

Construcción de un banco de pruebas para la toma datos de radiación solar en la UTS, en el periodo 2024-2025.

Modalidad:

Saray Smith Santos Caballero

1097780551

Edinson Andrés Moreno Cepeda

1007735314

Azael Nahum Salas Ruz

1003896008

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**

**Tecnología en Gestión de Recursos Energéticos**

**Barrancabermeja, 26/02/2025**



Construcción de un banco de pruebas para la toma datos de radiación solar en la UTS, en el periodo 2024-2025.

Modalidad

Saray Smith Santos Caballero

1097780551

Edinson Andrés Moreno Cepeda

1007735314

Azael Nahum Salas Ruz

1003896008

Trabajo de Grado para optar al título de

Título al que optan los autores

**DIRECTOR**

JIMMY NORMAN JULIO SEPULVEDA

Grupo de investigación – SIGLA

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**

**Tecnología en Gestión de Recursos Energéticos**

**Barrancabermeja, 26/02/2025**

Nota de Aceptación

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Firma del Evaluador

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Firma del Director

**DEDICATORIA**

Nota mediante la cual los autores ofrecen su trabajo, en forma especial, a personas o entidades. Su presentación es opcional. Si se incluye no debe ser mayor a un párrafo por cada autor (máximo 14 líneas).

**AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan el reconocimiento hacia las personas y entidades que asesoran técnicamente, suministraron datos, financiaron total o parcialmente la investigación o contribuyeron significativamente al desarrollo del trabajo de grado. Es opcional y debe contener, además de la nota correspondiente, los nombres de las personas con sus respectivos cargos y nombres completos de las instituciones y su aporte al trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

[RESUMEN EJECUTIVO 9](#_Toc25074334)

[INTRODUCCIÓN 10](#_Toc25074335)

[1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN 11](#_Toc25074336)

[1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 11](#_Toc25074337)

[1.2. JUSTIFICACIÓN 12](#_Toc25074338)

[1.3. OBJETIVOS 12](#_Toc25074339)

[1.3.1. OBJETIVO GENERAL 12](#_Toc25074340)

[1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13](#_Toc25074341)

[1.4. ESTADO DEL ARTE 13](#_Toc25074342)

[2. MARCO REFERENCIAL 14](#_Toc25074343)

[3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION 15](#_Toc25074344)

[4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO 16](#_Toc25074345)

[5. RESULTADOS 18](#_Toc25074346)

[6. CONCLUSIONES 19](#_Toc25074347)

[7. RECOMENDACIONES 20](#_Toc25074348)

[8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 21](#_Toc25074349)

[9. APENDICES 22](#_Toc25074350)

[10. ANEXOS 23](#_Toc25074351)

LISTA DE FIGURAS

[Figura 1. Tipos de Investigación 19](#_Toc443661245)

LISTA DE TABLAS

[Tabla 1. Fase 1 20](#_Toc443661246)

# RESUMEN EJECUTIVO

Se describe en máximo 300 palabras y debe contener una descripción de los objetivos, la metodología, los resultados y las conclusiones del trabajo desarrollado.

**PALABRAS CLAVE**. Se deben presentar máximo 5 palabras clave.

# INTRODUCCIÓN

En la sección de introducción, los autores deben proporcionar al lector(a) los antecedentes suficientes que le permitan ubicar el tema y el informe en el contexto de la literatura pasada y presente, empleando correctamente las normas APA (*American Psychological Association*) para la citación de referencias. Es importante seleccionar adecuadamente la literatura a citar en esta sección y se deberá dejar en claro porqué, existiendo toda esa información disponible, el trabajo presentado representa un aporte importante a la comunidad.

En la Introducción también se debe dejar en claro el método empleado para la solución del problema, sea este de tipo experimental, teórico, o computacional, la cual debe ser explicada con mayor detalle en la sección 3 de desarrollo del trabajo de grado.

# 

# DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La creciente adopción de tecnologías de energía solar en Colombia enfrenta importantes desafíos, particularmente en el ámbito educativo. En los laboratorios universitarios, el acceso limitado a datos precisos sobre radiación solar y la carencia de herramientas prácticas para su análisis obstaculizan la correcta comprensión de los procesos óptimos para la instalación de paneles solares. Dado que la radiación solar es un factor crítico para maximizar la eficiencia y garantizar la viabilidad económica de los proyectos fotovoltaicos, la falta de información precisa dificulta el aprendizaje y la capacidad de los estudiantes para desarrollar competencias prácticas clave. Esta carencia no solo afecta la calidad del conocimiento teórico, sino también la preparación de los estudiantes para enfrentar las demandas del mercado laboral en el sector de las energías renovables. El problema, por tanto, no se limita a la falta de datos o herramientas, sino que compromete el desarrollo de habilidades prácticas esenciales para el crecimiento sostenible de las energías renovables. En este contexto, la pregunta de investigación planteada es: ¿Cómo puede la implementación de un banco de estudio de radiación solar mejorar el aprendizaje y la preparación de los estudiantes en la instalación y optimización de sistemas fotovoltaicos?

## JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se basa en la investigación e implementación de un banco de pruebas para medir la radiación solar, que permita a los estudiantes realizar prácticas para conocer la radiación solar recibida en tiempo real y así poder desarrollar habilidades útiles para el manejo de esta energía. Su implementación pretende mejorar la calidad de la educación en energías renovables, y de esta forma ampliar los conocimientos en las competencias académicas y las demandas del mercado laboral para los egresados de las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS), regional Barrancabermeja, promoviendo así una formación más integral y aplicada.

