

**Diseño e implementación de una estación meteorológica con capacidad de interactuar con el personal del campus universitario de la Universidad Tecnológica de Pereira a través de los servicios ofrecidos en la nube.**

**Nombres y apellidos completos del autor**

[Juan Camilo Rodriguez Betancourt](mailto:juan.rodriguez4@utp.edu.co)

Juan Sebastian Correa Fernandez

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad, Departamento (Escuela, etc.)

Pereira, Colombia

2023

**Diseño e implementación de una estación meteorológica con capacidad de interactuar con el personal del campus universitario de la Universidad Tecnológica de Pereira a través de los servicios ofrecidos en la nube.**

**Nombres y apellidos completos del autor**

[Juan Camilo Rodriguez Betancourt](mailto:juan.rodriguez4@utp.edu.co)

Juan Sebastian Correa Fernandez

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

**Indicar el título que se obtendrá. Por ejemplo, Magister en Ingeniería Química**

Director (a):

Título (Ph.D., Doctor, Químico, etc.) y Henry Peñuela

Codirector (a):

Título (Ph.D., Doctor, Químico, etc.) y Diego Collazos

Línea de Investigación:

Automatización y Control

Grupo de Investigación:

MECABOT

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad, Departamento (Escuela, etc.)

Pereira, Colombia

2023

*(Dedicatoria o lema)*

*Su uso es opcional y cada autor podrá determinar la distribución del texto en la página, se sugiere esta presentación. En ella el autor del trabajo dedica su trabajo en forma especial a personas y/o entidades.*

*Por ejemplo:*

*A mis padres*

*o*

*La preocupación por el hombre y su destino siempre debe ser el interés primordial de todo esfuerzo técnico. Nunca olvides esto entre tus diagramas y ecuaciones.*

