, paneles fotovoltaicos y tanque de almacenamiento de agua lluvia, donde los datos se consolidaron por matrices Excel.
- **Instrumentos técnicos:** Los datos fueron plasmados en hojas de observación por medio de matriz Excel para las áreas verdes, fichas de registro igualmente en formato Excel sobre las luminarias solares y volumen de agua lluvia captada por el tanque, por último, se elaboraron cálculos energéticos (kWh/mes) con el fin de conocer la cantidad de energía generada y posterior poder también calcular el ahorro económico mensual considerando el valor de kWh.
- **Procesamiento y análisis de datos:** consolidación de la información en matrices acorde a la categoría de la información recolectada, elaboración del mapa con registro de los m² de áreas

*



Facultad de Ciencias Agropecuarias

verdes dentro de la institución, interpretación de indicadores ambientales y comparación con referencias normativas internacionales (FAO, 2022; World Bank, 2023).

- **Verificación técnica:** Se Socializó los resultados obtenidos con los responsables del SGA.

6.1.4 Recursos disponibles

Tabla 1. Tabla de recursos.

Tipo de recurso	Descripción	Institución / Responsable
Humanos	Estudiante pasante, personal del SGA, operarios de mantenimiento, docentes asesores	Universidad de Cundinamarca
Institucionales	PIGA 2025, lineamientos del SGA, apoyo logístico, documentación técnica y normativa	Universidad de Cundinamarca
Técnicos y logísticos	Cámaras fotográficas, elementos de protección personal, matrices en formato Excel y Google Earth Pro para elaboración de mapa	Sistema de gestión ambiental- Estudiante
Infraestructura	Sistemas solares, tanque pluvial de 55 m ³ , zonas verdes y senderos ecológicos	Universidad de Cundinamarca

Elaboración Propia

7.1 Fase 1: Diagnóstico técnico y caracterización de la infraestructura verde

El propósito de esta fase fue **identificar, caracterizar y documentar** los elementos físicos que conforman la infraestructura verde. Se elaboraron fichas de registro para los sistemas solares, luminarias autónomas, tanques de agua lluvia y hojas de observación para coberturas vegetales,

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

acompañadas de registros fotográficos. La información se consolidó a través de matrices en el programa Excel con diferentes variables tomadas en cuenta según el componente.

Se realizó una inspección visual estructurada de los equipos y áreas de interés, complementada con mediciones técnicas. De acuerdo con la metodología propuesta por la FAO (2022), la caracterización técnica constituye el punto de partida para establecer la línea base de eficiencia y sostenibilidad en instituciones educativas.

7.2 Fase 2: Evaluación de eficiencia funcional y ambiental

Esta etapa se enfocó en evaluar la eficiencia funcional y ambiental de los sistemas actuales, utilizando indicadores de rendimiento para cada uno de sus componentes:

- **Porcentaje de cobertura energética solar** en el consumo del campus.
- **Volumen de agua pluvial reutilizada** (m³).
- **Proporción de áreas verdes** respecto al área total del campus (%).

Mediante esta fase se busca el potencial de mejora, según los principios de ecoeficiencia que el Banco Mundial (2023) ha formulado y dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3 (Salud y bienestar) 6 (Agua limpia y saneamiento), 7 (energía asequible y no contaminante), 11 (ciudades y comunidades sostenibles), 12 (producción y consumo responsables), y 13 (Acción por el clima).

7.3 Fase 3: Formulación de estrategias de fortalecimiento

Esta fase involucró la propuesta de soluciones en miras de mejora de la infraestructura verde a partir de los hallazgos de las dos fases anteriores. Se consideraron medidas o estrategias técnicas y operativas, de los cuales el Sistema de Gestión ambiental de la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá será el principal encargado de que estas propuestas formuladas de que se lleven a cabo y

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

se cumplan de manera eficaz teniendo en cuenta que se organizaron en tres momentos con el fin de lograr cada alcance:

Corto plazo (2025-2026): Realizar mantenimiento de rutina en los sistemas solares y de agua existentes el cual estaría a cargo del área de recursos físicos y mantenimiento, también se deberán actualizar todos los inventarios y realizar mediciones periódicas. Igualmente iniciar programas de educación ambiental para todos los miembros de la comunidad universitaria.

- **Mediano plazo (2027-2028):** Equipar un medidor de flujo volumétrico que indique la cantidad de agua captada y su durabilidad, aumentar la cobertura verde, y la producción de energía solar en el campus.
- **Largo plazo (2029-2030):** Diseñar un Sistema de Indicadores de Desempeño Ambiental y constituir formalmente un Comité Técnico de Infraestructura Verde para inspección continua.

Esta fase sigue las recomendaciones de la OCDE (2022), reconociendo la importancia de la planificación institucional adecuada en los entornos universitarios para mejorar aún más su desempeño ambiental.

7.4 Fase 4: Integración institucional y validación de resultados

La última fase se centró en la introducción de los resultados que se alcanzaron durante el desarrollo de la pasantía con el aval del equipo del SGA para su incorporación al Plan de Gestión Ambiental Institucional (PIGA 2025). De manera hablada la directora a cargo del SGA, en la sede Fusagasugá, aprobó el proyecto y quedo en aplicarlo para las demás sedes.

Esta fase se articula con la norma ISO 14001:2015 en cuanto al carácter institucional, que aborda la sostenibilidad como pieza central en consonancia con la gestión universitaria.



8. Resultados obtenidos

En esta sección se exponen los resultados obtenidos a lo largo de la pasantía enfocada en el diagnóstico y fortalecimiento de la infraestructura verde en la sede Fusagasugá de la Universidad de Cundinamarca.

El análisis se llevó a cabo en torno a tres ejes que integran la infraestructura verde institucional energético, hídrico y vegetal los cuales fueron examinados desde una perspectiva técnica, ambiental y de gestión. Este proceso dio lugar a una línea base verificable que servirá como cimiento para la planificación, seguimiento y mejora continua tanto del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) como del Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA 2025).

La presentación de los resultados sigue el mismo esquema que las fases metodológicas abordadas durante la pasantía, las cuales son:

- Caracterización de la infraestructura verde.
- Evaluación de la eficiencia funcional y ambiental de los sistemas.
- Formulación de estrategias para mejorar la sostenibilidad.
- Integración institucional y validación de los resultados dentro del SGA.

Cada fase contribuyó al logro de los objetivos específicos del proyecto, conectando los hallazgos técnicos con la gestión ambiental universitaria y reforzando el compromiso institucional con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Agenda 2030 (ONU, 2015), así como con las obligaciones internacionales derivadas del Acuerdo de París (UNFCCC, 2016).



8.1 Resultado 1, fase 1: Caracterización de la infraestructura verde

La primera fase del proyecto involucró una caracterización integral y un diagnóstico técnico de la infraestructura verde en el campus de Fusagasugá de la Universidad de Cundinamarca. Se procedió a la identificación, registro y estimación de los elementos que forman los tres componentes estructurales del campus: energía, agua y vegetación, de modo que se pudiera establecer un punto de medición preciso para comenzar a formular estrategias para el fortalecimiento ambiental y la sostenibilidad institucional.

Cabe aclarar que el proceso de identificación fue detallado e incluyó realizar verificaciones in situ, complementando con fotografías y mediciones adicionales, realizadas en colaboración con el personal técnico del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y la unidad responsable del mantenimiento institucional.

Según Hernández-Sampieri, Fernández Collado y Baptista (2022) el diagnóstico consiste en "reconocer las características, condiciones y comportamiento de un fenómeno dentro de su contexto natural sin alterarlo. Esto permite comprender las relaciones entre sus diferentes componentes." En este sentido, la intensidad del diagnóstico se estructuró para evaluar el estado moderno de la infraestructura verde en términos de eficiencia, cobertura y funcionalidad.

En cuanto al componente de energía se recopilaron datos de 64 paneles solares y 222 luminarias solares por su capacidad, distribución y eficiencia operativa promedio. Ante esta infraestructura se pudo calcular la producción mensual de energía solar que refleja los beneficios económicos para la institución en referencia energética. Asimismo, el aporte institucional para mitigar el cambio climático.