El aporte a la sociedad se verá reflejado en un aumento de profesionales capacitados para implementar tecnologías solares, lo que contribuirá a la sostenibilidad y la transición energética del país, disminuyendo así la huella de carbono producida por otras fuentes más contaminantes.

Esto contribuirá al grupo de investigación DIANOIA en la mejora de los laboratorios de energías renovables y permitirá a las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS) contar con instalaciones más completas para la realización de prácticas. Esto brindará a los estudiantes una experiencia más enriquecedora y pertinente, permitiendo adquirir conocimientos prácticos mejores calificados, mejorando sus perspectivas de empleo y estabilidad laboral al desarrollar habilidades prácticas que responden a las necesidades del sector.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Construir un banco de medición de radiación solar, por medio de una termopila aprovechando el efecto Seebeck en los metales, para apoyar el análisis y estudio de la radiación solar recibida en determinadas horas y ángulos durante el día, en los laboratorios de las Unidades Tecnológicas de Santander, regional Barrancabermeja.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

* Diseñar un sistema de orientación solar para asegurar que el dispositivo siga el movimiento del sol y maximice la precisión de las mediciones.
* Desarrollar un sistema de almacenamiento, procesamiento y transmisión de datos, con sus respectivas validaciones, por medio de un prototipo, permitiendo que los datos de radiación solar se guarden y estén disponibles en tiempo real para su análisis.
* Programar una interfaz web o móvil para que los usuarios puedan acceder fácilmente a los datos de radiación solar recopilados.
* Realizar un manual de prácticas para determinar la viabilidad y manejo de los datos obtenidos por los estudiantes.

## ESTADO DEL ARTE

A nivel internacional, se encontró un proyecto de investigación titulado Análisis del potencial solar térmico en Argentina del Programa de Desarrollo de la Industria Solar Térmica (PRODIST) Argentina (L.C. Navntoft, 2022). Resumen: el proyecto busca analizar el potencial de la energía solar térmica en Argentina, con un enfoque en sectores clave como el residencial, hotelero, salud e industria. El objetivo es identificar oportunidades para la instalación de colectores solares que puedan sustituir el uso de gas natural y reducir emisiones de CO2. El estudio utiliza un enfoque cuantitativo para estimar la demanda de agua caliente en los diferentes sectores y superficie de colectores solares necesarios para satisfacer esta demanda. Se basan en datos estadísticos, informes previos y estándares internacionales. El estudio revela que Argentina tiene un gran potencial para la energía solar térmica. Se estimaron áreas potenciales de colectores en los sectores residenciales, hotelero, salud e industria, con importantes ahorros en gas natural y reducción de emisiones de CO2. El estudio concluye que la energía solar térmica tiene un potencial considerable para mejorar la eficiencia energética en Argentina, especialmente en sectores como alta demanda de calor. Sin embargo, su desarrollo depende de políticas públicas específicas y apoyo gubernamental.

Conector: Este proyecto es similar porque se basa en el estudio de datos de radiación solar para determinar la viabilidad de la energía solar térmica en sectores específicos de Argentina, el aporte que brinda este proyecto es su método de análisis de datos solares por medio de gráficos y tablas que muestran la radiación recibida en el año.

A nivel internacional, se encontró estudio titulado Estudio del impacto de la radiación solar ultravioleta en las personas por medio de información de satélite, de la universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (Stadler, 2021). Resumen: el proyecto tuvo como objetivo estudiar y cuantificar la radiación solar ultravioleta (UV) en la superficie, utilizando datos satelitales en las ciudades argentinas de Buenos Aires y Mar de Plata. El estudio busca identificar casos de riesgo para la salud humana debido a la exposición a la radiación UV, con especial atención a los meses de verano, cuando la radiación y la exposición son mayore. El estudio empleó una investigación cuantitativa basada en el uso de datos satelitales. Se usaron sensores OMI y CERES de los satélites Aura y Terra de la NASA para obtener datos sobre la columna total de ozono y el índice UV (IUV). También se empleó el modelo paramétrico de Madronich, ajustado para las condiciones locales, para calcular el IUV en situaciones de cielo despejado y comparar con las mediciones reales. El estudio encontró que, durante los meses de verano, los valores del índice UV en Buenos Aires y Mar de Plata alcanzaron niveles “muy altos” y “extremadamente altos”, según la clasificación de la organización mundial de la salud. Además, se descubrió que la presencia de nubes puede reducir la radiación UV hasta en un 80% los tipos de piel más claros (I y II) son los más vulnerables, con dosis eritémicas que pueden llegar ser hasta 15 veces superiores a las necesarias para causar eritema. El modelo paramétrico ajustado mostro una alta precisión, con un margen de error de ± 10%. Los resultados confirmaron la importancia de tomar medidas de foto protección en las ciudades estudiadas, especialmente durante el verano.

Conector: Este proyecto es similar porque utiliza datos de radiación solar obtenidos por satélite para validar sus hipótesis y realizar sus análisis, los aportes de este proyecto son sus registros de datos obtenidos de satélites confiables de la NASA y el conocimiento brindado sobre los tipos de radiación solar que se reciben en la tierra.