*Albert Einstein*

**Declaración de obra original**

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

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

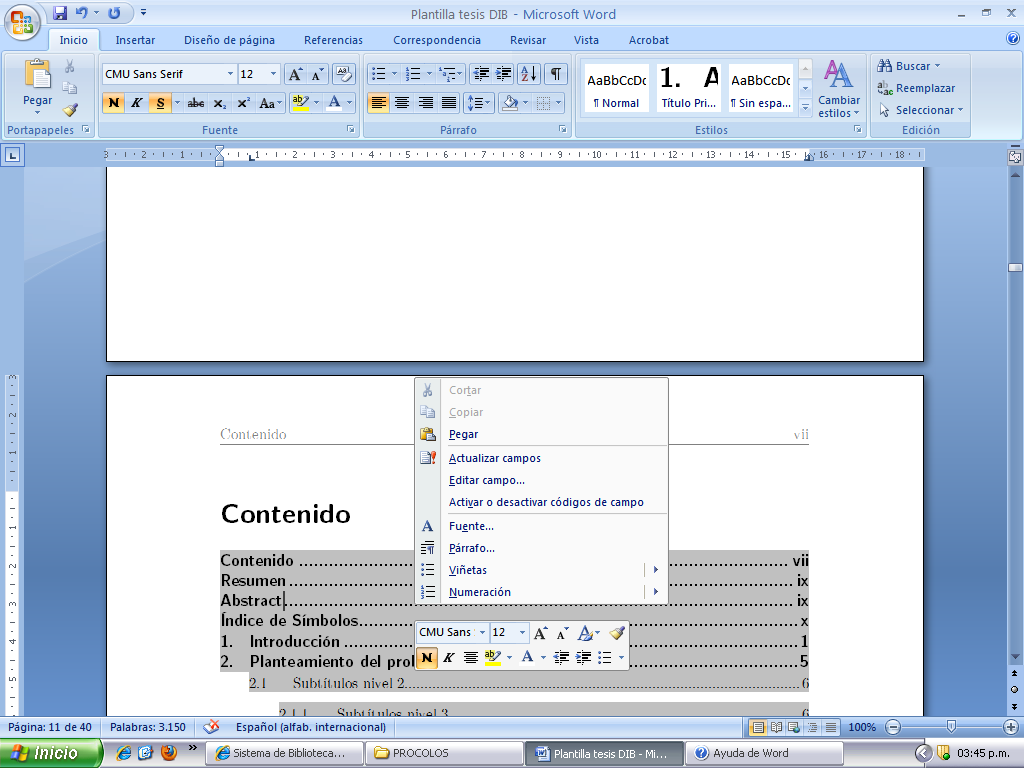
Nombre

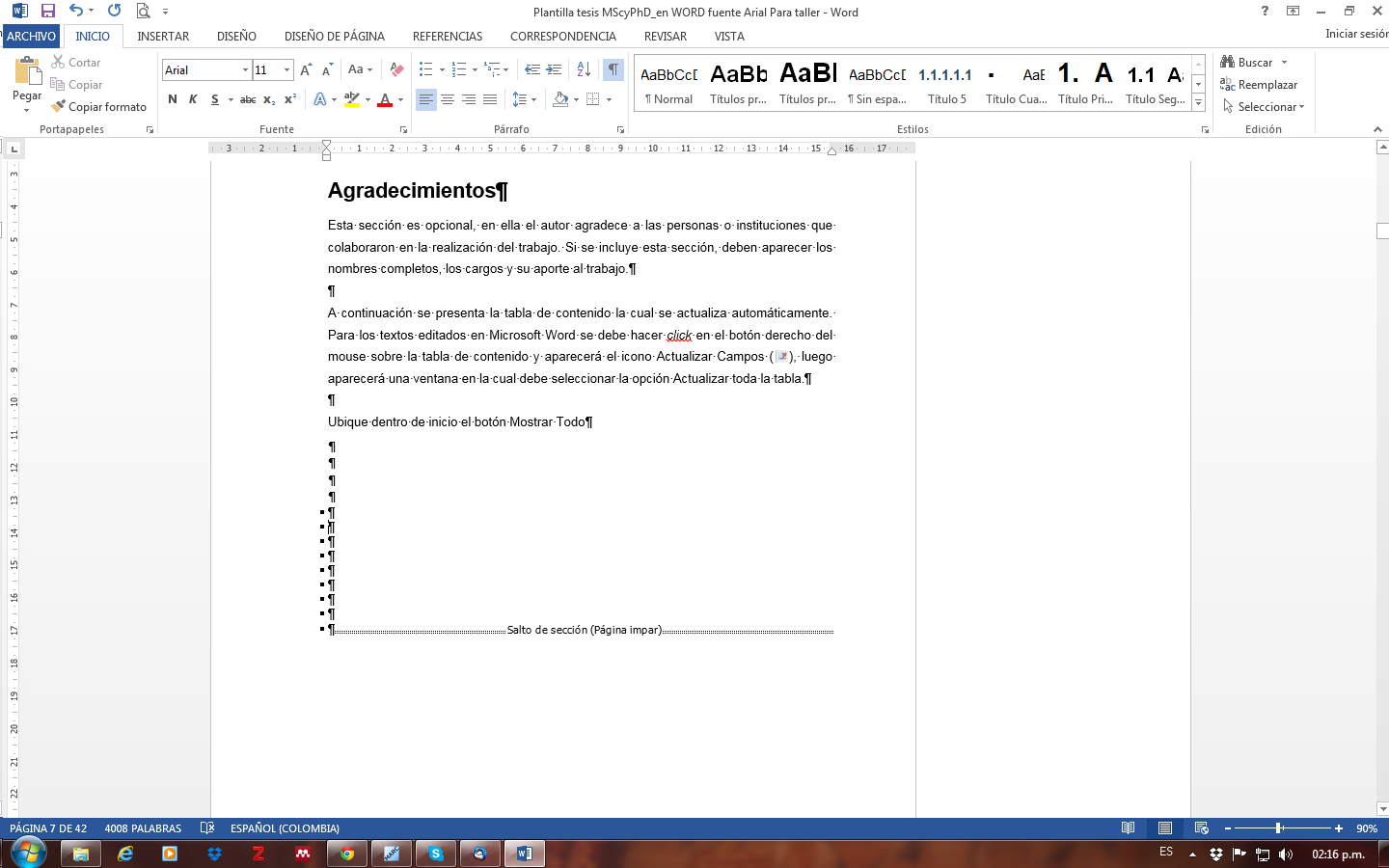
Fecha DD/MM/AAAA

Fecha

**Agradecimientos**

Esta sección es opcional, en ella el autor agradece a las personas o instituciones que colaboraron en la realización del trabajo. Si se incluye esta sección, deben aparecer los nombres completos, los cargos y su aporte al trabajo.

A continuación, se presenta la tabla de contenido la cual se actualiza automáticamente. Para los textos editados en Microsoft Word se debe hacer *click* en el botón derecho del mouse sobre la tabla de contenido y aparecerá el icono Actualizar Campos (), luego aparecerá una ventana en la cual debe seleccionar la opción Actualizar toda la tabla.

Tenga en cuenta al iniciar el diligenciamiento de la plantilla usar la opción del icono Mostrar Todo () Por medio de esta función podrá observar las secciones en que se encuentra construida esta plantilla, es muy importante conservar dichas secciones evitando borrar los saltos de sección. En caso de requerir más instrucciones sobre este tema por favor dirigirse al encargado de la Biblioteca Digital en cada una de las Sedes.

**Resumen**

**Título en español: (Resolución 023 de 2015. Artículo 02)\***

**\*Descripción:** debe incluir en sus preliminares, dentro del mismo pdf, tanto en inglés como en español, el título, el resumen y las palabras clave.

El resumen es una presentación abreviada. Se debe usar una extensión máxima de 250 palabras. Se recomienda que este resumen sea analítico, es decir, que sea completo, con información cuantitativa y cualitativa, generalmente incluyendo los siguientes aspectos: objetivos, diseño, lugar y circunstancias, pacientes (u objetivo del estudio), intervención, mediciones y principales resultados, y conclusiones. Al final del resumen se deben usar palabras claves tomadas del texto, las cuales permiten la recuperación de la información.

**Palabras clave: (Mínimo 3 y máximo 7 palabras, preferiblemente use lenguaje técnico-científico).**

**Abstract**

**Título en inglés: (Resolución 023 de 2015. Artículo 02)\***

**\*Descripción:** debe incluir en sus preliminares, dentro del mismo pdf, tanto en ingles como en español, el título, el resumen y las palabras clave.

**Keywords: (Mínimo 3 y máximo 7 palabras, preferiblemente use lenguaje técnico-científico).**

**Contenido**

**Pág.**

[**Resumen IX**](#_heading=h.1fob9te)

[**Lista de figuras XII**](#_heading=h.1t3h5sf)

[**Lista de tablas XIII**](#_heading=h.4d34og8)

[**Lista de Símbolos y abreviaturas XIV**](#_heading=h.2s8eyo1)

[**Introducción 1**](#_heading=h.3rdcrjn)

[**1.**](#_heading=h.lnxbz9) 24

[1.1](#_heading=h.35nkun2) 32

[1.1.1](#_heading=h.1ksv4uv) **¡Error! Marcador no definido.**

[**2.**](#_heading=h.2jxsxqh) 33

[2.1](#_heading=h.z337ya) **¡Error! Marcador no definido.**

[2.2](#_heading=h.3j2qqm3) **¡Error! Marcador no definido.**

[2.3](#_heading=h.2xcytpi) **¡Error! Marcador no definido.**

[2.3.1](#_heading=h.2bn6wsx) **¡Error! Marcador no definido.**

[▪](#_heading=h.qsh70q) **¡Error! Marcador no definido.**

[**3.**](#_heading=h.49x2ik5) 34

[**4.**](#_heading=h.2p2csry) 35

[**5.**](#_heading=h.147n2zr) 36

[5.1](#_heading=h.3o7alnk) 36

[5.2](#_heading=h.23ckvvd) 36

[**A.**](#_heading=h.32hioqz) 37

[**B.**](#_heading=h.41mghml) 38

[**Bibliografía 19**](#_heading=h.vx1227)

**Lista de figuras**

**Pág.**

[**Figura 2-1:**](#_heading=h.4i7ojhp) **¡Error! Marcador no definido.**

Nota: Si es requerido, se pueden incluir lista de ilustraciones, graficas, diagramas, dibujos o fotografías. Tenga presente que estas lista deben ser generadas de forma automatizada utilizando las opciones que proporciona el software de procesamiento de texto.

**Lista de tablas**

**Pág.**

[**Tabla 2-1**:](#_heading=h.3whwml4) **¡Error! Marcador no definido.**

Nota: Si es requerido, se puede incluir la lista de cuadros, en caso que se utilicen en el desarrollo de la tesis o trabajo de investigación. Tenga presente que estas lista deben ser generadas de forma automatizada utilizando las opciones que proporciona el software de procesamiento de texto.

**Lista de Símbolos y abreviaturas**

Esta sección es opcional, dado que existen disciplinas que no manejan símbolos y/o abreviaturas. Se incluyen símbolos generales (con letras latinas y griegas), subíndices, superíndices y abreviaturas (incluir sólo las clases de símbolos que se utilicen). Cada una de estas listas debe estar ubicada en orden alfabético de acuerdo con la primera letra del símbolo (en esta plantilla, el título del tipo de símbolo está en letra Arial de 14 puntos y en negrilla). Para escribir la definición en las tablas, se puede usar la herramienta de referencia cruzada (para textos editados en Microsoft Word). A continuación, se presentan algunos ejemplos.

**Símbolos con letras latinas**

| **Símbolo** | **Término** | **Unidad SI** | **Definición** |
| --- | --- | --- | --- |
| *A* | Área | m2 |  |
| *ABET* | Área interna del sólido |  | ver DIN ISO 9277 |
| *Ag* | Área transversal de la fase gaseosa | m2 | Ec. 3.2 |
| *As* | Área transversal de la carga a granel | m2 | Ec. 3.6 |
| *a* | Coeficiente | 1 | Tabla 3-1 |

**Símbolos con letras griegas**

| **Símbolo** | **Término** | **Unidad SI** | **Definición** |
| --- | --- | --- | --- |
| *αΒΕΤ* | Factor de superficie |  | (*w*F,waf)(*A*BET) |
| *βι* | Grado de formación del componente i | 1 |  |
| *γ* | Wandhafreibwinkel (Stahlblech) | 1 | Sección 3.2 |
| ε | Porosidad de la partícula | 1 |  |
| *η* | mittlere Bettneigunswinkel (Stürzen) | 1 | Figura 3-1 |

**Subíndices**

| **Subíndice** | **Término** |
| --- | --- |
| bm | Materia orgánica |
| DR | Dubinin-Radushkevich |
| E | Experimental |

**Superíndices**

| **Superíndice** | **Término** |
| --- | --- |
| n | Exponente, potencia |

**Abreviaturas**

| **Abreviatura** | **Término** |
| --- | --- |
| 1.*LT* | Primera ley de la termodinámica |
| *DF* | Dimension fundamental |
| *RFF* | Racimos de fruta fresca |

**Introducción**

En la introducción, el autor presenta y señala la importancia, el origen (los antecedentes teóricos y prácticos), los objetivos, los alcances, las limitaciones, la metodología empleada, el significado que el estudio tiene en el avance del campo respectivo y su aplicación en el área investigada. No debe confundirse con el resumen y se recomienda que la introducción tenga una extensión de mínimo 2 páginas y máximo de 4 páginas.