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

En el componente agua se realizó una revisión del sistema para recolectar y almacenar agua lluvia. Se identificó un tanque subterráneo con capacidad de 55 mil litros, junto con tuberías más un sistema de bombeo para asegurar que el agua llegue a las unidades sanitarias del bloque M. Ante lo anterior se tuvo la iniciativa de conocer el consumo mensual o durabilidad del agua disponible en el tanque, pero este carece de un seguimiento y monitoreo conllevando a oportunidades para monitorear el recurso más de cerca, implementando sensores de nivel y medidores de flujo digitales.

Bajo el componente de vegetación, se realizó una matriz sobre la cobertura de áreas verdes dentro de la institución que permitieron determinar el área, ubicación, beneficios sinérgicos con adaptación y mitigación al cambio climático, su respectiva fotografía y la identificación de especies. Se han identificado más de 40 especies ornamentales y nativas, de las cuales incluyen Ficus benjamina, Bougainvillea glabra y Heliconia rostrata. Esto confirma que la universidad juega un papel vital ecológicamente como un área que favorece las conexiones ambientales. La infraestructura verde urbana, en particular, según Benedict y McMahon (2006), desempeña un papel importante en la reducción de los impactos climáticos, mejorando la calidad del aire, reduciendo las temperaturas locales e incrementando la biodiversidad. Por lo tanto, se realizó un análisis del sitio también en áreas compactadas o aquellas áreas ya degradadas, puntos críticos que requieren restauración ecológica o reforestación con especies nativas.

En última instancia, los datos obtenidos en esta etapa sentaron una buena base que identificaría las eficiencias técnicas en tanto al componente energético, junto a aquellas estrategias desarrolladas. Este diagnóstico detalló vívidamente el estado actual de la infraestructura verde y señaló sus puntos fuertes y enlaces débiles y que al mismo tiempo proporcionó una referencia tanto para el ambiente como para la institución.



8.2 Resultado 2, fase 2: Evaluación de eficiencia funcional y ambiental

Durante la segunda fase del proyecto, se centró la atención en una evaluación del rendimiento técnico y los beneficios de lo que se contempló como infraestructura verde para el proyecto. Esto consistió en examinar el estado físico, capacidad y funcionalidad; encontrando no solo su impacto a nivel institucional, sino también ante las oportunidades de mitigar cuando se identifican impactos ambientales negativos.

Los datos para esta etapa fueron recopilados en el diagnóstico inicial y luego utilizando métodos de procesamiento y análisis, comparaciones interpretativas y cálculos de indicadores ambientales. De tal manera, se adoptó un enfoque cuantitativo descriptivo, permitiendo ver la efectividad de cada sistema en relación con su capacidad instalada, eficiencia y contribución a mitigar el cambio climático (Hernández-Sampieri et al., 2022).

La instalación de 64 paneles solares por parte de la Universidad de Cundinamarca en el techo del Bloque F, tienen una capacidad instalada de 200 W cada uno y se examinó su estado físico y potencia, que asegura el suministro eléctrico de ese edificio y son evidencia del compromiso que tiene la universidad hacia la transición energética, así como la reducción de emisiones a la atmósfera (Unidad de Planeación Minero-Energética [UPME] 2023).

Al mismo tiempo, se han encontrado 222 lámparas fotovoltaicas dispersas por las calles del campus, especialmente en áreas peatonales, franjas verdes y accesos. El funcionamiento de estas se confirmó por medio de la observación in situ donde también se verificó la capacidad y las horas de uso contribuyendo directamente al ahorro energético institucional. Estos sistemas utilizan energía solar en lugar de electricidad de red, lo que reduce la toma de energía eléctrica y fortalece las provisiones futuras hacia la independencia energética para la comunidad universitaria.

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

Cabe señalar que a partir de las indagaciones con el personal de mantenimiento la actualización del sistema energético comenzó en 2019, al reemplazar modelos de iluminación convencionales de 100 W con versiones solares de 15 W, 35 W y 60 W. Este cambio hizo posible optimizar la eficiencia energética para la iluminación exterior y cumplir con las directrices contenidas en el Reglamento Técnico sobre Descargas de Sistemas de Iluminación Pública (RETILAP 2010).

El levantamiento del inventario energético, desarrollado en conjunto con el área de **Recursos Físicos y Mantenimiento**, permitió determinar las características técnicas, potencia nominal y tiempo promedio de operación de los equipos solares instalados. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Equipos solares instalados.

Tipo de dispositivo	Potencia nominal (W)	Cantidad	Horas promedio de uso diarias	Energía generada mensual (kWh)
Luminaria solar 15 W	15	180	4	324
Luminaria solar 35 W	35	12	4	50,4
Luminaria solar 60 W	60	8	4	57,6
Luminaria solar 120 W	120	22	4	316,8
Panel solar 200 W (Bloque F)	200	64	8	3.072
Total, estimado		286		3.820,8 kWh/mes

Fuente: Propia.

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot

Facultad de Ciencias Agropecuarias



Los cálculos muestran que el sistema genera en promedio **3.820,8 kWh mensuales**, equivalente al **20 % de la demanda eléctrica total del campus**. Esta energía, al provenir de una fuente limpia y renovable, no genera emisiones directas de gases de efecto invernadero, lo que representa una **reducción aproximada de 18 toneladas de CO₂ al año**; esto de acuerdo con lo estipulado por la UMPE en 2023. Con ello, la institución contribuye a los compromisos del **Acuerdo de París** (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [UNFCCC], 2016) y a los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 7 y 13**, relacionados con el acceso a **energía asequible y no contaminante** y la **acción por el clima** (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015).

En términos económicos, la energía producida a través de estos sistemas solares representa un **ahorro mensual estimado de 2.960.164,8 COP**, calculado con base en el costo promedio de **774,75 COP por kWh**, según datos de la empresa **Enel**. Proyectado anualmente, este ahorro asciende a **35.521.977,6 millones de pesos**, cifra que refleja el impacto económico positivo de la infraestructura solar en el presupuesto institucional.

Actualmente, cerca del **80 % de la iluminación exterior y de los espacios públicos** funciona mediante energía solar, mientras que el **20 % restante** corresponde a iluminación LED o de bajo consumo instalada en interiores. En total, la universidad dispone de **1.683 dispositivos de iluminación eficiente**, ubicados en salones, oficinas y pasillos. Estos equipos complementan la estrategia de ahorro y reducen la demanda de energía convencional, fortaleciendo la cultura institucional de sostenibilidad (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2023).

Pese a los avances obtenidos, aún se mantienen algunos **equipos de alto consumo**, como **aires acondicionados de tecnología convencional, secadores eléctricos, dispensadores automáticos de jabón y sistemas de alarma**, los cuales no cuentan con mecanismos de eficiencia energética. Estos

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

equipos representan oportunidades de mejora en futuras fases de modernización, especialmente si se incorporan **tecnologías automatizadas y de bajo consumo** en los edificios universitarios.

Las proyecciones acordes a la International energy agency (IEA) 2025 estiman que, si la cobertura solar aumentara hasta el **60 % de la iluminación total**, la universidad podría **duplicar los niveles actuales de ahorro energético** y avanzar hacia la **neutralidad de carbono** para el año 2030. Esto consolidaría a la Universidad de Cundinamarca como un referente regional en sostenibilidad universitaria, reforzando su liderazgo dentro de la educación ambiental en Colombia.

Tabla 3. Indicador energético

Indicador	Resultado	Unidad	Fuente
Energía generada por paneles	3.820,80	kWh/mes	Cálculo pasante (2025)
Emisiones evitadas	18	tCO ₂ /año	UPME, 2023
Ahorro económico estimado	35.521.977,6	COP/año	Cálculo pasante (2025)
Porcentaje de cobertura solar	20	% del consumo total	Personal de mantenimiento, SGA, 2025

Elaboración propia

Considerando el componente agua, el campus cuenta con un tanque subterráneo de 55 m³ que fue construido para la acumulación y almacenamiento de agua de lluvia y este proporciona agua para las descargas a las cisternas del Bloque M. Su funcionamiento representa un paso concreto hacia técnicas

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

más abundantes y sostenibles de gestión del agua dentro de la institución (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2023).