A nivel nacional se encontró un proyecto de investigación, titulado Análisis y Predicción de Radiación en Sistema Fotovoltaicos Haciendo Uso de Machine Learning, de la universidad de los Andes, Colombia (Jiménez, 2023). Resumen: El proyecto tuvo como objetivo desarrollar un modelo de predicción de radiación solar utilizando redes neuronales LSTM para mejorar la eficiencia y la gestión de plantas fotovoltaicas. La predicción precisa de la radiación solar es esencial para optimizar la generación de energía y la operación de dichas plantas, facilitando la toma de decisiones informadas.

La metodología aplicada fue de carácter iterativo, dividiéndose en siete etapas: selección de datos, preprocesamiento, selección del modelo, entrenamiento, evaluación, mejora e implementación del modelo. Además, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica para comprender los fundamentos físicos y matemáticos relacionados con las plantas fotovoltaicas y el aprendizaje profundo. Durante el proceso, se hicieron ajustes continuos para optimizar el rendimiento del modelo.

En cuanto a los resultados, el modelo final alcanzó una correlación alta (R=0.983) entre las predicciones y los valores reales, mostrando una buena aproximación a los datos medidos en la planta fotovoltaica. No obstante, se identificaron discrepancias durante las horas nocturnas, cuando la radiación es cercana a cero.

Las conclusiones del proyecto indican que el uso de redes neuronales LSTM es adecuado para predecir la radiación solar y puede contribuir significativamente a mejorar la eficiencia de las plantas solares. Se recomienda realizar futuros ajustes en el modelo, particularmente para mejorar las predicciones durante las horas de radiación mínima, y continuar optimizando los hiperparámetros para una mejor generalización del modelo. Además, se sugirió la inclusión de nuevas variables para mejorar la precisión de las predicciones.

Conector: Este proyecto es similar porque ambos se centran en la medición y análisis de la radiación solar. Este proyecto busca analizar datos de la radiación solar con el fin de optimizar el rendimiento de sistemas solares.

A nivel nacional se encontró un proyecto de investigación, titulado Predicción de la radiación solar mediante modelos de forecasting estadísticos tradicionales y de machine learning con datos históricos de la planta solar del edificio Santo Domingo de la Universidad de los Andes, Colombia (Sánchez, 2020). Resumen: El proyecto tiene como objetivo desarrollar modelos estadísticos y de machine learning para la estimación de la irradiancia solar en los paneles solares del edificio Santo Domingo de la Universidad de los Andes, con el fin de comparar la eficiencia de los métodos tradicionales (ARIMA, suavización exponencial, ARCH) frente a técnicas modernas de inteligencia artificial. Este análisis pretende mejorar la planificación y el diseño de sistemas fotovoltaicos, optimizando la producción de energía y reduciendo costos operativos.

La metodología se basa en la selección de datos históricos de la planta solar, el preprocesamiento de los mismos, y la implementación de modelos tanto tradicionales como de redes neuronales artificiales. Los modelos fueron evaluados mediante métricas como el error cuadrático medio (MSE) y el error absoluto medio (MAE), usando validación cruzada para asegurar la robustez de los resultados.

Los resultados mostraron que las redes neuronales, especialmente las LSTM (Long Short-Term Memory), ofrecen una mayor precisión en la predicción de la radiación solar frente a los métodos tradicionales. Esto se debe a su capacidad para aprender patrones complejos en series temporales. Sin embargo, los modelos tradicionales fueron más eficientes en términos de recursos computacionales para predicciones de corto plazo.

En conclusión, el uso de machine learning en la predicción de irradiancia solar promete mejoras significativas en la planificación de plantas solares. Los métodos tradicionales aún son útiles para predicciones rápidas y con menos demanda computacional, pero la elección del modelo dependerá del contexto específico y los objetivos del proyecto.

Conector: Este es similar porque tienen un enfoque central en la radiación solar, proporcionando metodologías para el análisis de los datos que permiten hacer comparativas con los datos obtenidos del piranómetro.

A nivel nacional se encontró un proyecto de investigación titulado Proyectos Fotovoltaicos Flotantes: Consideraciones Ambientales, Geográficas y Sociales para su Desarrollo en Colombia, de la Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia (Avila, 2023). Resumen: El proyecto tuvo como objetivo evaluar el potencial de las plantas solares flotantes (FPV) en Colombia, considerando los aspectos ambientales, sociales y geográficos. Se identificaron factores claves como el aprovechamiento de cuerpos de agua y la optimización de la eficiencia energética mediante el enfriamiento natural de los paneles solares.

La metodología aplicada fue una revisión exhaustiva de la literatura nacional e internacional, estructurada en varias etapas: selección de embalses, evaluación de irradiación solar, análisis de impacto ambiental y social, y modelación de escenarios de implementación. Además, se evaluaron normativas aplicables en el país y las lecciones aprendidas de proyectos internacionales. Durante el proceso, se realizaron ajustes en los modelos propuestos para mejorar la precisión de las estimaciones energéticas.

En cuanto a los resultados, se concluyó que los embalses en Colombia presentan un gran potencial para la implementación de proyectos FPV, con una irradiación horizontal global (GHI) que en algunos casos supera los 2.000 kWh/m²/año, lo que generaría un aumento en la eficiencia energética del 10% en comparación con sistemas convencionales en tierra. Sin embargo, se identificaron retos relacionados con el impacto ambiental y la compatibilidad con otras actividades en los embalses.

