

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua**

**UNAN-Managua**

**Recinto Universitario Rubén Darío**

**(RURD)**

**Facultad de Ciencia e Ingeniería.**

**Departamento de Tecnología.**

**Ingeniería Electrónica.**



**Seminario de Graduación para optar al título de Ingeniero Electrónico.**

**Tema: Diseño de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío, la cual estaría ubicado en el Centro de Investigaciones Geo Científicas (CIGEO), en la UNAN Managua.**

**Elaborado por:**

**Br. Jairo José Medina Marín.**

**Br. Alexis Oldemar Valle Ruiz.**

**Tutor: Msc. Adriana Suazo.**

**Managua, Enero 2017.**

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

**Dedicatoria**

Habiendo iniciado este trabajo de graduación, lo he dedicado:

Adiós por darme la sabiduría y la vida quien nos ha permitido llegar a este momento y poder culminar nuestros estudios universitarios el cual nos brindó fortaleza en momentos en que las dificultades no tenían solución y nos protegió de sucesos imprevisto que nos habría detenido en momentos de aprendizaje.

A mis padres, familiares, amigos, y personas a llegadas por los grandes sacrificios que han hecho al brindarme los recursos económicos con los cuales contribuyeron a la a mi formación académica también por el apoyo e interés que demostraron en momentos difíciles los cual nos motivó a esforzarnos lo más que se pudiera al fin de obtener los conocimientos que nos permitirían convertirnos en personas útiles en la sociedad.

A nuestros compañeros de estudios, ya que comprenden todo el esfuerzo que hemos dedicado durante el transcurso de nuestro estudio universitario, también por el apoyo que hemos recibido de ellos, y debido e eso pudimos afrontar nuestras dificultades como un equipo.

A nuestros padres, quienes se esforzaron por darnos sus conocimientos de la manera más sencilla a pesar de nuestra ignorancia para que pudiéramos entender y aplicarnos en el desarrollo de nuestras capacidades en el futuro y obtener un mejor nivel de vida.

¡Gracias!

Jairo José Medina Marín.

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

**Dedicatoria**

Habiendo concluido este trabajo de graduación, lo he Dedicado especialmente a:

A Dios y a la virgen María, que por bondad inmerecida me han permitido llegar hasta este momento y poder culminar mis estudios universitarios, me han brindado fortaleza en momentos en los que las dificultades parecían no tener solución, pero que al final se llevaba a cabo por sí misma sin mayores imprevistos

A mis padres, hermanos, familiares y personas allegadas a mí, por los pequeños y grandes sacrificios que me han manifestado como recursos económicos y apoyo moral con los cuales han contribuido a mi formación académica, lo cual me motivó a esforzarnos lo más que se pudiera a fin de obtener los conocimientos que me permitirían convertirme en una persona útil a esta sociedad.

A mis amigos y compañeros de estudio, los cuales he compartido con ellos muchas experiencias y me comprenden el gran esfuerzo que hemos dedicado durante el transcurso de nuestros estudios universitarios, también por el apoyo que hemos recibido de ellos, y debido a eso también pudimos afrontar las dificultades como un equipo.

A mis maestros, quienes se esforzaron por transmitir sus conocimientos y experiencias de la manera más sencilla, para que pudiéramos entender y aplicarlos en el desarrollo de nuestras capacidades en el futuro y obtener un mejor nivel de vida.

“Gracias”

Alexis Oldemar Valle Ruiz.

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

**Agradecimiento**

Para poder realizar este trabajo de la mejor manera posible fue necesario del apoyo de muchas personas a las cuales se les agradece en este documento de seminario de graduación:

1. Agradecemos primeramente a Dios por permitirnos llegar a este punto de nuestra carrera. Por darnos la salud y la sabiduría cada día; por mantenerlos fuertes contra cualquier adversidad a lo largo del curso de nuestra carrera.
2. A nuestros padres, quienes nos motivaron y apoyaron incondicionalmente en los momentos de flaqueza y desesperación. A lo largo de nuestra carrera universitaria.
3. Agradecemos a cada uno de los profesores de la carrera de Ing. Electrónica de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua por habernos enseñado y compartido con nosotros sus conocimientos no solo en el ámbito estudiantil sino que también por habernos inculcado cada día a ser mejores personas.
4. A la Msc. Adriana Suazo por haber mantenido la paciencia necesaria para con nosotros brindándonos su apoyo en todo momento en el área de revisión y documentación de este trabajo de seminario de graduación.
6. Agradecemos enormemente a Lic. Gerardo Mendoza por haber depositado en nosotros su confianza, brindándonos parte de su tiempo y sus conocimientos quien nos guio y nos asesoró en lo que es toda la programación de este seminario de graduación.

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

**INDICE**

1	Resumen .....	1
2	Introducción .....	2
3	Antecedentes.....	3
4	Justificación .....	4
5	Planteamiento del problema .....	5
6	Objetivos.....	6
6.1	Objetivo General.....	6
6.2	Objetivos Específicos .....	6
7	Marco teórico.....	7
7.1	Meteorología y Estación meteorológica.....	7
7.2	Tipos de Estaciones Meteorológicas.....	9
7.3	Variables meteorológicas e instrumentos de medición.....	9
7.3.1	Definición de Variables e Instrumentos.....	10
7.3.2	Temperatura.....	12
7.3.3	Humedad.....	13
7.3.4	Presión atmosférica.....	13
7.3.5	Radiación solar.....	14
7.4	Microcontrolador y plataforma arduino.....	14
7.5	Sensores meteorológicos.....	15
7.5.1	Sensor DTH22.....	15
7.5.2	Sensor BMP280.....	15
8	Desarrollo .....	16
8.1	Determinar los parámetros de medición del clima a partir de los datos meteorológicos registrados en el área del Recinto Universitario Rubén Darío (RURD), en la UNAN Managua.....	16
8.1.2	Localización.....	16
8.1.2.1	Macro localización.....	16
8.1.2.2	Micro Localización.....	18
8.1.3	Variables de medición del clima en el área del Recinto Universitario Rubén Darío.....	20
8.1.4	Desventajas de la estación existente en el Recinto Universitario Rubén Darío.....	25

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

8.2- Diseñar una estación meteorológica, para la medición de la temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar empleando una programación en arduino. ....	26
8.2.1 Sensores Meteorológicos. ....	27
8.2.2 Micro-controlador Uno (ATmega328). ....	34
8.2.3 Pines de alimentación a la placa. ....	36
8.2.3 Entorno del desarrollo arduino. ....	39
8.2.4 Conexión de la pantalla. ....	40
8.2.5 Diagrama de flujo del programa. ....	42
8.2.6 Diagrama electrónico. ....	43
8.3- Construir el prototipo de una estación meteorológica a pequeña escala para las mediciones climáticas y las pruebas de funcionamiento de la misma. ....	44
8.3.1 Prototipo de la estación meteorológica. ....	45
8.3.2 Prueba de funcionamiento. ....	46
8.3.3 Gráficas comparativas de datos climáticos. ....	55
9 Conclusiones. ....	57
10 Recomendaciones. ....	58
11 Bibliografía. ....	59
12 Anexos. ....	60
Anexo A: Ubicación de la estación meteorológica en el edificio el CIGEO. ....	61
Anexo B: Datos registrados de la temperatura. ....	62
Anexo C: Datos registrados de la humedad. ....	63
Anexo D: Datos registrados de la Radiación Solar. ....	64
Anexo E: Entorno Arduino. ....	65
Anexo F: Selección de la placa. ....	66
Anexo G: Selección del puerto en Windows. ....	66
Anexo H: Barra de herramientas. ....	67
Anexo I: Monitor serie. ....	67
Anexo I: Programación de la estación meteorológica. ....	68
Anexo J: Proforma de materiales usados en el prototipo del diseño de la estación meteorológica. ....	72

# Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

## 1 Resumen.

El presente documento a desarrollar, consiste en el diseño de una estación meteorológica para la medición de las variables del clima como la temperatura, humedad relativa, presión atmosférica y radiación solar, la cual estaría ubicada en el centro de investigaciones geo científicas (CIGEO) de la UNAN-Managua, ya que dicho centro cuenta con los parámetros ovalado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), como es su ubicación y su área libre de obstáculos lo que garantizaría el buen funcionamiento de ésta estación.