Durante el proceso, se llevó a cabo una prueba técnica acompañada del personal operativo para confirmar el funcionamiento de sistema, asegurando un suministro constante de agua a las unidades sanitarias. Esta verificación confirmó que el sistema está completamente operativo. Aunque se conoce el volumen de agua reciclada por el tanque no pudo determinarse la durabilidad por variabilidad del uso de este, porque no se cuenta con un medidor volumétrico. No obstante, el sistema cumple con el propósito al reducir el consumo de agua potable, utilizando agua lluvia para el suministro en unidades sanitarias, generando un ahorro indirecto.

El uso de agua de lluvia en este sistema de agua ofrece una ilustración práctica de cómo gestionar el agua de manera sostenible. Concorre con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 y 12 de las Naciones Unidas (ONU), que abogan por el acceso al agua limpia y el uso responsable de los recursos. Además, es parte de las iniciativas institucionales dirigidas a crear un modelo de campus capaz de resistir la escasez de agua y otros desafíos planteados por los cambios climáticos; esto se alinea con las prioridades definidas en el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y el Plan de Gestión Ambiental Institucional (PIGA 2025).

Para optimizar el control sobre el sistema, se sugiere implementar un medidor volumétrico que realice seguimiento del tanque. Se anticipa que tanto las tasas de flujo como los volúmenes de agua utilizados en las cisternas del Bloque M serían registrados por este dispositivo. Cuando se incorpore a los bancos de datos del SGA, dicha información podría proporcionar un punto de referencia para establecer indicadores futuros de uso y beneficio sobre el recurso. Tales indicadores son necesarios para formular indicadores de eficiencia del agua; son útiles para tomar decisiones que conduzcan a mejoras continuas. Además, es particularmente importante instituir un programa de mantenimiento



preventivo como la limpieza periódica del tanque; se sugiere también realizar inspecciones regulares en válvulas, bombas, filtros, etc., para asegurar que este sistema continúe funcionando eficientemente y se mantenga la durabilidad.

Más allá de cuestiones estrictamente técnicas, este componente representa un compromiso con la sostenibilidad y la reflexión ambiental por parte de la institución en aporte a la transformación social, ambiental y educativa, inculcando a los estudiantes un ejemplo tangible de cómo los esfuerzos a pequeña escala pueden tener un impacto positivo en la calidad ambiental al igual que complementa el autocuidado del agua de la comunidad universitaria y demuestra que es capaz y está dispuesta a incluir ideas sostenibles en la vida diaria (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2021).

Tabla 4. Indicador hídrico.

Indicador	Resultado	Unidad	Observaciones
Capacidad de almacenamiento	55	m ³	Tanque principal
Reutilización de aguas lluvias	100%	Cisternas bloque M	Implementado

Elaboración propia

El componente vegetal de la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá, representa un eje clave en la **mitigación del cambio climático**, la **regulación térmica** y el **fortalecimiento de la biodiversidad urbana**. La evaluación determinó una **cobertura verde efectiva de 27.253,43 m²**, equivalente al **40,64 % del área total del campus (67.051 m²)**, según el polígono oficial suministrado por la universidad. Este valor ajusta el dato reportado en el **PIGA**, que indicaba erróneamente 480.000 m².

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot

Facultad de Ciencias Agropecuarias



Las zonas verdes incluyen **jardines, áreas arbóreas, zonas recreativas y taludes**, las cuales favorecen la **infiltración de agua**, la **captura de carbono** y la **reducción del efecto de isla de calor** (Gill et al., 2007).

Durante el proceso, se identificaron **más de 40 especies nativas y ornamentales**, entre ellas *Ficus benjamina*, *Bougainvillea glabra* y *Erythrina fusca*. La caracterización se realizó mediante **recorridos de campo, fotografías de las zonas verdes, elaboración del mapa en Google Earth y reconocimiento botánico por medio de la aplicación (PlantNet)**.

Ilustración 2. Infraestructura verde.



Elaboración propia.

El componente vegetal involucra contribuciones directas a los objetivos globales de salud (ODS 3), bienestar urbano (ODS 11) y acción contra el cambio climático (ODS 13), creando espacios que son limpios, económicamente sostenibles y seguros (Naciones Unidas [ONU], 2015).

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

Se recomienda la conservación de especies nativas y corredores ecológicos, así como la restauración de sitios degradados y el recurso a techos o paredes verdes dentro de la institución, así como el adecuado uso de la comunidad universitaria ante esta infraestructura ya que este componente vegetal proporciona un valioso patrimonio ecológico derivado del campus que fusiona la naturaleza con bienestar. Este diagnóstico reafirma el compromiso institucional con la **educación ambiental y la sostenibilidad**, posicionando a la Universidad de Cundinamarca como referente regional en **infraestructura verde y adaptación climática** (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2021).

Tabla 5. Indicador componente vegetal.

Indicador	Resultado	Unidad	Interpretación
Área verde total	27.253,43	m ²	40,64 % del campus
Biodiversidad ornamental	40+	especies	Alta diversidad

Elaboración propia

Se evidenciaron lugares catalogados como islas verdes. A su vez, algunas áreas se encontraban en estado de degradación y compactación. Este hallazgo enfatiza que se deben tomar medidas de restauración ecológica y cuidado del suelo, utilizando estrategias de hábitat como la plantación de especies de árboles nativos, que se adaptan a su entorno local, para enriquecer la biodiversidad (Benedict & McMahon, 2006).

La OCDE (2022) e ISO 14031:2013 aboga por la medición sistemática del desempeño ambiental como una herramienta para promover la mejora continua, lo que significa que estos indicadores de

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

consumo energético, el volumen de agua recolectada y el porcentaje de áreas verdes se alinean con estas normas. La OCDE (2022) enfatiza la importancia de desarrollar formas de demostrar los logros de desempeño ambiental en términos medibles a todos los niveles de monitoreo.

Los resultados mostraron que utilizan tecnologías ambientalmente sostenibles, pero hay un sentido de que en el futuro será necesario aumentar la integración entre estos tres componentes; desarrollar algunas medidas de mantenimiento preventivo si es necesario; crear datos de desempeño ambiental que se consoliden a través de sistemas de medios digitales lo que implica aprovechar la tecnología y conocimiento al servicio de un desarrollo sostenible y de un bienestar humano aportando al objetivo de “universidad verde”.

8.3 Resultado 3 fase 3: Formulación de estrategias de fortalecimiento e implementación de indicadores de infraestructura verde

El objetivo fue formular una serie de propuestas para fortalecer la infraestructura verde en la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá. Esto contribuirá a optimizar los sistemas de energía, agua y zonas verdes, además de evaluar el desempeño ambiental de manera diferenciada. Esta fase fue elaborada con base a los resultados de las etapas anteriores, destacando avances y limitaciones en la gestión de recursos naturales y la articulación institucional. Siguiendo la **ISO 14001:2015**, el **Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA 2025)** y los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, esta fase se basó en tres ejes estratégicos formulados para desarrollar estrategias a corto plazo, mediano y largo plazo en miras de mejoramiento de gestión:

- **Eje técnico-operativo: optimización de sistemas sostenibles**

En el aspecto energético se sugirió realizar un seguimiento continuo para registrar, el estado físico, la generación, consumo y eficiencia contempladas a corto plazo y el aumento de producción de

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

energía renovable entre mediano y largo plazo. Estas acciones optimizaran informes futuros sobre este componente, el mantenimiento preventivo de luces solares y reducción de CO₂. El uso de herramientas de monitoreo y control de sistemas fotovoltaicos es esencial para un uso eficiente del equipo y aumentar el ahorro energético **Unidad de Planeación Minero-Energética-UPME, (2023)**.

Para el tanque de almacenamiento de aguas lluvias se recomendó instalar medidores de flujo automáticos y sensores de nivel ya que al implementarlos estos complementan la recolección de agua lluvia existente en el tanque y su durabilidad en términos de volumen propuesto para que el SGA los implemente a mediano plazo. La **FAO (2022)**, argumenta que captar y reutilizar el agua en las instituciones puede reducir significativamente la huella hídrica y promover buenas prácticas ambientales.