La presente plantilla maneja la fuente Arial para el texto de los párrafos y para los títulos y subtítulos. Sin embargo, es posible sugerir otras fuentes tales como Garomond, Calibri, Cambria o Times New Roman, que, por claridad y forma, son adecuadas para la edición de textos académicos.

Esta sección se encabeza con la palabra introducción, escrita con minúscula (en la primera línea), con un espaciado anterior de 100 puntos y posterior de 24 puntos, interlineado sencillo y en letra negrilla de 20 puntos (en este caso se usa Arial).

La presente plantilla tiene en cuenta aspectos importantes de la Norma Técnica Colombiana - NTC 1486 y el Manual de publicaciones de la APA, con el fin que sean usadas para la presentación final de las tesis de maestría, doctorado y especializaciones y especialidades en el área de la salud, desarrolladas en la Universidad Nacional de Colombia.

Las márgenes deben ser de 2,54 centímetros (1 pulgada) en la parte superior, inferior y exterior y de 3,6 centímetros en la margen interna (a partir de márgenes simétricos). La plantilla está diseñada para imprimir por lado y lado en hojas tamaño carta. Se sugiere que los encabezados cambien según la sección del documento (para lo cual esta plantilla está construida por secciones). El número de página se ubica en la parte superior derecha en las páginas impares y en la superior izquierda en las páginas pares (en letra Arial de 11 puntos, de acuerdo al formato presentado en esta plantilla). El título de cada capítulo debe estar numerado y comenzar en una hoja independiente (página impar) y con el mismo formato del título Introducción (escrita con minúscula, en la primera línea, con un espaciado anterior de 100 puntos y posterior de 24 puntos e interlineado sencillo y en letra de 20 puntos y negrilla; en este caso se usa Arial). El texto debe llegar hasta la margen inferior establecida. Se debe evitar títulos o subtítulos solos al final de la página o renglones sueltos.

Si se requiere ampliar la información sobre normas adicionales para la escritura se puede consultar la Norma Técnica Colombiana - NTC 1486 y el Manual de Publicaciones de la *American Psychological Association.*

La tesis o trabajo de investigación se debe escribir con interlineado a 1.5 líneas y después de punto aparte se dejan dos interlíneas (dos veces la tecla Enter). La redacción debe ser impersonal y genérica. La numeración de las hojas sugiere que las páginas preliminares se realicen en números romanos en mayúscula y las demás en números arábigos, en forma consecutiva a partir de la introducción que comenzará con el número 1. La cubierta y la portada no se numeran, pero si se cuentan como páginas.

El tamaño de letra sugerido y teniendo en cuenta la familia fuente Arial de 11 puntos para el texto de estilo “Párrafo”, Arial para los títulos, de 20 puntos (estilo “Título Primer nivel”) y de 16 y 14 para los subtítulos (estilos “Título segundo nivel” y “Título tercer nivel”, respectivamente).

Para trabajos muy extensos se recomienda publicar más de un volumen. Se debe tener en cuenta que algunas facultades tienen reglamentada la extensión máxima de las tesis o trabajos de investigación; en caso que no sea así, se sugiere que el documento no supere 120 páginas.

No se debe utilizar numeración compuesta como 13A, 14B ó 17 bis, entre otros, que indican superposición de texto en el documento. Para resaltar, puede usarse letra cursiva o negrilla. Los términos de otras lenguas que aparezcan dentro del texto se escriben en cursiva.

**Planteamiento del problema:**

**—------------------------------------------**

* **Problema central:** Falta de sistemas de monitoreo meteorológico que permitan la implementación de los conocimientos abordados por la línea de instrumentación física que incluya inteligencia artificial con analítica de datos e IoT para el control de variables y soporte a la toma de decisiones.

% oración con motivaciones e introducción a los sistemas de monitoreo meteorológicos.

La meteorología es una ciencia que se encarga de estudiar la atmósfera y sus fenómenos (National Geographic Society, n.d.). La comprensión de los patrones climáticos y la capacidad de anticipar eventos extremos se han convertido en desafíos globales que requieren una cooperación internacional y un enfoque interdisciplinario (The Editors of Encyclopaedia Britannica, 2023). En este sentido, los sistemas de monitoreo meteorológico basados en Internet de las cosas (IoT) se han convertido en una herramienta fundamental para la recolección de datos meteorológicos en tiempo real y desde cualquier lugar del mundo. Estos sistemas, que han revolucionado la forma en que se recopilan y analizan los datos meteorológicos, son particularmente valiosos en la comprensión y predicción de microclimas, ofreciendo beneficios significativos en diversas industrias como la agricultura, la aviación y la manufactura (WebbyLab, 2023; Benchmark Labs, 2022).

Los desarrollos en mención permiten la recolección de datos meteorológicos de manera continua y a largo plazo, lo que resulta fundamental para la toma de decisiones de gran impacto en áreas como la agricultura, la gestión del agua, la energía y la prevención de desastres naturales.

A nivel internacional, existe un auge en el desarrollo de sistemas diseñados desde el sector empresarial que emplean tecnologías IoT. Según las tendencias y proyecciones actuales, para el año 2025, se espera que el número de dispositivos conectados basados en estas tecnologías experimente un crecimiento significativo, con estimaciones que varían desde más de 21 mil millones según Norton, hasta alrededor de 75.4 mil millones según IHS Inc. (IoT Analytics, 2023; Norton, 2019; ACHR News, 2016). Este panorama evidencia la necesidad de integrar y adoptar estas tecnologías en la formación académica en la educación superior, preparando a los futuros profesionales para un entorno altamente conectado y tecnológico.

Términos como Inteligencia artificial, machine learning, IoT, Data Science son comunmente utilizados con gran frecuencia en el desarrollo tecnológico moderno, sin embargo, el abordar cada una de estas temáticas requiere una buena ingesta de datos, y es aquí principalmente donde yace el problema, pues esto implica un desarrollo que permita la adquisición, filtrado y almacenamiento de los datos. En la formación superior, se necesita una comprensión sólida de las matemáticas y la estadística para implementar la analítica de datos. Además, se requiere una comprensión sólida de las herramientas y técnicas de análisis de datos, como el aprendizaje automático y la minería de datos. Todo esto solo será posible si entendemos la importancia de poder adquirir, filtrar y almacenar la información que estamos estudiando.