Es una alternativa de solución a la falta de una estación meteorológica en el Recinto Universitario Rubén Darío (RURD) ya que ésta, en cierta manera es indispensable para que la universidad esté al tanto de lo que sucede respecto a los elementos climáticos y estar a la expectativa de cualquier eventualidad que se pueda presentar y por ende evitar cualquier fenómeno fuera de lo común.

El presente trabajo del diseño de la estación meteorológica se basó en cierta manera a la medición de las variables climáticas más comunes que suelen presentarse en un lugar dado, en este caso la universidad antes mencionada.

# Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

## 2 Introducción.

El conocimiento de los datos ambientales, ha sido siempre de gran importancia para el desarrollo de la agricultura, la navegación, las operaciones militares y la vida en general. Es por todo esto, que los seres humanos crean herramientas o sistemas para poder hacer investigaciones, una de esas herramientas son las estaciones meteorológicas.

Una estación meteorológica está diseñada para registrar mediciones puntuales de los diferentes parámetros meteorológicos, usando instrumentos apropiados con el fin de establecer el comportamiento atmosférico en las diferentes zonas de un territorio. (RUBERTO, 2010)

En el presente documento se mostrará el prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y la radiación solar en el área del Recinto universitario Rubén Diario de la UNAN-Managua, la cual se encontrará ubicada en el centro de investigaciones geo científicas (CIGEO). En este diseño se explicara detalladamente cada paso que se efectuó para la realización del mismo, partiendo desde porque la necesidad de hacer un estudio hasta los beneficio que se obtendrá si llegase a realizar.



# Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

## 3 Antecedentes.

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, (INETER) ha sido el encargado de la investigación meteorológica, geológica, cartográfica, catastral, hidrológica y la agencia encargada en la evaluación de recursos físicos de Nicaragua; cuya institución ha tratado en periodos de tiempo con la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) para el monitoreo y estudio de los elementos del clima.

A partir de los años 70 la universidad UNAN-Managua contaba con una estación meteorológica que era administrada por el personal exclusivo del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, (INETER) ubicada en la parte sureste de la universidad comprendido actualmente entre los edificios del POLISAL y el Roberto Gonzales en cuya época no existían. Los registros de datos de la estación meteorológica de la UNAN-Managua se realizaban cada dos días, los cuales eran enviados a la base de datos del INETER por el mismo personal de la institución.

La finalidad de la primera etapa del monitoreo de una estación meteorológica en la universidad UNAN-Managua fue debido al robo de las tuberías, instalaciones eléctricas y los instrumentos de la estación meteorológica entre 1984 y 1986 durante la revolución sandinista. Posteriormente el segundo monitoreo de una estación meteorológica en la UNAN-Managua comienza a inicios de los años 90 por El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), pero esta vez capacitando a cuatro docentes de la universidad del departamento de geografía los cuales eran los administradores y encargados de enviar los registro de datos a INETER.

Este último monitoreo de la estación meteorológica en la universidad, empieza a decaer entre los años 2005 y 2006 por motivos de ineficiencia en datos no creíbles realizados por la estación meteorológica, ya que donde se encuentra no presta las condiciones necesarias para su funcionamientos, debido a una mayor presencia de obstáculos para el monitoreo como son los edificios del POLISAL y el Roberto Gonzales así como una mayor cantidad de árboles y por ende deja de funcionar hasta el día de hoy. (rodriguez, 2004).

# Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

## 4 Justificación.

El control de los datos sobre las variaciones climáticas es de gran utilidad para el ser humano, ya que permite contar con la información suficiente sobre el comportamiento de los elementos del clima, ésto permite además predecir ciertos fenómenos climáticos que puedan afectar el desarrollo de algunas actividades propias en la universidad.

Es por tal razón que la iniciativa del diseño de una estación meteorológica en el área del Recinto Universitario Rubén Diario, (RURD) de la UNAN-Managua reviste de gran importancia ya que se diseñara un sistema de medición para la temperatura, humedad, presión atmosférica y la radiación solar cuyo diseño estará ubicado en el centro de investigaciones geo científicas (CIGEO).

De igual forma este sistema propuesto a desarrollar, servirá como base metodológica para otro tipo de investigaciones que los futuros estudiosos de esta área puedan investigar.

Por otro lado, es de singular importancia el desarrollo de este tema ya que permite adentrarnos en aspectos importantes de la ciencia que por su desarrollo contribuyen a evitar problemáticas sociales, ya que con el dominio de las variaciones climáticas se podrá desarrollar charlas, talleres y conferencias sobre problemas tan sensibles como el cambio climático y el efecto invernadero, los cuales representan los problemas más serios del siglo XXI.

# Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

## 5 Planteamiento del problema.

Ante la necesidad de contar con una propuesta del diseño de una estación meteorológica que pueda implementarse en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN – Managua) que mida los elementos de temperatura, humedad presión atmosférica y radiación solar, surge la iniciativa del desarrollo del presente tema de investigación de seminario de graduación.

Una estación meteorológica está destinada a medir y registrar diversas variables, éstas se utiliza como solución a los grandes problemas de hoy en día lo que destacan aquellos relacionados con la destrucción de la capa de ozono estratosférico, el efecto invernadero, la acidificación del medio ambiente y las desastrosas sequias e inundaciones asociadas con los fenómenos.

En lo que respecta al estudio y medición de variables meteorológicas a nivel nacional, ninguno de estos sistemas cuentan con un estudio detallado sobre la obtención de los mejores elementos o dispositivos a emplear, puesto que son sistemas estándar, lo que se traduce en mayores coste de adquisición y sostenimiento, puesto que por lo general este tipo de estaciones son de diseño y fabricación muy cerrada, lo que impide conocer su funcionamiento para una posible adaptación a nuestro entorno, o en su defecto el mantenimiento intrínseco que se debe hacer para cada dispositivo electrónico.

Por tal motivo se hace imprescindible crear un prototipo que ayude al estudio de estos fenómenos que brinde información confiable a acerca del estado del clima, en este sentido se propone dar respuesta desde el punto de vista de la electrónica a un problema científico y social.

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

## **6 Objetivos**

### **6.1 Objetivo General**

Crear un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío la cual estaría ubicado en el centro de investigaciones geo científicas (CIGEO), en la UNAN Managua.

### **6.2 Objetivos Específicos**

- Determinar los parámetros de medición del clima a partir de los datos meteorológicos registrados en el área del Recinto Universitario Rubén Darío (RURD), en la UNAN Managua.
- Diseñar una estación meteorológica, para la medición y registros de variables de la temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar empleando una programación en arduino.
- Construir el prototipo de una estación meteorológica a pequeña escala, para las mediciones climáticas y las pruebas de funcionamiento de la misma.

# Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

## **7 Marco teórico.**

Se abordara de manera general los aspectos considerados en este proyecto. En la primera parte se describe la teoría relacionada con esta estación meteorológica. En la siguiente se describe las herramientas de software y hardware para la construcción de esta estación.

### **7.1 Meteorología y Estación meteorológica.**

La meteorología es la ciencia interdisciplinaria de la física de la atmósfera, que estudia el estado del tiempo, el medio atmosférico, los fenómenos producidos y las leyes que lo rigen. Una Estación Meteorológica contiene la instalación de dispositivos que captan los distintos cambios del medio ambiente, y la cual está destinada a medir, registrar y enviar con regularidad los datos censados a un servidor de base de datos. (www.pce-iberica.es, 2007).