Las conclusiones del proyecto indican que los sistemas FPV representan una solución viable para aumentar la capacidad energética del país, contribuyendo a la reducción de emisiones y a la diversificación de la matriz energética. Se recomendó priorizar estudios detallados en los cuerpos de agua más grandes y avanzar en la formulación de políticas que faciliten la implementación de estos proyectos a nivel nacional. Además, se sugiere incluir variables como la velocidad del viento y el impacto en la fauna local en futuros estudios.

Conector: Este proyecto es similar porque se basa en el análisis de datos de radiación solar para conocer las condiciones óptimas para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos acuáticos.

A nivel nacional se encontró un proyecto de investigación titulado: “Implementación de un banco de pruebas para un sistema de seguimiento solar”, de la Universidad de los Andes, Colombia (Mancera, 2022). Resumen: El proyecto tuvo como objetivo diseñar e implementar, un banco de pruebas para un sistema de seguimiento solar de dos ejes que optimice la captación de energía, ajustando el ángulo de los paneles fotovoltaicos tanto en elevación como en azimut. Este sistema buscaba aumentar la eficiencia de la producción de energía, en comparación con una configuración estática de 10 grados de inclinación. La metodología aplicada fue de carácter experimental iniciando con una revisión de la literatura para seleccionar el mejor mecanismo de seguimiento solar y continuando con el diseño de la estructura en Autodesk Inventor. Posteriormente las piezas se fabricaron mediante impresión 3D y el sistema de control, se implementó con Arduino UNO utilizando sensores de luz (LDR) y servomotores para, ajustar los ángulos del sistema. Se realizaron pruebas comparativas entre el sistema de seguimiento y un panel estático registrando los datos de tensión y potencia obtenidos a lo largo del día. Respecto a los resultados se observó que el sistema de seguimiento solar obtuvo en promedio un 10,7% más de energía que la configuración estática mostrando mayor eficiencia durante la mayor parte de las horas del día especialmente en condiciones de radiación directa. Los resultados del proyecto indicaron que el sistema de seguimiento solar de doble eje mejora significativamente la eficiencia de recolección de energía solar en comparación con un panel fijo. Se recomendaron ajustes de diseño para optimizar aún más el rendimiento del sistema y reducir el consumo de energía del propio mecanismo de seguimiento.

Conector: Este proyecto es similar porque se basa en el análisis de datos de radiación solar para aumentar la captura de la energía solar.

# 

# MARCO REFERENCIAL

## MARCO TEORICO

En este capítulo se investigan y analizan los conceptos fundamentales relacionados con la medición de radiación solar y su aplicación en sistemas fotovoltaicos, con el fin de sustentar el desarrollo de un banco de pruebas para la medición de radiación solar en las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS). Este marco teórico proporciona una base sólida de conocimientos que permite contextualizar la problemática planteada y fundamentar la solución propuesta, enfocándose en la importancia de la educación práctica en energías renovables y la optimización de sistemas solares.

### Energías Renovables y Transición Energética

La creciente preocupación por los efectos del cambio climático y la necesidad de reducir la dependencia de los combustibles fósiles han impulsado la transición hacia fuentes de energía renovable. Según estudios internacionales, como el análisis del potencial solar térmico en Argentina, las energías renovables no solo son más sostenibles, sino que también generan más empleo y son más económicas a largo plazo. En Colombia, esta transición es fundamental para reducir la huella de carbono y promover un desarrollo sostenible. La energía solar, en particular, juega un papel crucial en este proceso debido a su abundancia y bajo impacto ambiental.

### Radiación Solar

La radiación solar es la energía emitida por el Sol en forma de ondas electromagnéticas. Esta energía es fundamental para el desarrollo de tecnologías fotovoltaicas, ya que su aprovechamiento permite la generación de electricidad de manera sostenible. La radiación solar se clasifica en tres tipos principales:

* **Radiación directa**: Energía que llega directamente del Sol sin interacción con elementos atmosféricos. Es la radiación predominante en días soleados y es crucial para la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos.
* **Radiación difusa:** Energía que ha sido dispersada por partículas en la atmósfera, como nubes o contaminantes. Este tipo de radiación es más común en días nublados.
* **Radiación reflejada:** Energía que es reflejada por la superficie terrestre o por otros elementos, como el agua o la nieve. Este tipo de radiación es importante en zonas con alta reflectividad.

La medición precisa de estos tipos de radiación es esencial para optimizar la instalación y el rendimiento de sistemas fotovoltaicos, ya que permite analizar las condiciones locales y su impacto en la eficiencia energética.

### Efecto Seebeck y su Aplicación en la Medición de Radiación Solar

El efecto Seebeck es un principio físico que describe la generación de una corriente eléctrica en un circuito cerrado compuesto por dos metales diferentes cuando existe una diferencia de temperatura entre sus extremos. Este fenómeno es la base para el diseño del banco de pruebas propuesto, ya que permite medir la radiación solar a través de la conversión de energía térmica en energía eléctrica.

La implementación de este principio en el proyecto no solo facilita la medición de la radiación solar, sino que también proporciona una herramienta educativa para que los estudiantes comprendan su aplicación en tecnologías renovables. El uso de una termopila basada en el efecto Seebeck permitirá realizar mediciones precisas y en tiempo real, lo que es fundamental para el análisis y la optimización de sistemas fotovoltaicos.