De esta forma pensar en el diseño e implementación de una estación meteorológica con capacidad de proveer una ingesta de datos para potenciar estudios en las disciplinas relacionadas con la analtica de datos se vuelve una solucion que permite la manipulación de datos reales en un espacio o campus universitario.

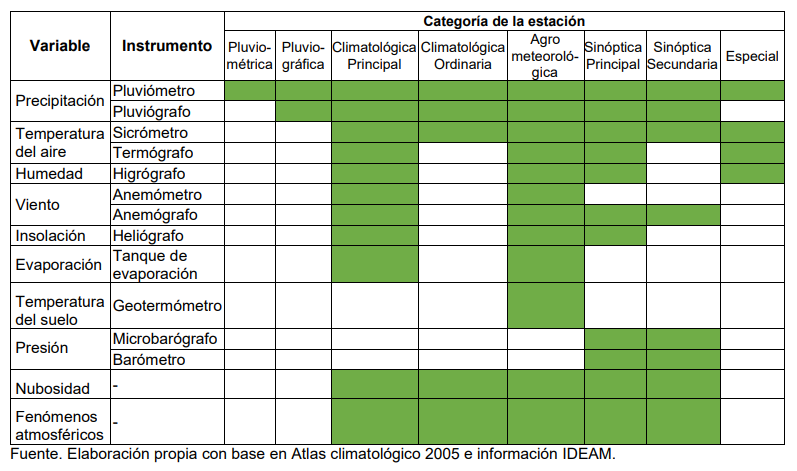
% directrices del IDEAM

A nivel nacional, el Instituto de Estudios Ambientales (IDEAM) posee una distribución de áreas operativas que reflejan una lista de variables recurrentes en las 11 estaciones distribuidas a lo largo de los diferentes departamentos de Colombia, según se documenta en el 'Catálogo de Estaciones IDEAM' (Datos Abiertos Colombia, 2023).

Dentro de las variables trabajadas lo descrito anteriormente tenemos:

* Temperatura
* Humedad relativa del Aire
* Precipitación
* Viento en superficie
* Evaporación
* Insolación

Además de clasificar las estaciones por categorías acorde a la capacidad de información brindada:



No obstante, las estaciones descritas por el IDEAM presentan algunas restricciones relacionadas con la personalización de los dispositivos de censado según la necesidad específica de la comunidad o población. Particularmente, existen muchos prototipos de estaciones meteorológicas en el mercado, no obstante, estos no se ajustan a la necesidad de una población específica, además de no contener todo el espectro de variables meteorológicas a considerar por la guía del IDEAM. Otra de los problemas de estos prototipos prediseñados es el tener un sistema integrado cerrado, el cual no permite ampliar las variables de estudio ni el campo de acción (National Research Council, 2012). En lo que refiere al monitoreo e implementación de tecnologías basadas en IoT, no se consiguen modelos de estaciones con estas bondades a un costo razonable, lo que dificulta su adquisición. Los errores en las observaciones meteorológicas pueden deteriorar la calidad y fiabilidad de los productos basados en estos datos, resaltando la necesidad de controles de calidad adaptativos y dinámicos (Toreti et al., 2022). Además, es fundamental considerar las necesidades y preocupaciones específicas de las comunidades en el diseño e implementación de soluciones adaptativas, como demuestra el estudio de Harrison et al. (2022).

% problema especifico de la línea de instrumentación fisica (la escases de sistemas de instrumentación que simulen un entorno real de medición de variables)

En el ámbito académico, las instituciones de orden superior en su mayoría no cuentan con sistemas de instrumentación que simulen un entorno real de medición de variables meteorológicas. En este sentido, una de las alternativas para mejorar lo que se ofrece en el mercado actual es crear una solución abierta con instrumentación y adecuación de sensores propia, la cual nos brinde la posibilidad de implementar tecnologías en tendencia, además de la adquisición y manipulación de los datos adquiridos. Esta necesidad de adaptación y mejora en los sistemas de medición meteorológica es un desafío reconocido a nivel internacional, donde la colaboración entre las instituciones académicas y los organismos meteorológicos es fundamental para avanzar en la ciencia y habilidad de la predicción del tiempo y el clima, como se observa en iniciativas como la expansión de la asociación académica del Met Office para abordar los desafíos del clima de alto impacto (Meteorological Technology International, 2022)

% problemas de la IA y analitica para control de variables (considerar factores internos y externos de inclusión de fallas o ruido)

A nivel técnico, estas alternativas presentan algunos problemas que se podrían considerar al desarrollar un sistema de con IA y analítica para el control de variables relacionados con la selección de los sensores adecuados para garantizar la precisión y la calidad de los datos, la selección de los algoritmos adecuados y la interpretación de los resultados. Además, es importante considerar los factores internos y externos que pueden afectar el rendimiento del sistema, como las fallas o bloqueos del sistema por el ruido blanco gaussiano. Los desarrollos recientes en el aprendizaje automático, tanto dentro como fuera de la predicción meteorológica, están transformando la forma en que se producen los pronósticos basados en datos, como se observa en iniciativas como las del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (ECMWF), que exploran el uso de modelos de aprendizaje automático para producir pronósticos de conjunto, mostrando un avance prometedor para la ciencia (ECMWF, 2023). Asimismo, el uso de IA y análisis de datos para la gestión de datos climáticos puede mejorar nuestra comprensión del clima de la Tierra y desarrollar estrategias más efectivas para abordar los desafíos planteados por el cambio climático (Frontiers in Environmental Science, 2023)

% problema de montar en la nube (acceso a conectividad, problema de la conectividad del país)

Un aspecto crucial a considerar en sistemas basados en tecnología IoT, como las estaciones meteorológicas, es su dependencia de una conectividad constante para la transmisión eficiente de datos. Esta necesidad puede representar un desafío significativo, especialmente en ubicaciones donde la disponibilidad de conectividad es limitada o inexistente. Por lo tanto, es esencial evaluar y planificar cuidadosamente la infraestructura de red en el lugar de instalación de la estación para garantizar una recolección y envío de datos ininterrumpidos y fiables.

Basados en las anteriores afirmaciones se puede concluir que es necesario desarrollar un sistemas de monitoreo meteorológico (Estación meteorológica) para la aplicación de las diferentes metodología de ciencia de datos e IoT como respuesta la problemática planteada, específicamente, en el fortalecimiento de las capacidades prácticas de los estudiantes de la Maestría o línea de instrumentación física.

* **Hipótesis:** Es posible mediante el uso de técnicas de analíticas de datos e IoT diseñar e implementar una estación capaz de adquirir, calcular y medir cantidades meteorológicas para ser procesadas y monitoreadas en la nube, que sirvan de insumo para las actividades académicas relacionadas con la ciencia de datos.

**Objetivo General**

Desarrollar un sistema de adquisición y procesamiento de variables meteorológicas que permita el análisis de los diferentes fenómenos a partir de la implementación de tecnologías basadas en internet de las cosas, inteligencia artificial y analítica de datos.

**Objetivos Específicos**

* Llevar a cabo un estudio de las necesidades del campus universitario para determinar las variables que se quieren medir y dependiendo de ello diseñar el sistema electrónico.
* Implementar y ensamblar la estación meteorológica y el sistema electrónico.
* Realizar un análisis metrológico de los datos entregados por la estación.
* Desarrollar una aplicación para el monitoreo y control de las variables adquiridas, calculadas y manipuladas en la estación.