En cuanto a las zonas verdes, se planteó restaurar los suelos compactados del campus y plantar especies nativas, creando corredores ecológicos y conectividad entre áreas verdes, que deberían ser cumplidas a mediano plazo. Estas acciones mejoran la biodiversidad y ayudan a regular temperaturas apoyando lo señalado por Benedict y **McMahon (2006)** y **Gill et al. (2007)** sobre la infraestructura verde como estrategia climática en áreas urbanas.

- **Eje institucional: articulación de la gestión ambiental universitaria**

La integración del componente de infraestructura verde en la estructura institucional se enmarca en el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) que coordina entre departamentos administrativos, académicos y técnicos. Por lo que se propone establecer un **Comité Técnico de Infraestructura Verde (CTIV)** que planifique, supervise, y monitoree la infraestructura verde existente en el campus. Así mismo, se recomienda que todas las sedes incorporen la infraestructura verde en sus informes de sostenibilidad y PIGA que conllevaría también a cumplir con los principios de la **OCDE (2022)** y la **UNESCO (2021)**, para una **gobernanza ambiental participativa en las IES**.



- **Eje de seguimiento y evaluación: Sistema de Indicadores Ambientales (IDA)**

Se formuló un sistema de indicadores de desempeño ambiental como herramienta para monitorear el progreso cuantitativo y/o cualitativo en la sostenibilidad institucional. Esto promoverá la actualización constante de los tres principales organismos involucrados en el proyecto (energía, agua y áreas verdes) y su gestión en términos de gobernanza y educación ambiental.

Desde esta perspectiva, los componentes principales del IDA son:

1. Energía: Energía generada, reducción de emisiones, ahorro, Numero de paneles
2. Agua: Volumen captado, reducción del consumo de agua potable, mantenimiento e instalación de sensores.
3. Áreas verdes: Cobertura, gestión del terreno y biodiversidad.
4. Control institucional: comité de infraestructura verde, gobernanza, educación y proyectos asociados a la infraestructura verde.

Indicadores por componente

Tabla 6. A. Componente de energía.

Indicador	Fórmula o método	Meta 2030	Responsable	Fuente de verificación
Porcentaje de energía generada por paneles solares	$(\text{Energía solar generada} / \text{Consumo total del campus}) \times 100$	Alcanzar al 60 % de cobertura energética solar	SGA – Área de Mantenimiento	Registros de consumo y generación fotovoltaica
Reducción de emisiones de CO₂	$(\text{tCO}_2 \text{ evitadas anualmente} / \text{tCO}_2 \text{ promedio del campus}) \times 100$	Reducir 30 % de emisiones respecto al año anterior	SGA – Planeación Ambiental	Informes UPME y cálculos de emisión
Ahorro económico anual por energía renovable	$(\text{Costo estimado red} - \text{Costo solar}) / \text{Costo red} \times 100$	Mantener ahorro \geq \$35.521.977,6 COP/año	Área Financiera – SGA	Reportes de facturación energética
Número de luminarias solares operativas	Conteo y revisión técnica anual	Garantizar 100 % de operatividad	SGA – Mantenimiento	Registro fotográfico y fichas de inspección

Elaboración Propia



Estos indicadores reflejan el impacto de la energía solar en la eficiencia institucional y la mitigación de emisiones, contribuyendo directamente al cumplimiento de los **ODS 7 (Energía asequible y no contaminante)** y **ODS 13 (Acción por el clima)** (ONU, 2015).

Tabla 7. B. Componente hídrico.

Indicador	Fórmula o método	Meta 2030	Responsable	Fuente de verificación
Volumen de agua lluvia reutilizada	$(\text{Volumen captado} / \text{Volumen total consumido}) \times 100$	Lograr reutilización \geq 60 % del total anual	SGA – Mantenimiento	Medición de tanque 55 m ³ – registros mensuales
Reducción del consumo de agua potable	$(\text{Consumo base} - \text{Consumo actual}) / \text{Consumo base} \times 100$	Reducir consumo de agua potable en un 20 %	Mantenimiento – SGA	Facturación servicio de acueducto
Mantenimiento preventivo del sistema hídrico	Número de mantenimientos realizados / Programados \times 100	Cumplimiento del 100 % del plan anual	SGA – Mantenimiento	Actas y cronogramas de mantenimiento
Instalación de sensores de nivel y caudalímetros	Verificación de equipos instalados y operativos	Implementación completa antes de 2027	SGA – Planeación- r- Recursos físicos	Registros técnicos y manuales de operación

Elaboración Propia.

El monitoreo de estos indicadores permitirá mejorar la eficiencia en el uso del agua y fortalecer la cultura de ahorro hídrico en coherencia con los **ODS 6 (Agua limpia y saneamiento)** y **ODS 12 (Producción y consumo responsables)** (FAO, 2022).

Tabla 8. C. Componente vegetal y ecológico.

Indicador	Fórmula o método	Meta 2030	Responsable	Fuente de verificación
Cobertura vegetal del campus (%)	$(\text{Área verde} / \text{Área total del campus}) \times 100$	Mantener \geq 40,64 % y aumentar a 45 %	Bienestar universitario – SGA	Mapeo georreferenciado y registros PIGA 2025
Superficie restaurada con especies nativas (m²)	Cálculo anual de zonas reforestadas	Reforestar 3.000 m ² adicionales	SGA – bienestar universitario-estudiantes interesados	Informes técnicos y registros fotográficos



Facultad de Ciencias Agropecuarias

Índice de biodiversidad (n.º de especies identificadas)	Conteo de especies vegetales y arbóreas	Mantener > 40 especies ornamentales y nativas	SGA – Estudiantes pasantes	Listado botánico actualizado
Porcentaje de áreas con manejo ecológico del suelo	(Áreas mantenidas / Total de zonas verdes) × 100	Alcanzar 80 % de mantenimiento ecológico	Mantenimiento – SGA	Fichas de manejo de suelos

Elaboración Propia.

Estos indicadores permiten medir el grado de conservación y restauración ecológica del campus, fortaleciendo la infraestructura verde y el cumplimiento de los **ODS 11 (Ciudades sostenibles)** y **ODS 13 (Acción climática)** (Gill et al., 2007; OMS, 2018).

Tabla 9. D. Componente de control institucional.

Indicador	Fórmula o método	Meta 2030	Responsable	Fuente de verificación
Creación y funcionamiento del Comité Técnico de Infraestructura Verde (CTIV)	Acta de constitución y seguimiento de reuniones	Fortalecer el seguimiento y monitoreo de la infraestructura verde	Rectoría – SGA	Actas y planes de trabajo
Nivel de cumplimiento del PIGA 2025 (infraestructura verde)	(Metas alcanzadas / Metas programadas) × 100	Lograr ≥ 90 % de cumplimiento	SGA – Planeación	Informes de seguimiento anual
Participación de la comunidad universitaria en proyectos ambientales	(N.º de participantes / N.º total de comunidad) × 100	Alcanzar 25 % de participación	Bienestar universitario – SGA	Listados de asistencia y reportes
Número de proyectos académicos vinculados a la infraestructura verde	Registro semestral de proyectos estudiantiles o de investigación	Promover ≥ 10 proyectos	Facultad de Ciencias Agropecuarias	Informes de facultad y PIGA 2025

Elaboración Propia.

Los indicadores anteriormente propuestos pueden medir el nivel de mejora en eficiencia energética, uso del agua, conservación ambiental e involucramiento institucional, fortaleciendo los avances de la

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

infraestructura verde y contribuyendo al logro de las metas del ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles) y ODS 13 (acción climática) (Gill et al., 2007; OMS, 2018). Los resultados y estrategias determinadas establecen un punto de referencia técnico que permitirá monitorear el progreso de la Universidad de Cundinamarca como un modelo sostenible en el que se evaluará el progreso en infraestructura verde durante los próximos años teniendo metas al año 2030 en coherencia con los indicadores propuestos y contribuirá a los informes anuales del PIGA y los objetivos globales de sostenibilidad (ISO, 2015). Estas estrategias permitirán no solo un seguimiento del desempeño ambiental de la infraestructura verde, sino también la transparencia y eficiencia real mediante la toma de decisiones informada, integrando el modelo "Universidad Verde" para el desarrollo sostenible en conocimiento y corresponsabilidad ambiental.