### Sistemas Fotovoltaicos

Los sistemas fotovoltaicos son dispositivos que convierten la radiación solar en electricidad mediante el uso de células fotovoltaicas. Estas células, generalmente fabricadas con silicio, aprovechan el efecto fotoeléctrico para generar corriente eléctrica cuando son expuestas a la luz solar. El diseño y la instalación de sistemas fotovoltaicos dependen de varios factores, como:

# La intensidad y el tipo de radiación solar disponible.

# La orientación y el ángulo de los paneles solares.

# Las condiciones climáticas locales.

El banco de pruebas propuesto en este proyecto permitirá a los estudiantes analizar estos factores en un entorno controlado, mejorando su comprensión de los principios que rigen el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos. Además, el proyecto incluye el desarrollo de un sistema de orientación solar automatizado que maximizará la precisión de las mediciones al seguir el movimiento del sol.

### Importancia de la Educación Práctica en Energías Renovables

La educación práctica es un componente esencial en la formación de competencias técnicas en energías renovables. La falta de herramientas prácticas en los laboratorios de las UTS limita la capacidad de los estudiantes para aplicar los conocimientos teóricos en situaciones reales. Esto afecta su preparación para enfrentar los desafíos del mercado laboral en el sector de las energías renovables.

El banco de pruebas propuesto tiene como objetivo cerrar esta brecha, proporcionando a los estudiantes una herramienta que les permita:

* Realizar mediciones precisas de radiación solar.
* Analizar datos en tiempo real.
* Desarrollar habilidades prácticas en el diseño y optimización de sistemas fotovoltaicos.

Este enfoque no solo mejorará la calidad de la educación en energías renovables, sino que también contribuirá a la formación de profesionales capacitados para implementar tecnologías solares eficientes, fortaleciendo así el sector de las energías renovables en Colombia.

### Antecedentes de Investigaciones Relacionadas

El proyecto se fundamenta en investigaciones previas que destacan la importancia de la medición de radiación solar y su impacto en la eficiencia de los sistemas solares. Entre los antecedentes relevantes mencionados en el documento se encuentran:

* A nivel internacional: Estudios como el análisis del potencial solar térmico en Argentina y el impacto de la radiación UV en la salud humana, que demuestran la relevancia de medir y analizar la radiación solar para diferentes aplicaciones.
* A nivel nacional: Proyectos como el uso de machine learning para predecir la radiación solar en Colombia, que resaltan la importancia de contar con datos precisos para optimizar la generación de energía solar.

Estos antecedentes refuerzan la necesidad de implementar un banco de pruebas en las UTS, no solo como una herramienta educativa, sino también como un aporte al desarrollo de tecnologías renovables en el país.

### Transición Energética y Sostenibilidad

En el contexto global, la transición hacia fuentes de energía renovable es una prioridad para mitigar los efectos del cambio climático. La energía solar, al ser una fuente abundante y sostenible, juega un papel crucial en este proceso. En Colombia, la implementación de tecnologías solares es fundamental para reducir la dependencia de combustibles fósiles y promover un desarrollo sostenible.

El proyecto propuesto contribuye a este objetivo al formar profesionales capacitados para diseñar e implementar soluciones solares eficientes, fortaleciendo así el sector de las energías renovables en el país. Además, el banco de pruebas permitirá a los estudiantes y profesionales analizar datos de radiación solar en tiempo real, lo que facilitará la toma de decisiones informadas en la planificación y diseño de sistemas fotovoltaicos.

## MARCO LEGAL

El marco legal establece el contexto normativo en el que se desarrolla el proyecto de construcción de un banco de pruebas para la medición de radiación solar en las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS). Este proyecto, al estar relacionado con el uso de energías renovables y la educación técnica, se enmarca dentro de las leyes, resoluciones y normativas que regulan el uso, promoción y desarrollo de tecnologías sostenibles en Colombia. A continuación, se describen las disposiciones legales más relevantes:

**1. Ley 1715 de 2014 (Congreso de Colombia, 2014)**

La **Ley 1715 de 2014** establece:

* **Artículo 1**: "La presente ley tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, con el fin de [...] fomentar la inversión, la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias para la producción de energía."
* **Artículo 2**: "Se entiende por fuentes no convencionales de energía aquellas fuentes de energía disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente."
* **Artículo 3**: "El Gobierno Nacional promoverá el uso de las fuentes no convencionales de energía, principalmente las de carácter renovable, a través de incentivos tributarios, arancelarios y financieros.

**Normativa sobre Energía Solar Térmica y Fotovoltaica (Álvares Álvares & Serna Alzate, 2012)**

La normativa establece:

* **Artículo 3**: "Se deberán implementar medidas para garantizar la eficiencia y el rendimiento de los sistemas solares, así como su impacto ambiental mínimo."

**La Radiación Solar (Agencia Estatal de Meteorología)**

La **Agencia Estatal de Meteorología** establece:

* "La radiación solar es la energía emitida por el Sol en forma de ondas electromagnéticas, que es fundamental para el desarrollo de tecnologías fotovoltaicas y la generación de energía eléctrica de manera sostenible."
* "La medición precisa de la radiación solar es esencial para optimizar el diseño y la operación de sistemas fotovoltaicos, así como para garantizar su eficiencia y rendimiento."

**NTC 4552:**  Norma técnica colombiana que establece los requisitos para la medición.

**NTC 6078**: Esta norma se enfoca en la **eficiencia energética** y el **uso de energías renovables**. Su aplicación en el proyecto garantiza que el banco de pruebas sea eficiente en términos energéticos y promueva el uso de fuentes de energía renovables.