**Metodología de la investigación.**

La investigación propuesta será de tipo mixta, combinando elementos cuantitativos y cualitativos para abordar de manera integral la problemática planteada y los objetivos propuestos.

**Enfoque.**

Se utilizará un enfoque predominantemente cuantitativo para diseñar y desarrollar la estación meteorológica con capacidad de adquisición y procesamiento de variables meteorológicas. Además, se aplicará un enfoque cualitativo para comprender la percepción y experiencia de los usuarios con respecto a la implementación de la estación meteorológica en el campus universitario.

**Población y Muestra.**

La población objetivo será la comunidad universitaria del campus donde se implementará la estación meteorológica. La muestra se seleccionará mediante un muestreo intencional que incluya estudiantes, profesores y personal administrativo, con el objetivo de obtener una representación diversa de perspectivas.

**Instrumentos y Técnicas**

* **Cuantitativo:**

Se utilizarán encuestas estructuradas para obtener información cuantitativa sobre las necesidades del campus en términos de variables meteorológicas a medir y el diseño del sistema electrónico de la estación.

* **Cualitativo:**

Se realizarán entrevistas en profundidad con un subconjunto de la muestra para comprender sus expectativas, percepciones y posibles preocupaciones relacionadas con la implementación de la estación meteorológica.

Se llevarán a cabo análisis de contenido de documentos institucionales y materiales relacionados con la meteorología en el contexto universitario.

Procedimiento.

**Recopilación de Información Preliminar:**

* Revisión de literatura para obtener información sobre las variables meteorológicas relevantes y las tecnologías IoT aplicables.
* Análisis de las necesidades del campus universitario en términos de variables a medir y alcance de la implementación.

**Diseño y Desarrollo de la Estación Meteorológica**:

* Diseño del sistema electrónico de la estación basado en las necesidades identificadas.
* Selección de sensores adecuados para la medición de variables.

**Recolección de Datos Cuantitativos:**

* Aplicación de encuestas estructuradas a miembros de la comunidad universitaria.
* Registro de las variables y datos meteorológicos obtenidos de la estación.

**Recolección de Datos Cualitativos:**

* Realización de entrevistas en profundidad con participantes seleccionados.
* Análisis de contenido de documentos relevantes.

**Análisis de Datos:**

* Análisis estadístico de los datos cuantitativos obtenidos de las encuestas.
* Análisis de contenido de las entrevistas y documentos cualitativos.

**Interpretación y Conclusiones:**

* Integración de los hallazgos cuantitativos y cualitativos para comprender las necesidades y perspectivas de la comunidad universitaria.
* Extracción de conclusiones sobre la viabilidad y utilidad de la implementación de la estación meteorológica.

**Consideraciones Éticas**

Se obtendrá el consentimiento informado de los participantes antes de la recolección de datos. Se garantizará la confidencialidad y anonimato de los participantes en todos los informes y resultados.

# Capitulo 1: Evaluación de necesidades y diseño del sistema

* 1. **Introducción**

En la era digital, las estaciones meteorológicas han adquirido una relevancia crítica en el estudio del clima y fenómenos atmosféricos. Su función es indispensable para entender los patrones climáticos y responder a eventos meteorológicos extremos (National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA], 2021). La precisión y actualización constante de los datos climáticos son esenciales para la investigación científica, la predicción meteorológica y la gestión de desastres naturales.

La integración de tecnologías avanzadas, como el Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial (IA), ha transformado las estaciones meteorológicas, mejorando la exactitud y fiabilidad de las mediciones (World Meteorological Organization [WMO], 2022). Además, estas estaciones proporcionan oportunidades educativas significativas, permitiendo a estudiantes y académicos realizar investigaciones prácticas y aplicar teorías en un contexto real. En este sentido, instituciones como la Universidad de Rutgers han demostrado cómo las estaciones meteorológicas pueden enriquecer la experiencia educativa (Rutgers University, 2020).

No obstante, las estaciones meteorológicas enfrentan retos significativos, incluyendo la necesidad de conectividad ininterrumpida y adaptabilidad a condiciones ambientales diversas. Los avances en IoT y IA están abriendo nuevas posibilidades para superar estos desafíos, optimizando la recolección y análisis de datos meteorológicos (International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021).

Adicionalmente, las estaciones meteorológicas generan grandes volúmenes de datos, presentando desafíos en términos de precisión, almacenamiento, sincronización y seguridad. Abordar estos desafíos es crucial para asegurar la integridad y utilidad de los datos (American Meteorological Society, 2019).

Este capítulo se enfoca en evaluar las necesidades actuales y diseñar sistemas eficientes para estaciones meteorológicas, contemplando los avances tecnológicos y los desafíos inherentes a su operación.

* 1. **Antecedentes y Evolución de las Estaciones Meteorológicas en la Educación Superior**
     1. **Avances en Monitoreo Meteorológico Mediante IoT**

El monitoreo meteorológico ha experimentado una transformación significativa con la integración de la tecnología IoT. Un estudio reciente de Amirul Syahir y colaboradores (2023) ilustra esta evolución. Este proyecto se enfoca en la medición de variables climáticas clave, tales como la intensidad de la lluvia por hora, la temperatura, la humedad y la velocidad del viento. Utilizando sensores especializados como el BME 280, un anemómetro, y un pluviómetro de cubeta basculante, el sistema propuesto por Syahir et al. demuestra la eficiencia y precisión que la tecnología IoT puede aportar al monitoreo meteorológico. Además, la implementación de un sistema de alimentación solar para el NodeMCU ESP8266 resalta la sostenibilidad y autonomía de estas soluciones tecnológicas.

"Como se observa en el estudio de Syahir et al. (2023), la tecnología IoT en el monitoreo meteorológico mejora significativamente la precisión de los datos recopilados."

* + 1. **Importancia de la Colaboración en la Investigación Meteorológica en Universidades**

La relevancia de las estaciones meteorológicas en las instituciones académicas se ha destacado en una entrevista reciente con Antonio Busalacchi, presidente de la University Corporation for Atmospheric Research (UCAR). Busalacchi subraya la necesidad de colaboraciones productivas entre el sector público, privado y las comunidades académicas y de investigación para avanzar en la predicción meteorológica. La integración de esfuerzos y conocimientos es fundamental para mejorar la comprensión y predicción de eventos meteorológicos de alto impacto, como huracanes y tormentas. Estas colaboraciones son esenciales para el avance de la ciencia atmosférica y el desarrollo de tecnologías predictivas más precisas.

“Como destaca Busalacchi (2023), la sinergia entre diferentes sectores y la comunidad académica es crucial para el progreso en la investigación y predicción meteorológica, lo que subraya la importancia de contar con instalaciones como estaciones meteorológicas en las universidades.”

* + 1. **Impacto del Clima en la Vida Universitaria: Caso de Johns Hopkins University**

La influencia del clima en la vida universitaria se extiende más allá de las predicciones meteorológicas y tiene un impacto directo en la vida académica y las actividades en el campus, como se observa en el caso de Johns Hopkins University. Según un artículo reciente, el clima no solo afecta el calendario académico, sino también la disponibilidad de actividades al aire libre y en interiores para los estudiantes. Además, se sugiere que el clima puede influir en el estado de ánimo, la motivación y el rendimiento cognitivo, todos ellos factores críticos para el éxito académico. En tiempos de cambio climático, este entendimiento es crucial para adaptar la infraestructura universitaria y las operaciones a las nuevas condiciones climáticas.