El Convenio Meteorológico Mundial, por el que se creó la Organización Meteorológica Mundial (OMM), fue adoptado en la Duodécima Conferencia de Directores de la Organización Meteorológica Internacional (OMI) reunida en Washington en 1947. Aunque el Convenio mismo entró en vigor en 1950, la OMM inició efectivamente sus actividades como sucesora de la OMI en 1951, y, a fines de ese mismo año quedó establecida como organismo especializado de las Naciones Unidas, por acuerdo concertado entre las Naciones Unidas y la OMM.

Los fines de la OMM, son facilitar la cooperación internacional en servicios y observaciones meteorológicos, promover el intercambio rápido de información meteorológica, la normalización de las observaciones meteorológicas y la publicación uniforme de observaciones y estadísticas. (rodriguez, 2004)

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

La OMM (1993), considera necesario para la integridad, homogeneidad y utilidad de los datos, tener en cuenta las siguientes normas y requerimientos para las variables temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar.

El rango operacional, para las observaciones de la temperatura (del aire) a 150 centímetros sobre el suelo es +5 a +40°C. Esto se aplica a los valores momentáneos, promedios y a los extremos. El estándar de OMM es realmente -30 a +45°C (OMM NO. 8, 1996, 2.1.3.2). Puesto que la probabilidad de una temperatura debajo de +5°C o sobre +40°C es casi imposible para las locaciones de las estaciones en el rango antes citado es suficiente para el uso de la organización.

El rango establecido por la OMM, para las observaciones de humedad relativa es de: 5 – 100%-En la meteorología sinóptica y climatología se requiere una resolución de 1% en la observación de la humedad relativa. Este requerimiento está de acuerdo con la norma de la OMM.

El rango establecido por la OMM, para las observaciones de presión atmosférica es de: 980–1080 hPa. De acuerdo con la norma de la OMM en meteorología se requiere una resolución de 0,1 hPa.

La resolución requerida en meteorología por la OMM es de  $\pm 1$  W/m<sup>2</sup> para los equipos de alta calidad y 5 W/m<sup>2</sup> para los de buena calidad. La exactitud requerida (margen del error) para la radiación global debe ser de  $\pm 2\%$  y de  $\pm 5\%$  para la radiación neta. Este requisito está de acuerdo con las regulaciones de OMM.

Después de haber tratado acerca de la organización mundial de la meteorología (OMM) y sus normas y requerimientos, se conocerá los tipos de estaciones y variables que se desarrollaran en este diseño donde se verá sus principales ecuaciones y sus unidades de medidas de cada una de ellas.

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

## **7.2 Tipos de Estaciones Meteorológicas.**

HMP (Estación Meteorológica Principal).

HMO (Estación Hidrometeorológica Ordinaria).

TPG (Estación Termopluviográfica).

PG (Estación Pluviográfica).

PV (Estación Pluviométrica).

TL (Estación Telemétrica).

AS (Estación de Aire Superior).

TP (Estación Termo Pluviométrica).

(Fuente: (INETER).

## **7.3 Variables meteorológicas e instrumentos de medición.**

Las variables meteorológicas que se abordará en este prototipo, serán la temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar. A continuación se muestra en la tabla No. 1, sus instrumentos de medición y unidades de medidas.

Tabla 1. Variables meteorológicas.

<b>Instrumento de medición</b>	<b>Variable meteorológica</b>	<b>Unidades de medida</b>
Termómetro	Temperatura	°C
Higrómetro	Humedad Relativa	%
Barómetro	Presión Atmosférica	hPa
Piranómetro	Radiación Solar	W/m <sup>2</sup>

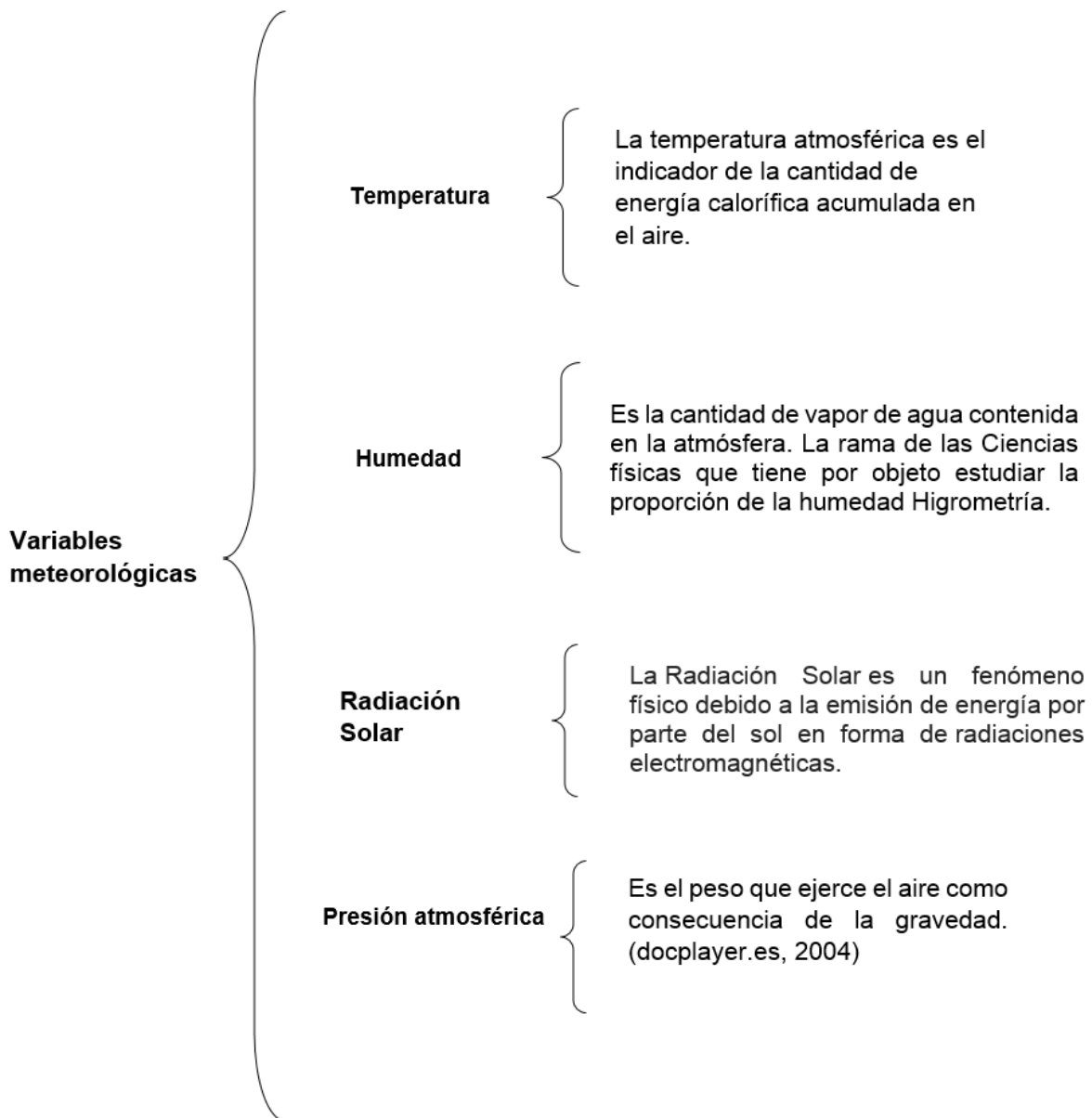
(Fuente: Meteorología y Climatología 2004).

Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

### 7.3.1 Definición de Variables e Instrumentos.

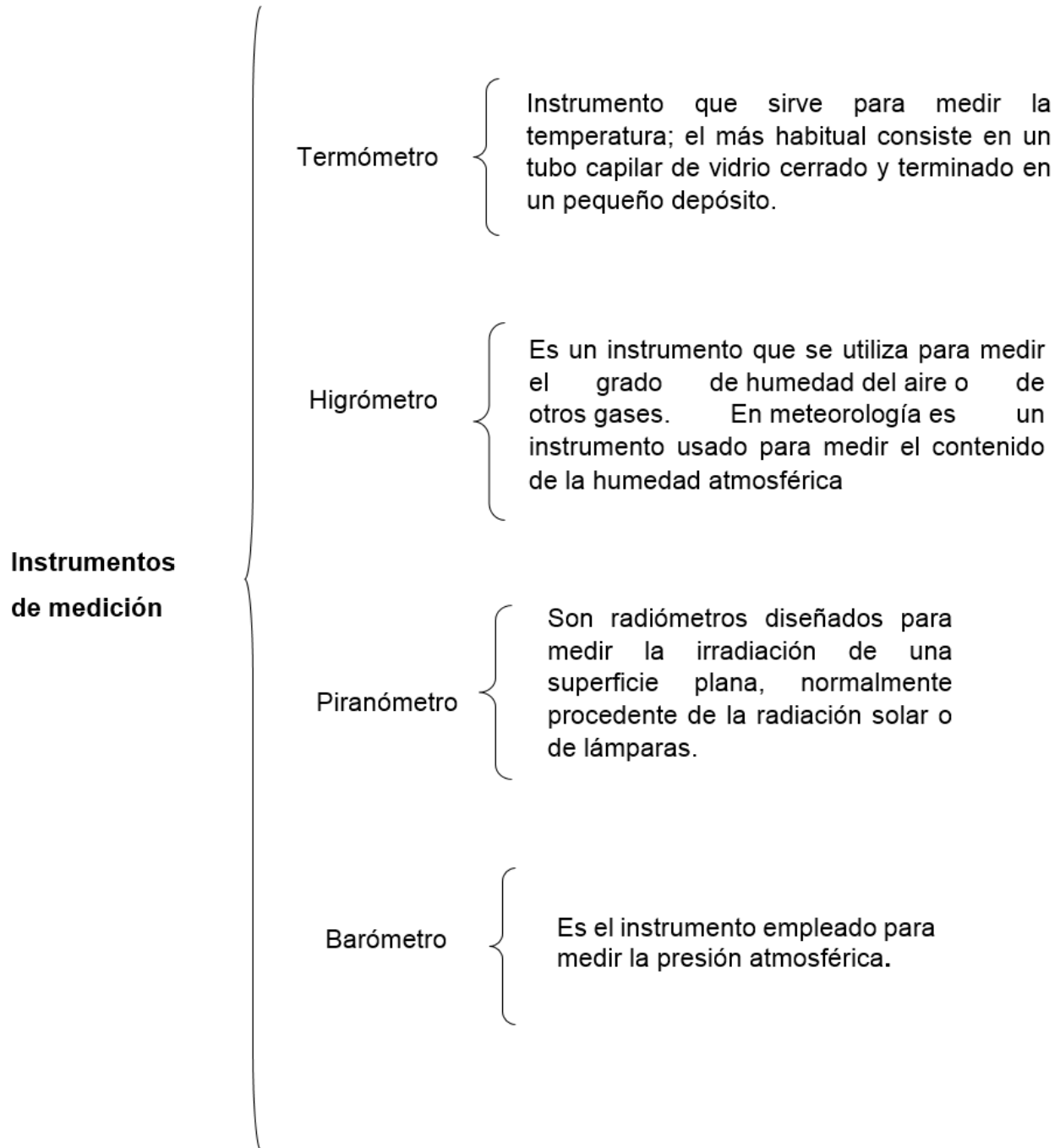
Ahora se abordará las definiciones de cada una de éstas variables y sus instrumentos de medición para un mayor conocimiento de los mismos.





Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---



**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

### **7.3.2 Temperatura.**

La temperatura está relacionada directamente con la energía cinética de los átomos, moléculas, etc. Que forman el cuerpo a medir. En la escala microscópica la temperatura es el término medio de la energía de los movimientos de una partícula individual por grado de libertad. Por ello, las moléculas de un cuerpo caliente vibraran con mayor rapidez que las de un cuerpo frio. También afecta al estado de la materia, ya que muchos cuerpos pasan de líquido ha solido a una determinada temperatura, como lo es el agua, pero también afecta a la conductividad eléctrica, entre otros fenómenos.

En términos meteorológicos se interesa conocer la llamada temperatura seca. La temperatura seca, es aquella que prescinde de la radiación calorífica de los objetos que envuelven este ambiente y de los efectos de la humedad relativa y de la velocidad del aire. La temperatura seca, se puede obtener con un termómetro de mercurio (actualmente prohibidos), el bulbo, reflector y de color blanco brillante, este último es el que se supone que no absorbe la radiación.

Actualmente se utilizan tres escalas para medir la temperatura, la escala Celsius es la más usada, el Fahrenheit se usa en los países anglosajones y la escala Kelvin de uso científico como se muestra en la siguiente tabla No. 2.

Tabla 2. Escala de medición de la temperatura.

<b>Temperatura</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Unidad de medida</b>
Escala Celsius	$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} ^{\circ}\text{F} - 32$	$^{\circ}\text{C}$
Escala Fahrenheit	$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32$	$^{\circ}\text{F}$
Escala kelvin	$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$	$^{\circ}\text{K}$

(Fuente: Meteorología y Climatología 2004).

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

### 7.3.3 Humedad.

La humedad es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Esa cantidad no es constante, sino que dependerá de diversos factores, como si ha llovido recientemente, si se está cerca del mar o si hay plantas.

Sin embargo, la medida de humedad que más se utiliza es la denominada humedad relativa, que se expresa en tanto por ciento (%) y se calcula según la siguiente expresión:

$$h = \frac{e}{E} 100$$

Ecuación No.1 Humedad Relativa.

En ella,  $e$  representa el contenido de vapor de la masa de aire y  $E$  su máxima capacidad de almacenamiento de éste, llamada presión de vapor saturante. Este valor indica la cantidad máxima de vapor de agua que puede contener una masa de aire antes de transformarse en agua líquida (esto es lo que se conoce como saturación).

De alguna forma, la humedad relativa nos da una idea de lo cerca que está una masa de aire de alcanzar la saturación. Una humedad relativa del 100% es indicativo de que esa masa de aire ya no puede almacenar más vapor de agua en su seno, y a partir de ese momento, cualquier cantidad extra de vapor se convertirá en agua líquida o en cristalitos de hielo, según las condiciones ambientales.

### 7.3.4 Presión atmosférica.

La presión atmosférica depende de muchas variables, sobre todo de la altitud.

Cuanto más arriba en la atmósfera se encuentre, la cantidad de aire por encima será menor, lo que hará que también sea menor la presión que éste ejerza sobre un cuerpo ubicado allí.

## **Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

Existen muy diversas unidades de medida de la presión atmosférica. Las más comunes son: atmósferas, mm de mercurio, pascales, hectopascales y milibares. La conversión entre unas y otras puede realizarse teniendo en cuenta que: 1 atmósfera = 760 mmHg = 101300 N/m<sup>2</sup> (o Pa) = 1013 mb (o hPa).

### **7.3.5 Radiación solar.**

La cantidad de radiación solar recibida en un punto se mide mediante un aparato denominado piranómetro. Consiste en un sensor encerrado en un hemisferio transparente que transmite toda la radiación de longitud de onda inferior a  $3 \times 10^{-6}$  metros.

Dicho sensor tiene un disco con segmentos blancos y negros alternados que absorben la radiación incidente de modo distinto. El contraste de temperatura entre esos segmentos se calibra en función del flujo de radiación; su unidad de medida es vatios por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>). (rodriguez r. , 2004).