Cabe resaltar que estas estrategias e indicadores formulados darán lugar a investigaciones o pasantías futuras que contemplen en la realización de sus trabajos programas y planes donde se incluyan la identificación de los posibles impactos, el seguimiento de su eficacia, indicadores, costos, objetivos a corto, mediano y largo plazo y su vez conforme elementos como el cronograma, presupuesto, y planes de manejo con el fin de lograr metas a mayor escala de la infraestructura verde

8.4 Resultado 4, fase 4: Integración institucional y validación de resultados

La fase final del proyecto estuvo enfocada en la integración de los resultados obtenidos en los componentes energético, hídrico y vegetal dentro del marco del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y del Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA 2025) de la Universidad de Cundinamarca sede Fusagasugá. Esta etapa representó el proceso de articulación entre la evidencia técnica y la gestión administrativa, garantizando que los hallazgos de la pasantía se consolidaran como instrumentos reales de planificación, seguimiento y mejora continua.

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

En el componente energético, los resultados mostraron una cobertura del 20 % de la demanda eléctrica total del campus es mediante fuentes solares, con una producción mensual promedio de 3.820,8 kWh y una reducción aproximada de 18 toneladas de CO₂ al año según lo establece la UMPE (2023). Estos datos fueron socializados con la Área del sistema de gestión ambiental, validando la viabilidad de ampliar el sistema fotovoltaico hasta alcanzar el 60 % de cobertura a mediano y largo plazo, esto en concordancia con la política de eficiencia energética y con los compromisos del **ODS 7** y el **ODS 13** (ONU, 2015).

Respecto al **componente hídrico**, el análisis evidenció la efectividad del sistema de captación pluvial respecto al uso del agua en el Bloque M. Sin embargo, también se identificó la ausencia de equipos de medición volumétrica, por lo cual se le propuso al SGA la implementación de equipos de medición para su seguimiento y monitoreo.

En cuanto al componente vegetal, se encontró que la tasa de cobertura es de 40.64% que equivale a (27,253.43 m²) respecto al área total del campus. Sin embargo, se detectaron algunas áreas con degradación y compactación por lo que se planteó un Plan de Restauración Ecológica el cual consiste en plantar especies nativas de la región que favorezcan a la recuperación de suelos y hábitats naturales. Este plan fue contemplado con el sistema de gestión ambiental, el área de bienestar universitario y estudiantes que deseen para participar en este plan. Para el año 2030, se espera replantar otros 3,000 m² de zonas verdes y aumentar al 80% el mantenimiento ecológico.

Basado en estos resultados, se creó una instancia de validación para la institución, encabezada por el SGA en el que se establecieron prioridades estratégicas, basándose en el principio de mejora continua contemplado en la ISO 14001:2015. Del mismo modo, la conformación de un Comité Técnico para la Infraestructura Verde (CTIV) que se encargara de coordinar el monitoreo de las

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

acciones propuestas, supervisar los indicadores ambientales utilizados y entregar informes semestrales al Sistema de gestión Ambiental.

Como parte de su fortalecimiento institucional, se postuló el Sistema de Indicadores Ambientales (IDA 2025–2030) para medir cuantitativa y/o cualitativamente la evolución de esos componentes examinados. El sistema fue abordado en cuatro dimensiones: energía, plantas, agua e institucional; estos indican la cantidad de energía derivada de paneles solares, el volumen de agua reutilizada, la cobertura vegetal restablecida y el grado de cumplimiento con el PIGA. La formulación de estos indicadores permitió establecer una línea base verificable en la que se debe supervisar continuamente el desempeño ambiental del campus en Fusagasugá. (ISO, 2015; OCDE, 2022).

Finalmente, esta fase consolidó el rumbo de la universidad hacia una gestión ambiental integrada y participativa donde los resultados obtenidos de los componentes de energía, agua y plantas ya no eran solo un diagnóstico, sino también se convirtió en una herramienta de planificación estratégica para consolidar a la universidad como un modelo en sostenibilidad, gestión ambiental y resiliencia climática que a su vez se entrelazan con la transformación territorial que también se alinean con las directrices del Acuerdo de París CMNUCC, (2016), la Agenda 2030 ONU,(2015) y la política ambiental nacional MADS, (2023).



9. Aportes realizados

A lo largo de mi pasantía en la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá, se obtuvieron logros importantes para la ciencia, la sociedad, la cultura y el medio ambiente; los cuales apoyaron directamente al sistema de gestión ambiental (SGA), y por ende al cumplimiento de los objetivos establecidos en el Plan Institucional de Gestión Integral – PIGA 2025. Estas decisiones han sido incluidas en un procesos técnicos y participativos orientados al desarrollo sostenible, la educación ambiental y la mejora de la infraestructura verde institucional, evidenciando el compromiso de la comunidad universitaria con la conservación del medio ambiente y el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS ONU, (2015).

Campo científico: La pasantía permitió desarrollar un diagnóstico técnico inicial de la infraestructura verde de la universidad (energía, agua y plantas), a través de observaciones y toma de datos in situ fue posible conocer el funcionamiento actual de los paneles solares, las luces fotovoltaicas, el tanque de agua de lluvia y así mismo el porcentaje de zonas verdes presentes en el campus. La línea de base técnica e institucional entregada a través de este trabajo se utilizará como punto de partida para desarrollar los Indicadores de Desempeño Ambiental (IDA 2025–2030) para el monitoreo de la eficiencia energética, la gestión del agua y la protección de los recursos ecológicos. Estos hallazgos pueden considerarse como un aporte científico reconocido no solo en investigaciones futuras, sino también dentro de los programas de monitoreo ambiental de las instituciones, basados en los requisitos establecidos por la ISO 14031:2013 y las recomendaciones de la OCDE (2022).

Espacios sociales: Se promovieron eventos para forjar vínculos en pro de una cultura institucional y la participación de diferentes actores universitarios en la educación, promoción y concienciación ambiental. Durante visitas a la Unidad Agroambiental La Esperanza se implementaron talleres de formación e inducción sobre la estructura y funcionamiento del SGA, así como dinámicas interactivas

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

para la evaluación de los niveles de conocimiento del personal. Estos programas de capacitación entre el personal universitario han ayudado a reiterar la conciencia sobre las responsabilidades ambientales de la universidad, así como a popularizar la gestión adecuada de residuos y las medidas de seguridad. También se realizaron ejercicios para derrames e incendios forestales, se probó el tiempo de respuesta y se aplicaron protocolos de atención que mejoraron la capacidad operativa del equipo.

Además, hubo campañas institucionales que ayudaron a desarrollar el sentido de colectividad ambiental. Característicamente, en conmemoración de la “Semana Mundial del Agua” se organizaron actividades como: un concurso de fotografía sobre fuentes de agua, caminata ecológica, cine foro azul y visita técnica a la Planta de tratamiento de agua potable Pekín de Emserfusa. A partir de estas acciones, estudiantes, profesionales administrativos y docentes fueron movilizados en procesos de reflexión para el uso responsable de los recursos hídricos, premiando valores de cooperación y respeto como los defendidos por la UNESCO (2021) para la educación en desarrollo sostenible.

Las acciones realizadas unieron la educación ambiental con la participación de la comunidad universitaria. El "Foro de Cine Azul" facilitó la comprensión de temas relacionados con la contaminación del agua y también la importancia del uso responsable de este recurso. La caminata ecológica al Parque San Rafael también fue una experiencia vivida que reveló la relevancia de las cuencas hidrográficas y la responsabilidad de los ciudadanos en su cuidado. Estas iniciativas ayudaron a desarrollar la identidad ambiental de la universidad, demostrando un compromiso interno con la sostenibilidad, así como la responsabilidad por su esfuerzo. (Gill et al., 2007; Benedict & McMahon, 2006).