# 

# DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

## Tipo de Investigación

El presente proyecto, titulado "Construcción de un banco de pruebas para la toma de datos de radiación solar en las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS), en el periodo 2024-2025", corresponde a un **tipo de investigación aplicada** porque tiene como objetivo resolver un problema práctico (la falta de herramientas prácticas y precisas para medir la radiación solar en las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS), lo cual limita la formación técnica de los estudiantes en energías renovables y dificulta su comprensión y aplicación de conceptos relacionados con sistemas fotovoltaicos y sostenibilidad energética) mediante la implementación de una solución tecnológica.

El enfoque de la investigación es cuantitativo porque se utilizará para medir y analizar datos de radiación solar obtenidos con el banco de pruebas, asegurando precisión y validez en los resultados.

## Recolección de Datos

Para la recolección de datos, se emplearán las siguientes técnicas:

* **Observación directa**: Se observará el comportamiento del banco de pruebas en condiciones reales, analizando su funcionamiento y la interacción de los usuarios con el sistema.
* **Recolección de datos automatizada**: A través de sensores y sistemas de almacenamiento, se registrarán datos de radiación solar en tiempo real.

## Población

El proyecto está dirigido a estudiantes y docentes de los programas de Tecnología en Gestión de Recursos Energéticos de las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS).

## Fases de la Investigación

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo progresivamente en las siguientes fases:

* **Fase 1: Diseño y Prototipado del Sistema**
* **Actividad 1**: Revisión bibliográfica.
* **Actividad 2**: Selección de componentes adecuados (sensores, motores, etc.).
* **Actividad 3**: Diseño del esquema del sistema de seguimiento solar.
* **Actividad 4:** Construcción del prototipo del sistema de seguimiento solar y pruebas iniciales.
* **Fase 2: Desarrollo y Validación del Sistema de Datos**
* **Actividad 1**: Definición de hardware y elección de la plataforma de transmisión de datos.
* **Actividad 2**: Desarrollo del sistema de adquisición de datos (lectura de la termopila).
* **Actividad 3**: Desarrollo de algoritmos de procesamiento de datos y configuración del almacenamiento en tiempo real.
* **Actividad 4:** Pruebas del sistema de almacenamiento y transmisión de datos, con validaciones y ajustes.
* **Fase 3: Desarrollo e Integración de la Interfaz**
* **Actividad 1**: Diseño del prototipo de la interfaz.
* **Actividad 2**: Desarrollo de la interfaz web o móvil.
* **Actividad 3**: Pruebas de usabilidad y optimización de la interfaz.
* **Actividad 4:** Recopilación de datos obtenidos de las pruebas y del sistema de medición.
* **Actividad 5:** Redacción del manual de prácticas y preparación de materiales adicionales para los estudiantes.
* **Actividad 6:** Integración de todos los sistemas (orientación, adquisición de datos, interfaz).
* **Fase 4: Validación y Entrega Final**
* **Actividad 1**: Integración de todos los sistemas (orientación, adquisición de datos, interfaz).
* **Actividad 2**: Pruebas de campo para validación del banco de medición y ajustes finales.
* **Actividad 3**: Entrega del documento Final para evaluación.
* **Actividad 4:** Sustentación del trabajo de grado.
* **Actividad 5:** Entrega final.

La metodología debe describir el tipo de investigación (exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa), el enfoque (cuantitativa o cualitativa), el método (observación, inductivo, deductivo o análisis), las técnicas (experimentos, encuestas, entre otros) y el procedimiento o fases que se van a emplear para desarrollar adecuadamente los objetivos planteados.

Dependiendo del área disciplinar, esta metodología puede plantearse de diferentes formas. Por ejemplo, para las *Ingenierías* puede incluir el diseño experimental en el que se define el entorno, las condiciones, los materiales, muestreo, cartografía, los tipos de observación y demás actividades necesarias para validar los resultados del proyecto. Para las *Ciencias Socioeconómicas*, la metodología puede describir el método de investigación, la técnica (aplicación de instrumentos de recolección de información), las tecnologías y la definición de la muestra poblacional para aplicar la técnica basada en formulación estadística.

# DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

En esta sección, los estudiantes deben detallar cada una de las etapas realizadas para cumplir con los objetivos del trabajo de grado. Se puede presentar de varias formas, y estas dependen de la orientación del director. Una de las formas posibles es separar el desarrollo por secciones de diseño, como diseño de hardware, diseño de mecanismos, diseño de entornos, diseño de software y otra sección de implementación de las técnicas empleadas para la solución de la problemática. Otra forma es la de basarse en el diseño del experimento que se planteó para resolver el problema, describiendo cada una de las etapas de ese diseño.

En algunos casos, en esta sección se plantea el diseño metodológico de la investigación, en el que se especifica cuál es el tipo de investigación que se realizó y el enfoque; se describe cuál es la población y cuál es la muestra seleccionada, entre otros.

Para el caso de proyectos de emprendimiento, en esta sección, de acuerdo con el Reglamento de Trabajo de Grado, se incluye los siguientes contenidos: en el nivel tecnológico se plantea la formulación del plan de negocios para desarrollar la idea de negocio. El plan debe contener el estudio de mercado, la evaluación técnica, evaluación administrativa, evaluación económica-financiera, evaluación ambiental y posibles fuentes de financiación. El estudiante firma un acuerdo en el que se compromete a continuar con la ejecución del plan de negocios en el nivel universitario o sede los derechos para que el plan sea dispuesto en el banco de proyectos de emprendimiento.