A continuación se describen el hardware y las herramientas relacionadas con este proyecto con el fin de tener una idea más clara y precisa de lo que se va a hacer con el diseño de la estación y así poder comprender más fácil el funcionamiento de esta.

### **7.4 Microcontrolador y plataforma arduino.**

Un microcontrolador es un circuito integrado que posee memoria en la cual se puede grabar un programa para después ejecutarlos. El microcontrolador ejecuta el programa cargado en la memoria flash. Esto se denomina código ejecutable está compuesto por una serie de ceros y unos, es decir, código binario. Arduino es una plataforma libre, basada en un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

# Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

## **7.5 Sensores meteorológicos.**

Los sensores meteorológicos son diseñados para medir parámetros ambientales para la temperatura y humedad se obtiene el sensor dth22 y para la presión atmosférica es el bmp280.

### **7.5.1 Sensor DTH22.**

El DTH22, es un sensor básico de humedad y temperatura de costo reducido. Usa un sensor de capacidad para medir la humedad y un termistor para medir la temperatura del aire que lo rodea. Está diseñado para medir temperaturas entre  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $80^{\circ}\text{C}$  con una precisión de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  y para medir humedad entre 0% y 100% con una precisión de 5% con períodos de muestreo de 1 segundo.

### **7.5.2 Sensor BMP280.**

El sensor BMP280 es capaz de leer presión barométrica (absoluta) y temperatura. Por medio de cálculos matemáticos es capaz de detectar diferencias de alturas. La presión atmosférica o barométrica es inversamente proporcional.

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

## **8 Desarrollo**

### **8.1-Determinar los parámetros de medición del clima a partir de los datos meteorológicos registrados en el área del Recinto Universitario Rubén Darío (RURD), en la UNAN Managua.**

Para una mayor comprensión sobre las bases del interés en el diseño de una estación meteorológica en el área del Recinto universitario Rubén Darío de la UNAN-Managua, se tomarán en cuenta los factores que inciden en la misma como es su ubicación y extensión territorial, como parte de la base fundamental a lo largo de su desarrollo. Estos factores son: localización, variables de medición del clima en el área del Recinto Universitario Rubén Darío y desventajas de la estación existente en el Recinto Universitario Rubén Darío, a continuación se detalla cada uno de ellos:

#### **8.1.2 Localización.**

##### **8.1.2.1 Macro localización.**

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN) fue fundada en 1812 en la ciudad de León y como resultado de un decreto de la Junta de Gobierno de Reconstrucción Nacional (JGRN) se funda la UNAN en la ciudad de Managua en el año 1982. Actualmente la UNAN-Managua es una institución de educación superior de carácter público que goza de autonomía académica, orgánica, administrativa y financiera, que aporta al desarrollo del país mediante la docencia e investigación con carácter multidisciplinario, la educación permanente e inclusiva.

Funciona con nueve facultades y un instituto politécnico de la salud, distribuidos en tres recintos universitarios en la ciudad de Managua: Rubén Darío- sede central de la UNAN-Managua-, Carlos Fonseca Amador y Ricardo Morales Avilés.

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

El Recinto Universitario Rubén Darío (RURD) de la UNAN-Managua, se encuentra ubicado de la Rotonda Universitaria 1 km al Sur, Villa Fontana. El área total de la extensión territorial está subdivididos por dos polígonos. El área del polígono1 es de 280755.7478 m<sup>2</sup> y el área del polígono2 es de 433217.9684 m<sup>2</sup> formando así un área total de 713973.7162 m<sup>2</sup>.

(Fuente: División de Diseño y Construcción).

La UNAN-Managua se localiza en Managua en las coordenadas: Latitud 12°6'20.07"N y longitud 86°16'17.61"O. En la figura No.1 se muestra una vista panorámica referente a su ubicación.



Figura 1. Ubicación de la UNAN-Managua.

(Fuente: Google Earth)

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

Cabe destacar que en la UNAN-Managua estudian más de 40,000 estudiantes entre grado, posgrado y programas especiales. Se ofertan 97 carreras de grado, en las siguientes áreas de conocimiento: Educación e idiomas, ciencias de la salud, ciencias, Ingeniería y arquitectura, ciencias económicas y administrativas, Humanidades, ciencias Jurídicas y Sociales. Cuenta con una planta de docente de 847 maestros en su mayoría con grado de maestría y doctorado. En el área administrativa laboran 1232 empleados.

(Fuente: <http://unan.edu.ni/index.php/presentación/>).

### **8.1.2.2 Micro Localización.**

El Centro de investigaciones Geo científicas (CIGEO), nace en octubre de 1990 en la UNAN-Managua con el apoyo de la Agencia Sueca para el Desarrollo Científico con los países en Desarrollo (SAREC). Esta iniciativa fue apoyada, en su inicio, por la Decanatura de la Facultad de Ciencias y posteriormente se contó con el respaldo de las autoridades superiores, Vicerrectoría, Rectoría, y el Consejo Universitario de la UNAN-Managua.

El objetivo es generar información científica y aplicada en el campo de las Geociencias y los riesgos a desastres. La actividad principal del CIGEO, se estructura en torno a proyectos de investigación de interés nacional y regional que sirven de puente entre la investigación, la docencia y la aplicación de sus métodos a objetivos de interés económico-social.

El Centro de Investigaciones Geo Científicas (CIGEO) se encuentra ubicado dentro de las instalaciones del Recinto Universitario Rubén Darío (RURD) de la UNAN-Managua, en la parte norte de la misma, con una área de construcción de  $1250.4233 \text{ m}^2$  cuya ubicación se encuentra en las siguientes coordenadas: Latitud  $12^{\circ}6'43.02''\text{N}$  y Longitud  $86^{\circ}16'12.08''$ . A continuación en la figura No.2 se encuentra la ubicación exacta del El Centro de Investigaciones Geo Científicas (CIGEO).



Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

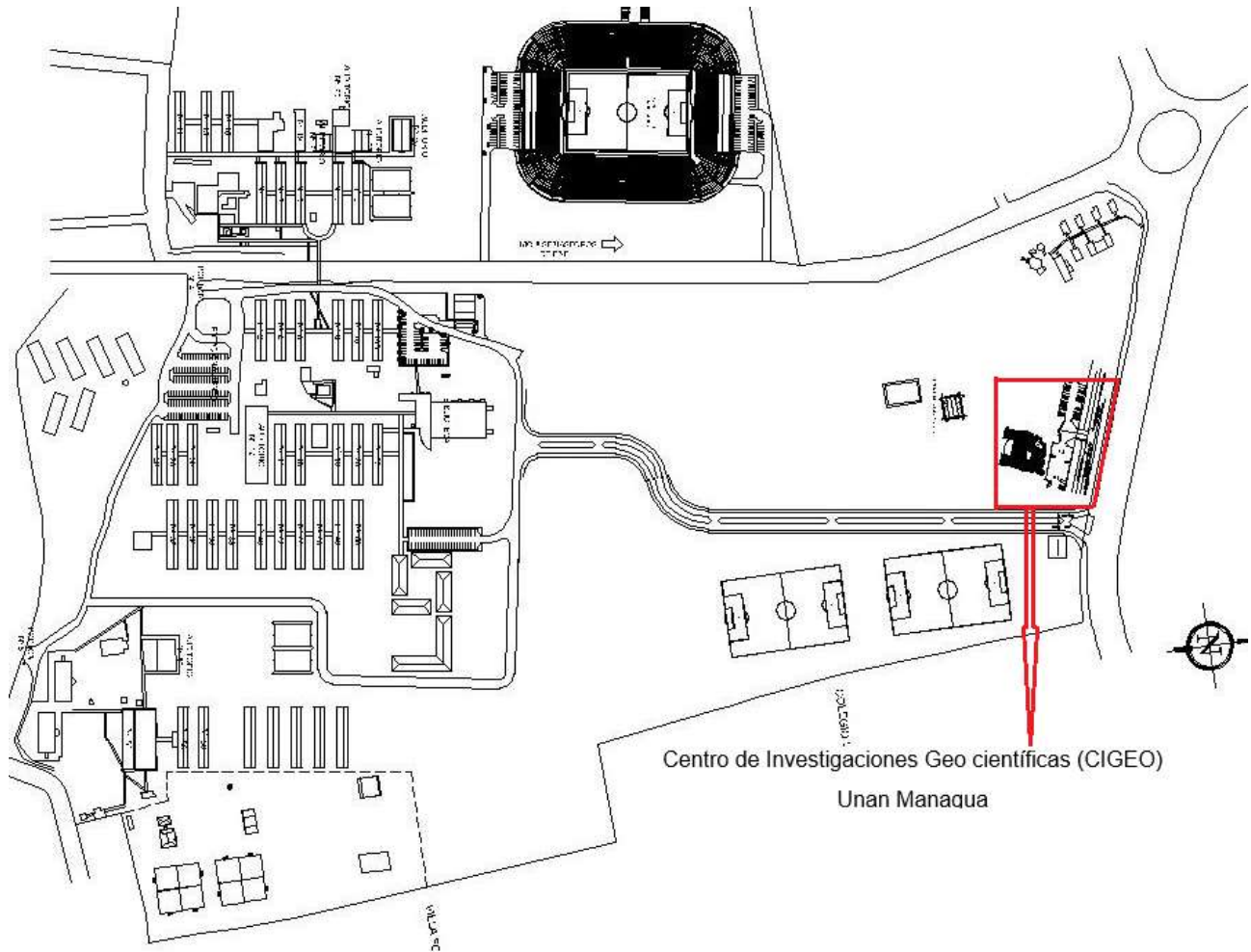


Figura 2. Ubicación del CIGEO-Unan-Managua

(Fuente: Oficinas Obras Menores).

## **Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

La ubicación de la estación meteorológica está diseñada para estar situada en la parte superior del edificio del CIGEO, cuyos sensores climáticos estarán encapsulados en una caseta, a una posición de elevación de 189 msnm. Siendo un lugar ideal para registrar datos meteorológicos acertados, puesto que el mismo está libre de obstáculos y así no poner en duda la veracidad de los valores obtenidos. Véase la figura No.3 en anexos A, la ubicación de la estación meteorológica en el edificio del CIGEO.

### **8.1.3 Variables de medición del clima en el área del Recinto Universitario Rubén Darío.**

Las variables climáticas en el Recinto Universitario Rubén Darío (RURD), han sido analizadas en un solo período determinado comprendido entre 1970 y 2009, lo que indica que el centro de estudio antes mencionado no tiene registros actualizados referentes a los elementos del clima.

Los únicos registros sobre las variables de medición del clima con los que cuenta la universidad UNAN-Managua son los que se reconocieron en el período 1970-2009, los cuales estuvieron bajo la observación del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, (INETER) mediante la instalación de una estación meteorológica la cual es de tipo HMP (Estación Meteorológica Principal) se identificaba con el nombre R.U.R.D/R.U.R.D con el código asignado 69 089 la cual se encontraba en la siguiente coordenadas: Latitud 12° 06' 12" N y Longitud 86° 16' 12" y con una elevación de 200msnm. La que ha funcionado de forma discontinua así como sus datos obtenidos durante el período que ésta trabajó.

De acuerdo a los parámetros la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), la estación metrológica empezó a funcionar a partir del año 1970 en el Recinto Universitario Rubén Darío (RURD) ubicada en la parte sureste de la universidad (actualmente POLISAL) obteniendo así datos referentes a los elementos del clima, tales como la temperatura, humedad, presión atmosférica, radiación solar.

## **Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

Los elementos climáticos obtenidos por la estación meteorológica en el recinto universitario se obtuvieron de forma discontinua en diferentes períodos de funcionamiento de la misma, por motivo ajenos a la institución. Estos períodos comprendían entre los años 1970-1988; 1998-2001; 2003 y 2009. En los primeros años de funcionamiento de la estación meteorológica los datos registrados eran leídos y adquiridos por los trabajadores directamente del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) para posteriormente quedar a cargo docentes del departamento de geografía.

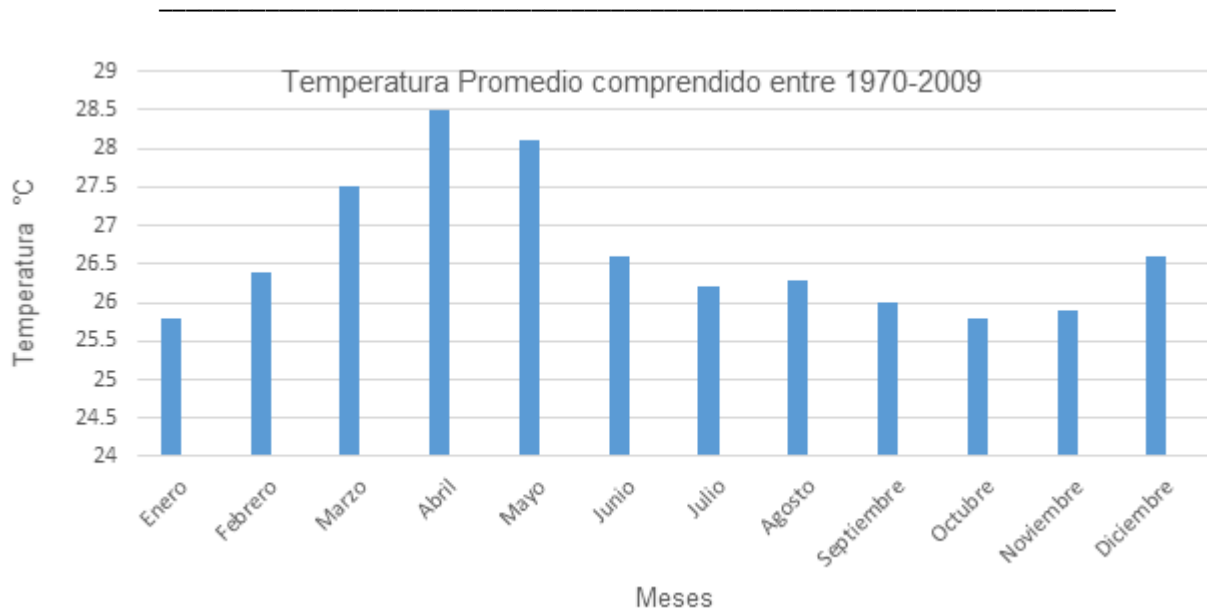
A continuación se abordará cada una de las variables registradas por el sistema metrológico en la universidad antes mencionada así como también los datos obtenidos.

### **8.1.3.1 Temperatura.**

Ver en anexos B, tabla No.3, donde se reflejan los múltiples registros obtenidos de la estación meteorológica referente a la temperatura en los periodos de funcionamiento antes mencionado, los cuales se registraron durante todo el año clasificado por mes. Se adquirió una temperatura media (promedio) como resultado de las sumas de datos de cada mes en cada uno de los años correspondientes.

En la siguiente grafica No.1 presenta la variación generalizada de la temperatura registrado por la Estación R.U.R.D/R.U.R.D. durante el período que esta funcionó.

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**



Gráfica 1 Variación de la temperatura

(Fuente: INETER).

De acuerdo a la gráfica el menor índice de temperatura se produjo en los meses de Octubre, Noviembre, Enero, y la mayor temperatura registrada se obtuvo entre el período del mes de Marzo y el mes de Mayo según el informe producido por la estación.