“Como se discute en el artículo sobre Johns Hopkins University, el clima afecta varios aspectos de la vida universitaria, desde actividades estudiantiles hasta el rendimiento académico, subrayando la importancia de comprender y adaptarse a estos impactos (Autor del artículo, 2023).”

* 1. **Barreras para la implementación de estaciones meteorológicas en ambientes académicos**
     1. **Factores económicos**

Uno de los obstáculos más significativos para la implementación de estaciones meteorológicas en instituciones educativas superiores es el aspecto económico. La adquisición e instalación de equipos de alta calidad y tecnológicamente avanzados representan una inversión considerable. Según Johnson y Miller (2019) en el "Journal of Environmental Science and Technology", el costo inicial de establecer una estación meteorológica totalmente equipada puede exceder los $20,000 USD, un gasto no siempre viable para muchas universidades, especialmente aquellas con presupuestos más limitados.

* + 1. **Falta de Conocimiento o Interés**

Otra barrera significativa es la falta de conocimiento o interés en la meteorología y sus aplicaciones prácticas. En un estudio realizado por la Universidad de Cambridge (2020), se descubrió que muchas instituciones no consideran la meteorología como una disciplina prioritaria, lo que lleva a una menor inversión en recursos relacionados. Este desinterés puede atribuirse a la percepción de que la meteorología no está directamente relacionada con los programas académicos más populares o lucrativos.

%Impacto de la Ausencia de Estaciones Meteorológicas en la Educación Superior

* + 1. **Brecha en la Experiencia Educativa**

La ausencia de estaciones meteorológicas en los campus universitarios puede crear una brecha significativa en la experiencia educativa de los estudiantes. Thompson y Roberts (2021) en su artículo "Innovations in Science Education" argumentan que la falta de acceso directo a datos meteorológicos reales y locales impide que los estudiantes de ciencias experimenten de manera práctica la recolección y análisis de datos. Esto puede resultar en una comprensión teórica limitada y una falta de habilidades prácticas.

* + 1. **Conectividad**

La conectividad a internet en áreas remotas representa una barrera significativa para la implementación de estaciones meteorológicas con un enfoque IoT. Alternativas como módems celulares pueden ser una solución en áreas con cobertura, no obstante, en zonas sin acceso a redes celulares, se requieren módems satelitales y todo esto representa un incremento en los costos de la implementación. A pesar de los avances en la tecnología IoT satelital, que han reducido los costos y aumentado la viabilidad, persisten desafíos como la limitada frecuencia de transmisión de datos, lo cual puede ser un obstáculo para aplicaciones que necesitan transmisiones en tiempo real o de alta frecuencia. Este aspecto subraya la importancia de considerar la accesibilidad y capacidad de las tecnologías de conectividad al diseñar e implementar sistemas de monitoreo meteorológico con IoT.

* 1. **Limitaciones en la Investigación**

Además, la falta de estaciones meteorológicas limita las oportunidades de investigación en las universidades. Según una publicación de la American Meteorological Society (2018), la disponibilidad de datos locales y específicos es crucial para la investigación meteorológica y climatológica. Sin estas instalaciones, las instituciones educativas pueden quedarse atrás en contribuciones significativas a la investigación climática.

* 1. **Conclusión**

La implementación de estaciones meteorológicas en instituciones educativas superiores enfrenta desafíos significativos, principalmente económicos y de interés. Esta falta de implementación tiene un impacto directo en la calidad de la educación y las oportunidades de investigación disponibles para los estudiantes y el personal académico. Es esencial abordar estas barreras para mejorar la educación en ciencias atmosféricas y fomentar una investigación climática más sólida y localizada.

* 1. **Metodología de diseño**

Para analizar las necesidades del campus universitario, implementaremos una metodología basada en casos de uso. Esta aproximación es esencial ya que el prototipo que se diseñará no estará enfocado en una sola institución educativa superior. En consecuencia, realizaremos un análisis detallado para identificar las necesidades comunes en estas instituciones. Posteriormente, basándonos en los resultados obtenidos, desarrollaremos un diseño que aborde eficazmente estas necesidades recurrentes. Este enfoque garantizará que el sistema sea adaptable y relevante para una amplia gama de contextos educativos superiores.

* + 1. **Análisis de Requisitos**:

A continuación, se mostrarán algunos casos de uso sobre implementación de estaciones meteorológicas implementadas en instituciones educativas de nivel superior.

En 2014, la Universidad de Zilina implementó una estación meteorológica equipada con el Meteo-Multisensor FMA-510. Este dispositivo mide diversos parámetros como temperatura, humedad relativa del aire, presión atmosférica, y velocidad y dirección del viento. Además, la estación incluye dos piranómetros para la medición de la irradiación de onda corta. La recopilación de datos se realiza de manera inalámbrica mediante Bluetooth, y estos datos han sido utilizados para análisis climáticos y comparaciones con datos de institutos meteorológicos nacionales.

Hudec, O., & Halenár, I. (2021). Outdoor Climate Change Analysis in University Campus: Case Study with Heat-Air-Moisture Simulation. ResearchGate. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/347843723\_Outdoor\_Climate\_Change\_Analysis\_in\_University\_Campus\_Case\_Study\_with\_Heat-Air-Moisture\_Simulation

La estación meteorológica de la Universidad Estatal de Arizona (ASU), operada por el Centro para Emisiones Negativas de Carbono, está equipada con varios sensores y componentes. Estos dispositivos monitorean y miden una variedad de condiciones climáticas incluyendo temperatura, humedad, presión del aire, velocidad y dirección del viento, e intensidad de la luz. La información recopilada se utiliza no solo para investigaciones relacionadas con el clima y el medio ambiente, sino también para estudiar las correlaciones entre las condiciones climáticas y la eficiencia de los dispositivos de captura de aire en su laboratorio.

“ASU News. (2017, Enero 13). ASU website provides precise snapshot of local weather, available to the public. Recuperado de https://news.asu.edu/20170113-discoveries-asu-engineering-website-provides-precise-snapshot-local-weather”

La Universidad de Stony Brook opera varias estaciones meteorológicas que proporcionan datos en tiempo real sobre las condiciones climáticas. Estas estaciones, ubicadas en diferentes puntos del campus y sus alrededores, incluyen la estación del Lote 40 (South P), la estación marina de Southampton y el Centro de Ciencias de la Salud. Equipadas con dispositivos como Davis Vantage Vue y Weatherlink IP, estas estaciones miden variables como temperatura, velocidad del viento y humedad. Los datos recopilados son utilizados para fines educativos y en proyectos de investigación de estudiantes.

School of Marine and Atmospheric Sciences at Stony Brook University. (Fecha no especificada). Weather Stations. Recuperado de https://you.stonybrook.edu/somas/about/facilities/weather-stations/

En la Universidad de Stanford, el Hopkins Marine Station ha estado monitoreando el clima durante varios años, y los datos detallados de este proyecto de monitoreo meteorológico están ahora disponibles en línea. Las estaciones meteorológicas de la universidad, ubicadas en West Beach y Bird Rock, miden la velocidad y dirección del viento, temperatura, irradiación solar y humedad. Los datos se recogen y actualizan cada diez minutos, todos los días de la semana, y se almacenan anualmente en el Repositorio Digital de Stanford. Esta información es utilizada tanto para fines académicos como para investigaciones más serias.