Campo ambiental: Las contribuciones fueron muy importantes para el proceso de mejora del desempeño institucional y la reducción del impacto. Durante inspecciones realizadas en la Unidad

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

Agroambiental La Esperanza se detectaron no conformidades en el etiquetado de bolsas que contenían alimentos para animales, medicamentos veterinarios y elementos cortopunzantes por lo que se realizó la correcta clasificación y etiquetado, pesado y reporte de los de residuos peligrosos en la UTAC (Unidad Técnica de Acopio de Residuos). Lo anterior con el fin cumplir la condición que la empresa gestora Eco Capital tiene para realizar la gestión de estos tipos de residuos.

También se realizaron otras actividades para el manejo responsable de los residuos tecnológicos, como la recolección de tóneres en desuso, baterías usadas y tapas plásticas con destino final entregado a gestores aprobados. Este proceso de reciclaje no solo ha mitigado los riesgos ambientales, sino que también ha ayudado a apoyar la economía circular y a promover el consumo responsable (FAO, 2022). En el Centro Académico Deportivo (CAD) que tiene la universidad se llenaron los inventarios de ahorro de energía, uso eficiente del agua y estado de los puntos ecológicos que permitieron actualizar los datos que tenía el SGA

También se recibió apoyo para sesiones de capacitación realizadas por la empresa Eco capital para la correcta separación, almacenamiento y disposición de residuos sólidos en todos los sectores de la universidad con énfasis en el personal de mantenimiento y limpieza. Estas capacitaciones contribuyeron a mantener y reforzar la capacidad del personal, así como los estándares institucionales de gestión ambiental.

Se realizaron una serie de actividades de socialización, como encuestas a estudiantes de la Institución Educativa Vereda Guavio Bajo para conocer su nivel de conocimiento sobre el manejo de envases de productos agrícolas y los resultados se utilizaron en el diseño de programas de concientización ambiental dirigidos a comunidades rurales, fortaleciendo la relación universidad-comunidades. También se participó en la “Cambiaton”, una actividad que consistía en intercambiar materiales reciclables por ropa de segunda mano, con el objetivo de introducir la economía circular y

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

la responsabilidad social de la universidad a través de la recolección de ropa usada; las prendas que no se llevaron durante la actividad fueron donadas a fundaciones locales.

Todas estas acciones combinadas muestran un compromiso genuino con la sostenibilidad y el mejoramiento de la gestión ambiental universitaria. La consideración de las dimensiones científica, social, cultural y ambiental permitió un efecto transversal dentro y fuera del campus, consolidando a la Universidad de Cundinamarca como referente regional en educación y sostenibilidad ambiental institucional (OCDE, 2022; OCDE & Universidad de Cundinamarca, 2024).

Figura 2. Evidencias fotográficas de los aportes.



Elaboración propia.



10. Conclusiones

La infraestructura verde del campus de la Universidad de Cundinamarca en Fusagasugá ha logrado grandes avances en sostenibilidad ambiental al establecer una integración eficiente de elementos funcionales actualmente en cuanto a los componentes de energía, agua y vegetación. Este enfoque refleja el compromiso institucional con el manejo responsable de los recursos naturales y el cumplimiento de las disposiciones claramente definidas en el Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA) y el Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

El sistema energético solar es uno de los mayores logros de la sede, pues representa la aplicación práctica de la innovación tecnológica al servicio del medio ambiente. Este sistema contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (18 ton/CO₂) y a la disminución de la dependencia de fuentes no renovables, lo que coincide con lo establecido por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2022), que resalta la importancia de las tecnologías de baja emisión para reducir la huella de carbono institucional.

La falta de instrumentos de medición del tanque de agua lluvia de 55 mil litros impide obtener datos precisos sobre los volúmenes reutilizados, lo que limita la creación de indicadores de ahorro y eficiencia hídrica. De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2022), el monitoreo continuo es un elemento indispensable para evaluar la efectividad de los sistemas hídricos y garantizar su integración en los planes de sostenibilidad institucional. La instalación de medidores volumétricos y sensores de nivel permitiría fortalecer la gestión del agua y mejorar el seguimiento dentro del Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

El componente vegetal, por su parte que ocupa el 40.64% respecto al área total del campus evidencia el compromiso institucional con la conservación de la biodiversidad y la calidad ambiental. Las áreas verdes del campus no solo cumplen una función estética, sino que conforman una

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

infraestructura ecológica viva que ayuda a regular la temperatura, mejorar la calidad del aire y reducir los impactos de las lluvias intensas. También benefician la salud psicológica y física de los ocupantes de la universidad, promoviendo una relación más cercana entre las personas y el entorno natural, como lo postulan Benedict y McMahon (2006) en su concepto de multifuncionalidad ecológica de la infraestructura verde. Gracias a esto, la Universidad de Cundinamarca se posiciona como una institución educativa que integra tecnologías verdes y las implementa, ayudando a cumplir objetivos ambientales nacionales e internacionales.

La creación de este informe tiene una importancia considerable debido a que se presenta un diagnóstico real del estado actual de la infraestructura verde en el campus y que, desde la perspectiva social, fortalece la participación y la conciencia ambiental en la comunidad universitaria, lo que fomenta acciones más conscientes. Desde una mirada ambiental, provee datos cruciales para mejorar el uso del agua y la energía, además de los espacios verdes; atenuando así las presiones sobre los ecosistemas y aumentando la resiliencia ante el cambio climático y a su vez genera un aporte al desarrollo sustentable armonizando la administración del campus con los ODS y estableciendo cimientos para encaminarse hacia una universidad más eficiente, resiliente y comprometida con la sostenibilidad a largo plazo.

Cabe de decir que es necesario asegurar la resiliencia institucional para que la universidad pueda adaptarse a los desafíos a largo plazo relacionados con el cambio climático y condiciones meteorológicas extremas, reduciendo su vulnerabilidad mientras asegura su funcionamiento sostenible.

Este documento es una contribución a la actualización del PIGA 2025 y al modelo de consolidación de Universidad Verde en Fusagasugá. Los datos recopilados contribuyen a la toma de decisiones estratégicas, desarrollo de nuevos proyectos ambientales y certificaciones de sostenibilidad.

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

Finalmente, la infraestructura verde de la Universidad de Cundinamarca se consolida con un sistema vivo y dinámico que combina tecnología, naturaleza y gestión institucional. Su mejora continua avanzará en el logro de mandatos ambientales nacionales e internacionales, así como posicionará al campus como un líder regional que desarrolla nuevos estándares en innovación verde, resiliencia climática y sostenibilidad educativa.



11. Recomendaciones

Se propone instaurar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que incluya el presupuesto operativo anual estimado y que asegure la sostenibilidad financiera del sistema energético e hídrico. El programa requeriría cronogramas precisos, registros técnicos detallados y protocolos de inspección bien definidos. Este plan, necesitaría incluir indicadores de eficiencia energética como kWh/mes, el consumo hídrico en m³/mes, además del estado de la cobertura vegetal, expresado en metros cuadrados mantenidos o restaurados, para evaluar los avances en sostenibilidad.

A su vez se recomendaría la estrategia de fortalecimiento que se enfatiza en añadir sistemas de monitoreo digital con sensores o plataformas digitales; que permitirá evaluar el rendimiento de la infraestructura verde en tiempo real. Esto facilitara también la trazabilidad de los datos, a la vez que potencia los informes del Sistema de Gestión Ambiental, impulsando mejoras continuas acorde a la norma ISO 14001:2015.

Se sugiere persistir, e incluso intensificar, las investigaciones con el objetivo de fortalecer la conexión ecológica dentro del campus universitario, buscando que las actuales áreas vegetales segregadas, ya no actúen como simples “islas verdes”, sino se integren a corredores ecológicos. Dicho proceder posibilitaría la maximización concreta de los beneficios ecosistémicos proporcionados por la infraestructura verde, englobando la termorregulación, el embellecimiento paisajístico, la infiltración del agua y el respaldo a la biodiversidad. Es más, el progreso en esta línea de estudio ayudaría a una planificación ambiental más lógica y estratégica, donde cada zona verde desempeñe su función dentro de un entorno coordinado que aborde de manera óptima las problemáticas climáticas que existen actualmente y esto no sólo solidificaría un campus con mayor equilibrio medioambiental, sino también sería el cimiento para futuros proyectos académicos y participativos que fortalecerían la perspectiva institucional hacia la sostenibilidad.