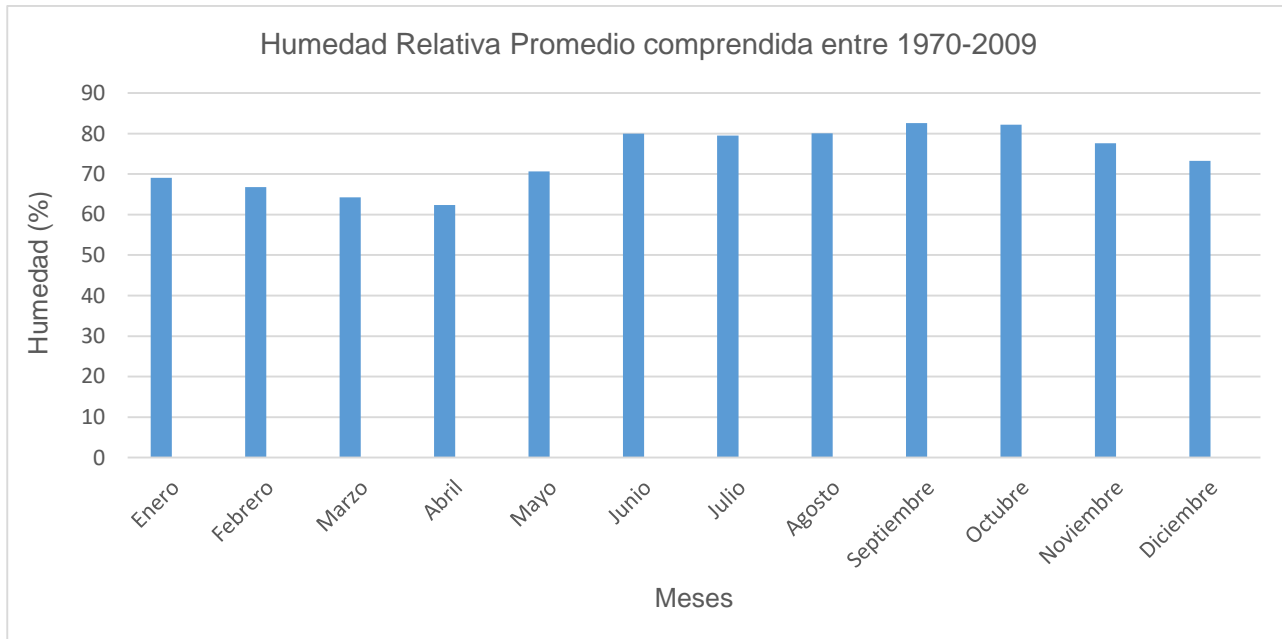
### **8.1.3.2 Humedad.**

La humedad relativa registrada por la estación meteorológica identificada como R.U.R.D/R.U.R.D ubicada en la UNAN-Managua, registró múltiples datos. Ver tabla No.4 en anexos C.

Así mismo se realizó el procedimiento ante mencionado con respecto a la temperatura se hizo también con la humedad relativa, para obtener su promedio durante el período de funcionamiento de la estación.

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

A continuación se muestra la gráfica No. 2 la variación generalizada de la humedad relativa obtenida de la estación R.U.R.D/R.U.R.D.



Gráfica 2. Variación de la humedad.

(Fuente: INETER)

Según los datos registrados el menor índice de humedad relativa se presentó entre los meses de Febrero, Marzo, Abril y su mayor cifra se obtuvo entre el período del mes Junio y el mes de Octubre siendo así los meses con mayor humedad relativa presentada por la estación meteorológica.

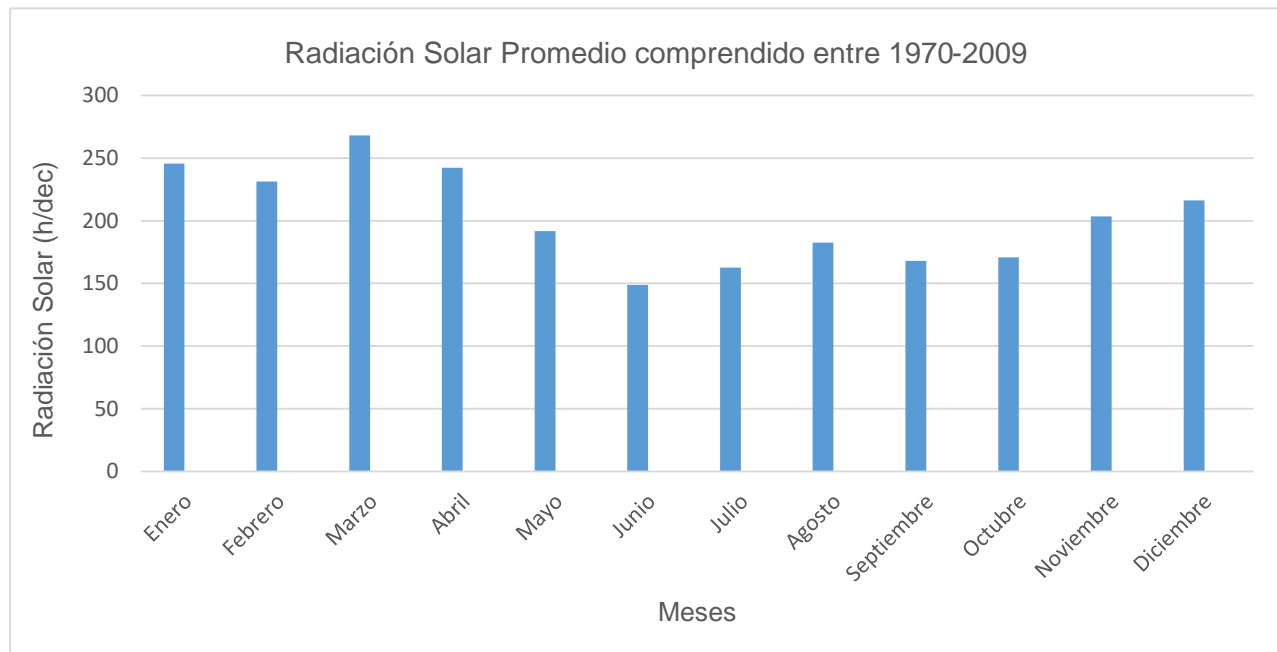
### 8.1.3.3 Radiación Solar.

En la tabla No.5 ubicada en anexos D, presenta los datos de la radiación solar, conocida también como brillo solar registrada por la estación R.U.R.D/R.U.R.D. De igual forma

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

también se usó el procedimiento anterior para adquirir el promedio de la radiación solar en el recinto universitario.

En la gráfica No. 3 detalla de forma general el comportamiento de la radiación solar (brillo solar) registrada por la estación meteorológica.



Gráfica 3. Variación de la radiación solar.

(Fuente: INETER)

En relación a la gráfica, la mayor radiación solar se presentó en los meses de Enero, Marzo, Abril a diferencia de los meses de Junio, Julio donde se registró la menor cifra de radiación solar según la estación meteorológica R.U.R.D./R.U.R.D ubicado en la universidad UNAN-Managua.

Las informaciones brindadas por las gráficas anteriores presentan en forma general el comportamiento climático que ha tenido el Recinto Universitario Rubén Darío (RURD), el cual ha sido muy variado en relación a las estaciones del año en cada uno de los meses en

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

el que se originan. La universidad acataba los registros de estas gráficas para estar al margen de cualquier eventualidad que se presentase referente al clima.

### **8.1.4 Desventajas de la estación existente en el Recinto Universitario Rubén Darío.**

Actualmente en la parte superior del edificio donde se encuentra el Centro de investigaciones Geo científicas (CIGEO), se ubican sensores de variables climáticas los cuales se encuentran en inutilidad como resultado de un proyecto inconcluso por parte de la universidad UNAN-Managua y el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).

El objetivo del proyecto, era actualizar los parámetros de medición de las variables climáticas en el Recinto Universitario Rubén Darío (RURD), cambiando su posición geográfica puesto que donde se encontraba la estación metrológica anterior se encontraba ya muchos obstáculos que impedían obtener datos precisos. Estos obstáculos eran la construcción cercana de edificios de estudios y la presencia de muchos árboles alrededor de la misma.