En el nivel universitario se formula el plan de negocios completo, es decir, evidencia que este se ha presentado a una convocatoria para aplicar a la consecución de recursos para el financiamiento del mismo. Cuando la idea no surge del nivel tecnológico sino del nivel universitario, debe desarrollarse la formulación del plan y ejecución del mismo, es decir que en el nivel universitario se tiene como resultado empresa en marcha o participación en convocatoria.

# RESULTADOS

En esta sección se detallan específicamente cuales fueron los resultados obtenidos en la ejecución del trabajo de grado, documentando cada una de las pruebas y tabulando o graficando si es necesario, los datos obtenidos como respuesta a la solución de la problemática. Además de documentar los resultados, se debe realizar un análisis de los mismos planteando cualitativa o cuantitativamente el éxito del trabajo realizado.

# 

# CONCLUSIONES

Las conclusiones deben indicar claramente cuáles fueron los resultados obtenidos durante el desarrollo del trabajo de grado, sin especificar valores numéricos, pero argumentando la razón de los resultados. Deben documentar con el rigor adecuado cuales fueron los problemas que se obtuvieron y cuál fue la solución empleada para superarlo. En las conclusiones no se debe recapitular el trabajo en forma condensada (eso va en la sección Resumen), ni se deben presentar resultados (eso va en la sección Resultados).

Es importante no confundir las conclusiones con el cumplimiento de los objetivos, de manera que una conclusión que diga que “se cumplieron los objetivos” no es adecuada. Tampoco es adecuado expresar ideas de conocimiento general como una conclusión, por ejemplo, “se comprobó que el software X es ideal para resolver problemas como el planteado en este proyecto”.

# 

# RECOMENDACIONES

En esta sección se realizan todos los comentarios pertinentes para la realización de trabajos futuros relacionados con el tema del trabajo de grado, ya sea tomando como base el trabajo presentado para mejorarlo, o aplicando otras estrategias para la solución del mismo. También se pueden realizar recomendaciones requeridas para la apropiación del conocimiento generado con este trabajo de grado, por ejemplo, la implementación de laboratorios acreditados, compra de equipos y software, adecuación de infraestructura, entre otros.

# 

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Es la relación de libros de texto, artículos indexados, revistas académicas y/o científicas, páginas Web y demás medios consultados para la elaboración de la propuesta. Todas las referencias presentadas se deben mencionar en el texto, y se deben documentar cumpliendo la Norma APA (*American Psychological Association*) de edición vigente, para la presentación de referencias.

Se recomienda utilizar un gestor de referencias bibliográficas del procesador de texto en el que se desarrolla el documento, para realizar correctamente la citación cumpliendo la norma APA.

# 

# APÉNDICES

Si aplica, se anexan: formato de encuestas entrevistas, chek list, en general las herramientas o instrumentos utilizados en la investigación. Se enumeran con letras mayúsculas de la A - Z, si la cantidad es mayor se enumeran con números arábigos. Fuente y títulos en Normas APA.

# ANEXOS

La sección de anexos será usada para presentar información que los autores y el director consideren importante, como el caso de: manuales de usuario, hojas de datos, guías de laboratorio, demostraciones matemáticas, diseños esquemáticos, cartografía, entre otros.

Cada Anexo debe estar identificado por una letra (A –Z), la cual será usada para diferenciar las figuras, tablas y ecuaciones que se encuentren en estas secciones.

**Instructivo General[[1]](#footnote-1)**

Apreciado Estudiante: Lea cuidadosamente este instructivo general y elimínelo una vez termine de elaborar el informe final.

Estilo: APA, 6ta edición, como se describe a continuación

Tamaño del papel: Carta (letter) / papel 21.59 cm x 27.94 cm (8 1/2” x 11”).

Márgenes: 2.54 en cada borde. El formato ya está configurado con estos márgenes. Por favor no los modifique.

Sangría: Cinco (5) o 0,5cm desde la pestaña diseño de Word, solo al inicio de cada párrafo y al inicio de las notas al pie de página.

Importante que en todas las páginas quede igual la sangría, para ello se sugiere usar tabulador. No lleva sangría:

• El texto correspondiente al resumen,

• El texto del Abstract

• Las citas en bloque

• Los títulos y encabezados

• Los títulos y notas de tablas

• Los pies de figuras o gráficas, ilustraciones, mapas

Fuente: Arial, tamaño: 12, en todo el documento, desde la portada hasta las referencias bibliográficas y los anexos.

Numeración de páginas

(Paginación): La paginación se inicia desde la portada, en forma consecutiva hasta el final. Se incluye en la esquina superior derecha de la hoja. La plantilla ya está numerada, no la modifique.

Texto: Justificado (APA sugiere alineado a la izquierda, pero se adopta justificado).

Interlineado: 1.5 en párrafos (APA sugiere 2.0, pero se adopta 1.5).

Listas especiales: **Tablas:** La American Psychological Association (p. 130), sugiere cuando sea conveniente diseñar tablas para incluir en el documento, es importante definir y estructurar los datos que los interesados en el tema, requerirán para comprender la explicación.