“Hodge, A. (Fecha no especificada). Get Wind of this Weather Data. Research from Stanford University - Spotlight at Stanford. Recuperado de <https://exhibits.stanford.edu/data/feature/get-wind-of-this-weather-data>”

En el Valle del Cauca, Colombia, se llevó a cabo un estudio utilizando datos de las estaciones meteorológicas del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña). Estas estaciones recopilaban datos climáticos como la precipitación diaria, las temperaturas máximas y mínimas, y la temperatura diaria. Los datos recogidos entre 2010 y 2017 fueron utilizados para modelos de investigación relacionados con la dinámica de poblaciones de plagas en cultivos de caña de azúcar. Este enfoque demuestra cómo las estaciones meteorológicas pueden ser fundamentales para estudios agrícolas y ambientales.

“Valencia, J. A., Soto Giraldo, A., Castaño-Villa, G., & Vargas, G. (2021). Population dynamics of sugarcane borers, Diatraea spp., under different climatic scenarios in Colombia. ResearchGate. Recuperado de <https://www.researchgate.net/figure/Cenicanas-weather-stations-in-the-Cauca-River-Valley-CRV-Colombia_fig1_348533578>”

En conclusión, el análisis de los casos de uso ilustra el significativo aporte de las estaciones meteorológicas al campo de la investigación y al desarrollo educativo. Estos sistemas no solo facilitan la recolección de datos climáticos valiosos, sino que también abren puertas a la exploración de nuevas tecnologías como la ciencia de datos, la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas y los sistemas embebidos. Este enfoque integrado enriquece el aprendizaje y la investigación, contribuyendo significativamente al avance académico y tecnológico en las instituciones educativas.

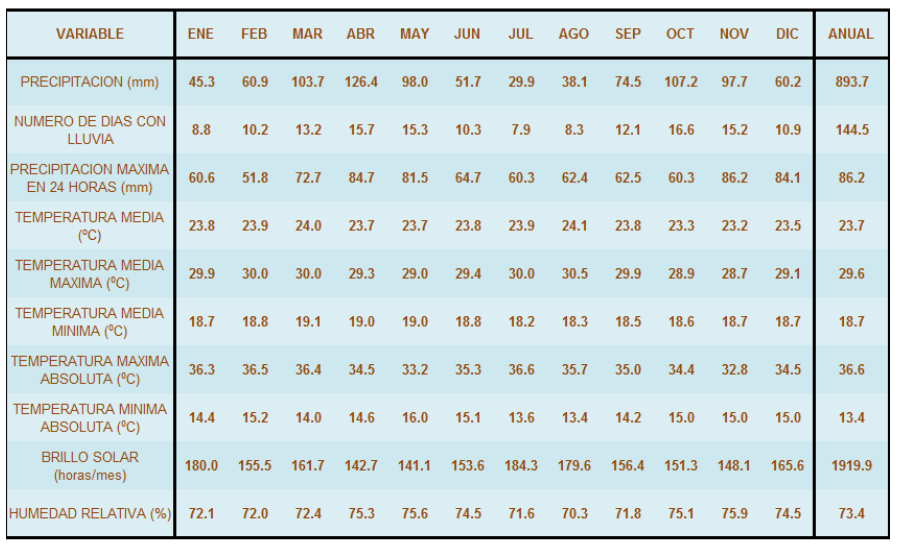
* + 1. Selección de variables y sensores del diseño:

La elección de variables y sensores para nuestro sistema meteorológico se basa en un análisis detallado de casos de uso en varias instituciones de educación superior. Este proceso nos ha permitido identificar las variables climáticas más fundamentales para aplicaciones académicas y proyectos de investigación, garantizando así un sistema adaptable y versátil.

Las variables principales incluyen temperatura y humedad del ambiente, velocidad y dirección del viento, precipitación. Anticipando futuras exigencias y ampliando nuestro ámbito de investigación, incorporaremos variables adicionales como temperatura y humedad del suelo, rayos ultravioletas, presión atmosférica, altitud, cantidad de luz, consumo energético del sistema y registro temporal preciso. La selección de sensores se enfocará en la precisión, fiabilidad y compatibilidad con las tecnologías IoT, enriqueciendo así la funcionalidad y el alcance del sistema para el entorno educativo. Al contemplar los sensores posibles, es crucial considerar el impacto económico de implementar este sistema meteorológico. Nuestro diseño busca un equilibrio entre costo y eficacia, optando por tecnologías avanzadas mientras se mantiene un enfoque rentable, adecuado para las instituciones de educación superior en el Valle del Cauca, Colombia.

* + - 1. Análisis climático de la región del valle del cauca:

Aunque el clima del Valle del Cauca es diverso y varía significativamente según la geografía de la región. Aquí se presenta un resumen de las condiciones climáticas contemplando el enfoque de instituciones de educación de las ciudades con estudios por el IDEAM en la ciudad de PALMIRA en el aeropuesto Alfonso bonilla aragon.

****

**Tabla 1. Resumen climatológico – Datos del atlas climatológico - IDEAM**

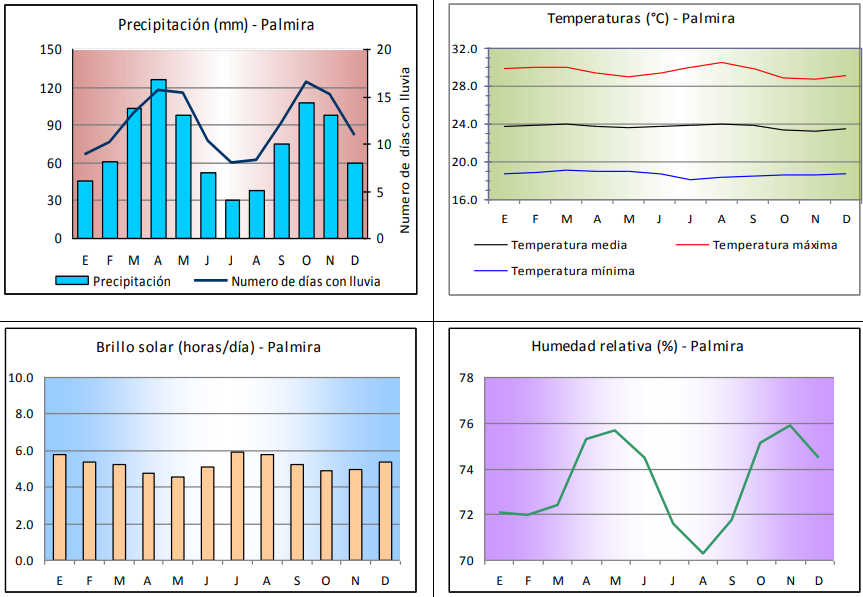
****

Figura 1. Ciclo anual de las principales variables meteorológicas para el Aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón (Fuente, IDEAM).

Si bien en estos estudios no está contemplado todas las variables a trabajar, dan un panorama claro sobre los rangos operativos de las variables que se consideran más relevantes en el desarrollo.

* + - 1. Lista de sensores:

Para comenzar a definir una lista de componentes es necesario entender y definir la siguiente terminología.