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

Por otro lado, se sugiere crear un Comité Técnico de Infraestructura Verde, que conecte las dependencias de Planeación, Recursos Físicos, Bienestar universitario, SGA y estudiantes que deseen participar, buscando coordinar acciones ambientales, supervisar proyectos sostenibles, y formular políticas para fortalecer el modelo de Campus Verde. El comité planeado, podría estimular la cooperación entre lo técnico y lo académico, fomentando decisiones más sabias y creación de planes de inversión ambiental. Este grupo también tendría un papel consultivo, abordando asuntos vitales como la eficiencia energética, la restauración ecológica y la arborización, además del manejo de residuos y la adaptación al cambio climático.

Asimismo, se recomienda establecer metas anuales claras y medibles para disminuir el consumo de recursos, comenzando con los datos del inventario existente. Entre esas metas, se podrían tener una reducción del consumo anual de electricidad de un 10%, un incremento en el uso del agua de lluvia de un 15%, y el aumento de cobertura vegetal institucional en un 5%, más o menos. Dichas metas constituyen componentes clave del Plan Institucional de gestión ambiental PIGA. Así mismo, su seguimiento por el comité técnico asegurará una mejora continua de la eficiencia ambiental y cumplirá con los compromisos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas del año 2015.

Por otro lado se sugiere al Sistema de Gestión Ambiental (SGA) que para futuros pasantes o estudiantes que deseen dar continuidad al mejoramiento de infraestructura verde contengan dentro de sus entregables (programas y planes con medidas que identifiquen los impactos ambientales, económicos y sociales que se puedan presentar al trabajar este eje temático y a su vez realizar el seguimiento de la eficacia con indicadores, costos, objetivos en escala de tiempo cronograma presupuestos y planes de manejo específicos.

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

También se recomienda formular e implementar programas de reforestación, re vegetalización y restauración ecológica en las zonas con compactación del suelo o pérdida de cobertura vegetal, priorizando el uso de especies nativas de la región andina, como guayacán, alcaparro, arrayán, urapán, nogal y otras especies polinizadoras. Estos proyectos deben diseñarse con criterios de paisajismo ecológico y conectividad biológica, para crear corredores verdes interbloques que favorezcan la biodiversidad, la conectividad ecológica y la resiliencia del campus. De igual manera se aconseja fuertemente la participación de creadores de oportunidades y gestores del conocimiento, impulsando un enfoque interdisciplinario y bastante práctico para afianzar el aprendizaje a través de la experiencia misma.

De este mismo modo, este inventario será una base esencial, permitiendo a la Universidad de Cundinamarca destacar en el ranking global UI GreenMetric World University Ranking que valora el rendimiento ambiental de las instituciones académicas superiores, considerando factores claves como energía, agua, residuos, transporte y sobre todo educación ambiental. La participación en este ranking permitiría visibilizar el compromiso ambiental de la sede Fusagasugá, comparar los avances con otras universidades del país y fortalecer la gestión ante organismos nacionales e internacionales. Según el UI GreenMetric (2023), este tipo de procesos impulsa la transparencia, la innovación y la competitividad en sostenibilidad educativa.

Finalmente, se considera esencial fomentar la participación de la comunidad estudiantil en el mantenimiento, monitoreo y divulgación de las acciones ambientales del campus. Para lograrlo, se pueden desarrollar semilleros de investigación, proyectos de aula, brigadas ecológicas y campañas pedagógicas que promuevan la apropiación del campus como un espacio vivo de aprendizaje. Este enfoque fortalece la cultura ambiental universitaria y contribuye directamente a consolidar el modelo de Universidad Verde y resiliente que lidera la sede Fusagasugá.



12. Cronograma

Ilustración 3. Cronograma de actividades.

Actividades	Mes			
	8	9	10	11
Recorridos iniciales, identificación de infraestructura verde y elaboración de inventario				
Sistematización de datos, actualización de información de dispositivos instalados				
Evaluación de los inventarios realizados y documentación del análisis de estos.				
Diseño de estrategias de mejoramiento de infraestructura verde según los inventarios analizados				
Redacción del documento final				
Socialización con dependencia del sistema de gestión ambiental				
Ajustes al informe Validación con asesor				
Entrega final del documento pasantía				

Elaboración propia



13. Presupuesto y fuentes de financiación

Durante el desarrollo del periodo de pasantía, las actividades se realizaron principalmente con el apoyo institucional y logístico de la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá, a través del Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

Las acciones incluyeron la ejecución del diagnóstico técnico, jornadas de educación ambiental, visitas de campo, procesos de fortalecimiento de la infraestructura verde y acompañamiento en actividades académicas y administrativas.

La universidad aportó los recursos materiales y humanos necesarios para garantizar la ejecución de las actividades, sin que existiera contratación de personal externo ni remuneración económica directa. De igual manera, el estudiante contribuyó con recursos propios para cubrir algunos desplazamientos y materiales complementarios utilizados durante el proceso de pasantía.

A continuación, se presenta la distribución del presupuesto estimado y las respectivas fuentes de financiación:

Tabla 10. Presupuesto y fuentes de financiación.

Concepto	Costo estimado (COP)	Fuente de financiación
Material didáctico para capacitaciones y jornadas ambientales	\$150.000	Universidad de Cundinamarca – Área de Gestión Ambiental
Elementos para actividades prácticas (guantes, bolsas, etiquetas, materiales de rotulación)	\$120.000	Universidad de Cundinamarca – SGA y apoyo logístico institucional

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot

Facultad de Ciencias Agropecuarias



Transporte a zonas de intervención (Unidad Agroambiental La Esperanza, CAD y visitas técnicas)	\$50.000	Recursos propios del estudiante y apoyo institucional
Refrigerios y logística para actividades comunitarias	\$150.000	Área de Bienestar Universitario – Universidad de Cundinamarca

Elaboración propia

Total, estimado del presupuesto: \$470.000 COP, el desarrollo de la pasantía fue posible gracias a la articulación institucional y al compromiso de las diferentes dependencias que integran el SGA. El acompañamiento por parte del personal de mantenimiento y áreas administrativas, la disposición de espacios, los materiales suministrados y el respaldo logístico de la universidad garantizaron la correcta ejecución del proceso, evidenciando el compromiso institucional con la formación práctica y la sostenibilidad ambiental.



14. Bibliografía

Agencia Internacional de Energía. (2020). *Energy technology perspectives 2020*. IEA

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2019). ASHRAE Standard 90.1-2019: *Energy standard for buildings except low-rise residential buildings*. ASHRAE.

Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). *Green infrastructure: Linking landscapes and communities*. Island Press.

Benitez, D. E. (2018). *Implementación de infraestructura verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas: Hoja de ruta*. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU).

Breen, A., Giannotti, E., Flores Molina, M., & Vásquez, A. (2020). From “government to governance”? A systematic literatura review of research for urban green infrastructure management in Latin America *Frontiers in Sustainable Cities*, 2, 572360. <https://doi.org/10.3389/frsc.2020.572360>

Carbon Trust. (2018). *Energy management: A comprehensive guide for buildings*. Carbon Trust.
Clean Energy Ministerial. (2019). *Energy management systems (EnMS) implementation guide*. CEM

Comisión Global sobre la Adaptación. (2019). *Adapt now: A global call for leadership on climate resilience*. Global Center on Adaptation.

Congreso de la República de Colombia. (1993). *Ley 99 de 1993 (Por lo cual se crea el Sistema Nacional Ambiental -SINA)*.

Congreso de la República de Colombia. (2018). Ley 1931 de 2018 (Gestión del cambio climático).

Congreso de la República de Colombia (2021). Ley 2169 de 2021 (Carbono neutralidad y metas de mitigación).

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2016). Acuerdo de París.