**Figuras:** “se pueden utilizar muchos tipos de figuras” (Manual de la APA, 2010, p. 153). Los más comunes son: gráficas, diagramas, Mapas. Dibujos y fotografías. Se incluyen, cada figura, en una página separada, al final del documento, después de las tablas o después de las referencias ( <https://apastyle.apa.org/manual/new-7th-edition>)).

Las tablas, imágenes y figuras: Todas elaboradas, bajo APA

Apéndice: Los apéndices son una sección opcional del trabajo en donde se incluye información o documentación que permite complementar y que no se puede incorporar en el cuerpo del trabajo. Esta sección se ubica al final de del manuscrito antes de los anexos.

Anexos: Los anexos serán usados para presentar información que los autores y el director consideren importante, como el caso de: manuales de usuario, hojas de datos, guías de laboratorio, demostraciones matemáticas, diseños esquemáticos, cartografía, entre otros. Esta sección se ubica al final de todo el manuscrito y es allí donde se pueden incorporar materiales de estímulo, tablas y/o figuras (Manual APA 6ª (sexta) edición. Disponible en http://www.apastyle.org/ y https://normasapa.net/tablas-figuras-y-apendices/

Textos escritos en gris: Se sobre escribe sobre éste en color negro la información solicitada, cuando se refirieren al título o datos de la portada o contraportada. Si se trata de una instrucción se elimina y se escribe el contenido que corresponda.

Texto escrito en negro

(en la plantilla): No se modifica. Se dejan como están.

Páginas de Dedicatoria y

Agradecimientos: Son opcionales.

Hoja de Aceptación: Se debe diligenciar completamente por los jurados (evaluadores, directores).

Recomendación: Por favor no modificar el formato de la plantilla y aplicar correctamente la norma APA.

**Referencias**

American Psychological Association. *APA Style*. Recuperado de <http://www.apastyle.org/>.

American Psychological Association (2010). *Manual de Publicaciones* (3a. ed.). México:

Nota: No olvide eliminar este instructivo y entregar solo el informe en la plantilla inicial de este documento

**AYUDAS PARA LA PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO**

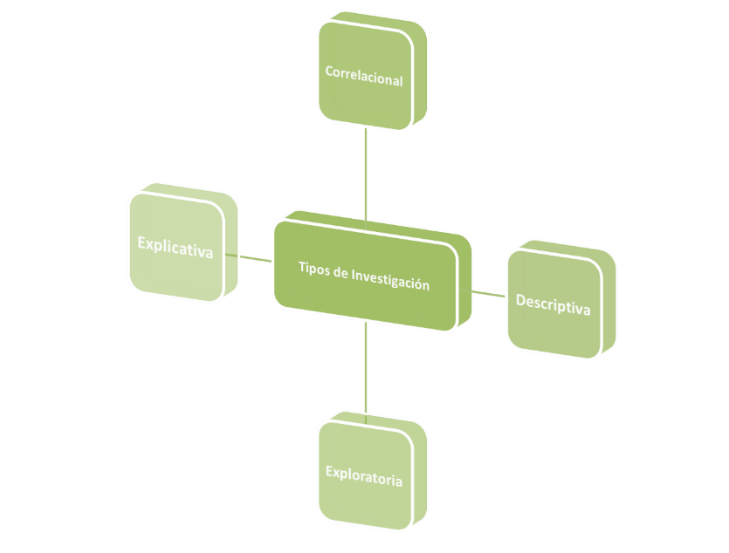
Esta sección del documento es de orientación para la elaboración del documento, **debe eliminarla** cuando genere la versión final. De igual manera, **debe eliminar** todas las instrucciones que contiene esta plantilla, que por lo general las encontrará como texto en color gris.

Recuerde que se debe tener especial cuidado en la redacción del texto del documento, este se debe redactar de manera formal en **tercera persona** y no en primera persona o de manera informal, no se permiten textos como: "nosotros esperamos que", en su lugar se debe usar: “se espera por parte de los autores que…”, igualmente sebe evitar el uso de gerundios, por ejemplo: estudiando el tema, en su lugar: estudiado el tema.

Las tablas, figuras, gráficas, esquemas, entre otros, deben tener nombre y fuente, a continuación, se presenta el ejemplo:

**Ejemplo de imagen**

***Figura 1***. Tipos de Investigación



Fuente: Autor

**Ejemplo de tabla**

Para el texto en el interior de la tabla deberá utilizarse fuente tipo Arial a 10 puntos con interlineado sencillo. Utilice el mismo formato para todas las tablas para dar uniformidad al documento.

***Tabla 1***.

*Descripción de la primera fase del estudio metodológico para construir un software en lenguaje Java*

|  |  |
| --- | --- |
| Tipo | Elementos |
| Actividades | * Actividad 1 * Actividad 2 * Actividad 3 * Actividad 4 |
| Recursos | * Sitio de trabajo   Conexión a internet   * Computador * Programas del computador * Navegador Web * Word * Excel |
| Resultados | Conocimiento y fortalecimiento del paradigma de la programación orientada a objetos, sus características, alcance, técnicas de desarrollo, métodos y funciones entre otros campos vinculados con esta misma. |

Nota: Tabla elaborada por el autor a partir de análisis sobre diseño de software.

1. Información tomada del Manual APA 6ª (sexta) Edición. Para complementar información se recomienda consultar en la página de la organización http://www.apastyle.org/ [↑](#footnote-ref-1)