**Transductores**: Se denomina transductor en general a todo dispositivo que convierte una señal de una forma física en una señal correspondiente, pero en otra forma física distinta. En otras palabras, se convierte de un tipo de energía a otro. (Pallàs Areny, R. 1993. Sensores y Acondicionadores de Señal. Maracombo).

**Sensor**: Es un dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida transducidle que es función de la variable de medida. (Pallàs Areny, R. 1993. Sensores y Acondicionadores de Señal. Maracombo).

Protocolo:

Microcontrolador:

OneWire:

I2C:

* + 1. Arquitectura del sistema:
    2. Integración con tecnologías IoT
    3. Retos y consideraciones
    4. Conclusión

# Capítulo 2

# Capítulo 3

# Capítulo (…)

Se deben incluir tantos capítulos como se requieran; sin embargo, se recomienda que la tesis o trabajo de investigación tenga un mínimo 3 capítulos y máximo de 6 capítulos (incluyendo las conclusiones).

# Conclusiones y recomendaciones

## Conclusiones

Las conclusiones constituyen un capítulo independiente y presentan, en forma lógica, los resultados del trabajo. Las conclusiones deben ser la respuesta a los objetivos o propósitos planteados. Se deben titular con la palabra conclusiones en el mismo formato de los títulos de los capítulos anteriores (Títulos primer nivel), precedida por el numeral correspondiente (según la presente plantilla).

Las conclusiones deben contemplar las perspectivas de la investigación, las cuales son sugerencias, proyecciones o alternativas que se presentan para modificar, cambiar o incidir sobre una situación específica o una problemática encontrada. Pueden presentarse como un texto con características argumentativas, resultado de una reflexión acerca del trabajo de investigación.

## Recomendaciones

Se presentan como una serie de aspectos que se podrían realizar en un futuro para emprender investigaciones similares o fortalecer la investigación realizada.

1. Anexo: Nombrar el anexo A de acuerdo con su contenido

Los Anexos son documentos o elementos que complementan el cuerpo del trabajo y que se relacionan, directa o indirectamente, con la investigación, tales como acetatos, cd, normas, etc. Los anexos deben ir numerados con letras y usando el estilo “Título anexos”.

1. Anexo: Nombrar el anexo B de acuerdo con su contenido

A final del documento es opcional incluir índices o glosarios. Éstos son listas detalladas y especializadas de los términos, nombres, autores, temas, etc., que aparecen en el trabajo. Sirven para facilitar su localización en el texto. Los índices pueden ser alfabéticos, cronológicos, numéricos, analíticos, entre otros. Luego de cada palabra, término, etc., se pone coma y el número de la página donde aparece esta información.

**Bibliografía**

La bibliografía es la relación de las fuentes documentales consultadas por el investigador para sustentar sus trabajos. Su inclusión es obligatoria en todo trabajo de investigación. Cada referencia bibliográfica se inicia contra el margen izquierdo.

Bajo la Resolución 023 de 2015. Artículo 2. Parágrafo 1.

La plantilla no especifica la norma bibliográfica que se debe utilizar. Se brindará la libertad para aplicar la norma para el manejo de las referencias bibliográficas, de acuerdo con el estándar de cada área del conocimiento, siempre y cuando ésta se aplique con rigurosidad.

Se recomienda el uso de gestores bibliográficos como Mendeley, Zotero, etc. A continuación, se lista algunas instituciones que brindan parámetros para el manejo de las referencias bibliográficas:

Ejemplo Referencias bibliográficas

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Institución** | **Disciplina de aplicación** | **Vínculos y ejemplos** |
| AMA (Asociación Médica de los Estados Unidos) | Ambito de la salud (psicología, medicina) | [HealthLinks.Washington.edu/hsl/StyleGuides/AMA.htm](http://healthlinks.washington.edu/hsl/styleguides/ama.htm) (manual de estilo de la AMA, que sirve de estándar para las disciplinas que se ocupan de medicina, salud y ciencias biológicas).  [Liunet.edu/Cwis/Cwp/Library/Workshop/CitAMA.htm](http://www.liunet.edu/cwis/cwp/library/workshop/citama.htm) (ejemplos). |
| American Psychological Association (APA) | Ambito de la salud (psicología, medicina) y en general en todas las ciencias sociales. | [APAStyle.org](http://www.apastyle.org/).  [Biblioteca.udg.es/Info\_General/Guies/Cites/Citar\_Llibres.asp](http://biblioteca.udg.es/info_general/Guies/Cites/citar_llibres.asp) (reglamento).  [Liunet.edu/Cwis/Cwp/Library/Workshop/Citapa.htm](http://www.liunet.edu/cwis/cwp/library/workshop/citapa.htm) (ejemplos). |
| Harvard System of Referencing Guide | Todas las disciplinas | Disponibles en: <http://libweb.anglia.ac.uk/referencing/harvard.htm> |
| JabRef y KBibTeX | Todas las disciplinas | Herramientas de LateX para la gestión de referencias bibliográficas. |

(continúa)

Ejemplo Referencias bibliográficas (continuación)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Institución** | **Disciplina de aplicación** | **Vínculos y ejemplos** |
| Manual | Todas las disciplinas | Patrias, K.: National Library of Medicine recommended formats for bibliographic citation. Bethesda (Maryland, EE. UU.): National Library of Medicine (Reference Section), 1991. |
| Modern Language Association (MLA) | Literatura, artes y humanidades. | [MLA.org](http://www.mla.org/)  [Biblioteca.udg.es/Info\_General/Guies/Cites/MLA.asp](http://biblioteca.udg.es/info_general/Guies/Cites/MLA.asp) (reglamento).  [Liunet.edu/Cwis/Cwp/Library/Workshop/CitMLA.htm Ejemplos](http://www.liunet.edu/cwis/cwp/library/workshop/citmla.htm) |
| National Library of Medicine (NLM) (Biblioteca Nacional de Medicina) | En el ámbito médico y, por extensión, en ciencias. | [NLM.NIH.gov](http://www.nlm.nih.gov)  [NLM.NIH.gov/Pubs/Formats/RecommendedFormats.html](http://www.nlm.nih.gov/pubs/formats/recommendedformats.html) (formatos recomendados) |
| Universidad de Chicago/Turabian | Periodismo, historia y humanidades. | [ChicagoManualOfStyle.org](http://www.chicagomanualofstyle.org/)  [BedfordStMartins.com/Hacker/Resdoc/History/Footnotes.htm](http://www.bedfordstmartins.com/hacker/resdoc/history/footnotes.htm) (Reglamento I) o  [BedfordStMartins.com/Online/Cite7.html](http://www.bedfordstmartins.com/online/cite7.html) (Reglamento II).  [liunet.edu/cwis/cwp/library/workshop/citchi.htm](http://www.liunet.edu/cwis/cwp/library/workshop/citchi.htm) (ejemplos de la universidad de Chicago)  [liunet.edu/cwis/cwp/library/workshop/citchi.htm Liunet.edu/Cwis/Cwp/Library/Workshop/Citchi.htm](http://www.) (ejemplos de las reglas de Turabian) |
| Vancouver | Todas las disciplinas | [Fisterra.com/Recursos\_Web/Mbe/Vancouver.asp](http://www.fisterra.com/recursos_web/mbe/vancouver.asp) (estilo de Vancouver 2000). |