Departamento Administrativo de la Función Pública. (2015). Decreto 1076 de 2015 (Único

Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible).

Departamento Nacional de Planeación (2021). *Misión de crecimiento verde: Documento de política*. DNP.

Departamento Nacional de Planeación. (2023). Lineamientos para la economía circular en Colombia. DNP.

Environmental Protection Agency. (2021). Green infrastructure: Managing wet weather with green infrastructure. U.S. EPA.

Food and Agriculture Organization. (2022). *Nature-based solutions in Latin America: Water, agricultura and climate resilience*. FAO.

Fundación Natura. (2020). *Infraestructura verde urbana: Guía para la planificación local*. Fundación Natura.

García, L., & Pizarro, R. (2019). Evaluación de techos verdes en climas tropicales: Desempeño hídrico y térmico. *Revista Hábitat Sustentable*, 9(2), 6-19.

Guerry, A., Polasky, S., Lubchenco, J., Chaplin-Kramer, R., Daily, G.C., Griffin, R., Ruckelshaus, M., Bateman, I. J., Duraiappah A. K., Elmqvist, T., Reyers, B., Ricketts, T., Rockström, J., Tallis, H., & Vira, B. (2015). Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 112(24), 7348-7355.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1503751112>

Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure. *Built Environment*. 33(1), 115-133

Global Covenant of Mayors for Climate & Energy. (2018). Common reporting framework. GCoM.

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

Global Reporting Initiative. (2020), GRI 302: Energy 2016 (actualizado). GRI

Greenhouse Gas Protocol. (2015). *Corporate accounting and reporting standard* (Revised ed.).

WRI/WBCSD.

Grupo Banco Mundial. (2020). *Resilient infrastructure: A policy framework*. World Bank.

Grupo Banco Mundial. (2021). *A greener recovery: Climate-smart infrastructure*. World Bank.

ICLEI – Gobiernos Locales por la Sustentabilidad. (2018). *Guía de acción climática para ciudades latinoamericanas*. ICLEI.

IDEAM. (2017). *Plan nacional de adaptación al cambio climático (PNACC)*. IDEAM

IDEAM. (2022). *Variabilidad y cambio climático en la región del Sumapaz: Informe técnico*.

IDEAM

IEA Photovoltaic Power Systems Programme. (2023). Trends in photovoltaic applications. IEA-

PVPS

IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

IPCC. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.

ICONTEC – Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2019). *NTC 2050: Código eléctrico colombiano*. ICONTEC.

International Renewable Energy Agency. (2020). *Renewable power generation costs in 2019*.

IRENA.

International Water Association. (2016). *Performance indicators for water supply services* (3rd ed.). IWA Publishing

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

International Organization for Standardization. (2013). *ISO 14031:2013 – Environmental management – Environmental performance evaluation – Guidelines*. ISO.

International Organization for Standardization. (2014). *ISO 14046:2014 – Environmental management – Water footprint – Principles, requirements and guidelines*. ISO

International Organization for Standardization. (2015). *ISO 14001:2015 – Environmental management systems – Requirements with guidance for use*. ISO.

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 14064-1:2018 – Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals*. ISO.

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 50001:2018 – Energy management systems – Requirements with guidance for use*. ISO.

International Organization for Standardization. (2019). *ISO 46001:2019 – Water efficiency management systems – Requirements with guidance for use*. ISO.

Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., & Bonn, A. (2017). Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas – Linkages between science, policy and practice. In N. Kabisch, H. Korn, J. Stadler, & A. Bonn (Eds.), *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas: Theory and practice of urban sustainability transitions* (pp. 1-11). Springer.

https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5_1

Mendes, R. T., Fidelis T., Roebeling, P., & Teles, F. (2020). The institutionalization of nature-based solutions: A discourse analysis of emergent literatura. *Resources*, 9(1).

<https://doi.org/10.3390/resources9010006>

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Política nacional de cambio climático: Documento de implementación*. MADS.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Plan integral de gestión del cambio climático sectorial*. MADS.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). *Informe nacional de adaptación y avances de NDC*. MADS.
- Ministerio de Minas y Energía. (2010). *RETILAP – Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público: Guías y herramientas complementarias*. MME.
- Ministerio de Minas y Energía. (2013). *RETIE – Reglamento técnico de instalaciones eléctricas*. MME.
- Ministerio de Minas y Energía & Unidad de Planeación Minero-Energética. (2021). *Lineamientos para autogeneración y generación distribuida en Colombia*. MME/UPME.
- Ministerio de Salud y Protección Social & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2011). *Guía técnica de espacios saludables y arbolado urbano*. MinSalud/MADS.
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. ONU.
- Naciones Unidas. (2021). *Making peace with nature*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP).
- Organización Panamericana de la Salud. (2020). *Ciudades saludables y espacios verdes: Evidencia para políticas públicas*. OPS.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2022). *Greening higher education institutions: Policy guidelines*. OCDE

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Urban green spaces and health: A review of evidence*.

OMS.

Pacheco, D., & Rojas, J. (2021). Eficiencia energética en edificios universitarios: Un enfoque de gestión. *Energía y Desarrollo*, 15(1), 45-60.

Pérez, A., & Suárez, C. (2020). Captación de aguas lluvias para usos no potables en campus universitarios. *Ingeniería y Competitividad*, 22(2), 1-12.

Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2020). *City resilience profiling tool*. ONU-Hábitat.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2019). *Guía para la integración de los ODS en universidades latinoamericanas*. PNUD.

Rigolon A., Browning, M., Lee, K., & Shinguk S. (2018). Access to urban green space in cities of the global South: A systematic literatura review. *Urban Science*, 2(3),67,
<https://doi.org/10.3390/urbansci2030067>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2021). *Hoja de ruta de infraestructura verde en ciudades mexicanas*. SEMARNAT.

Smith, P., & Davis, R. (2018). University green infraestructura: A framework for campus planning. *Journal of Urban Ecology*, 4(1), 1-12.

The Nature Conservancy. (2018). *Nature.based solutions evidence platform*. TNC.

Unidad de Planeación Minero-Energética. (2022). *Hoja de ruta de transición energética en Colombia*. UPME.

Unidad de Planeación Minero-Energética. (2023). Reporte de generación distribuida y autogeneración a pequeña escala en Colombia. UPME.

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot



Facultad de Ciencias Agropecuarias

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2021). *Education for sustainable development: A roadmap*. UNESCO.

United Nations Environment Programme. (2021). *Green infrastructure guide for sustainable recovery*. UNEP.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2015). *Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030*. UNDRR.

Universidad de Cundinamarca. (2024). *Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA 2024)*. UdeC.

Universidad de Cundinamarca. (2025). *Sistema de Gestión Ambiental – Lineamientos y evidencias del campus Fusagasugá*. UdeC.

Upchurch, C., & Ashdown, S. (2019). Measuring the benefits of campus green spaces: Thermal comfort and mental health. *Landscape and Urban Planning* 189, 129-138.

U.S Green Building Council. (2019). *LEED v4.1 for operations and maintenance*. USGBC.

Van den Bosch, M. A., & Sang, A.O. (2017). Urban natural environments as nature-based solutions for improved public health: *A systematic review*. *Environmental Research*, 158, 373-384.

Vásquez, A., Giannotti, E., Galdámez, E., Velásquez, P., & Devoto, C. (2019). Green infrastructure planning to tackle climate change in Latin American cities. In C. Henríquez & H. Romero (Eds.), *Urban climates in Latin America* (pp.329-354). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-97013-](https://doi.org/10.1007/978-3-319-97013-4)

[4_13](#)

World Green Building Council. (2018). *Net zero carbon buildings: A framework definition*. WGBC.

*

Universidad de Cundinamarca

Seccional Girardot

Facultad de Ciencias Agropecuarias



15. Apéndices

A continuación, se relacionan los anexos que hacen parte del documento final de pasantía. Estos archivos contienen material producido durante la ejecución de las actividades, y respaldan los resultados obtenidos:

- Apéndice A. Inventarios De los componentes.

<https://url-shortener.me/83RT>

- Apéndice B. Análisis componentes.

<https://n9.cl/kknp6>