A inicios del proyecto se contó con el departamento de geografía para buscar alternativas territoriales para la ubicación de la que sería, la nueva estación metrológica, una de ellas era la parte superior del estadio nacional de futbol pero ante la posibilidad de daños o robo se descartó esa opción. Así que se eligió la parte superior del edificio donde se encuentra el Centro de investigaciones Geo científicas (CIGEO) quedando así, un proyecto en desarrollo inconcluso, sin la intención de su finalización.

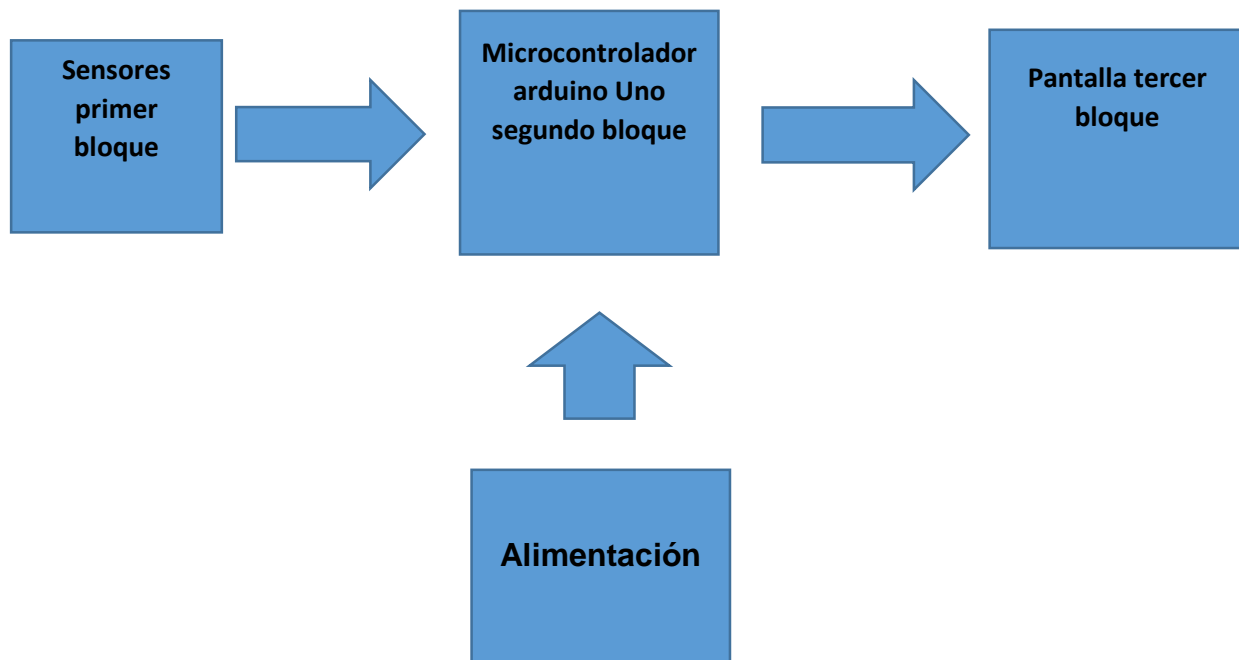
(Fuente: Departamento de Geografía, UNAN-Managua).

Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

**8.2- Diseñar una estación meteorológica, para la medición y registros de variables de la temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar empleando una programación en arduino.**

En la siguiente figura No.4 se muestra el diagrama en bloque del diseño de la estación meteorológica, este sistema es de lazo abierto o sin retroalimentación donde la salida no tiene efecto sobre dicho sistema.



(Figura 4. Diagrama de una estación meteorológica).



# Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

A continuación se detalla cada uno de estos bloques:

- En el primer bloque del diagrama se encuentran los sensores estos son los encargados de enviar la señal al micro-controlador. Se utilizaron sensores de radiaciones solar (LDR), temperatura, humedad (Dth22) y presión atmosférica (Bmp280). A continuación se detalla cada uno de estos sensores:

## **8.2.1 Sensores Meteorológicos.**

### **8.2.1.1 Sensor DTH22.**

#### **8.2.1.2 Función.**

El dth22 se compone de un sensor capacitivo para medir la humedad y de un termistor para medir la temperatura. Además se conecta una resistencia entre (4-7 y 10k) en el circuito.

#### **8.2.1.3 Característica del sensor Dth22.**

En la actualidad existen otros tipos de sensores para medir la temperatura y la humedad como lo es el dth22 pero para el diseño de la estación, se determinó utilizar el dth22 debido a su mejor confiabilidad. Como se muestra en la siguiente tabla No.6.

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

Tabla No. 6 Características del Sensor Dth22.

<b>Características técnicas del sensor Dth22</b>	
Alimentación	$3.3Vdc \leq Vcc \leq 6Vdc$
Señal de salida	Digital
Rango de medida de temperatura	De $-40^{\circ}C$ a $80^{\circ}C$
Precisión de temperatura	$<\pm 0.5^{\circ}C$
Resolución de temperatura	$0.1^{\circ}C$
Rango de medida de humedad	De 0 a 100% RH
Precisión de humedad	2% RH
Resolución de humedad	0.1%RH
Tiempo de repuesta	2s
Tamaño	14 x 18 x 5.5mm

#### **8.2.1.4 Ciclo de operación del sensor dth22.**

Es el tiempo que el sensor tarda en ofrecer una respuesta desde que se le pide. Formato de datos de un solo bus para la comunicación y sincronización entre MCU y el sensor. El proceso de comunicación es de 4 ms aproximadamente. Una transmisión de datos completa es de 40 bits. Donde obtenemos la temperatura y la humedad

En cuanto a los datos que se transmiten, su interpretación es como sigue:

- Se transmiten 40 bits (5bytes) en total.

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

- El primer byte que recibe es la parte entera de la humedad relativa (RH).
- El segundo byte es la parte decimal de la humedad relativa.
- El tercer byte es la parte entera de la temperatura.
- El cuarto byte es la parte decimal de la temperatura.
- El quinto byte es la suma de la comprobación de todo lo resultante de sumar todos los byte anterior.

El microcontrolador externo y el microcontrolador que lleva integrado el sensor, se hablan entre sí de la siguiente manera:

- Se inicia la comunicación. El sensor responde estableciendo un nivel bajo de 80 us y un nivel alto de 80 us. El sensor envía 5 bytes con la información temperatura y humedad.

En la siguiente figura No.5 se muestra la configuración de los pines del sensor de temperatura y humedad.



(Figura 5: configuración de los pines del sensor DHT22).

(Fuente:<http://electronicazyc.cl/robotica-y-domotica/1916073-sensor-de-temperatura-y-humedad-dht22-am2302.html>).

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

#### **8.2.1.5 Sensor BMP280.**

El sensor de presión barométrica BMP280 diseñado especialmente para aplicaciones móviles. Sus pequeñas dimensiones y su bajo consumo de energía permiten la implementación en distintos dispositivos. El sensor dispone de una excelente precisión relativa de  $\pm 0,12$  hPa, lo que equivale a  $\pm$  diferencia 1 M en altitud. El coeficiente de temperatura muy bajo offset (TCO) de 1,5 Pa / K se traduce en una variación de temperatura de sólo 12,6 cm / K. A continuación se presenta en la figura No.6, las configuraciones de los puertos del sensor BMP280.



(Figura 6: configuraciones de los puertos del sensor BMP280).

(Fuente:<http://www://electronicazyc.cl/robotica-y-domotica/111888215209-High-Precision-Atmospheric-Pressure-Sensor-Module-Arduino-am2302.html>).

#### **8.2.1.6 Características técnicas del sensor.**

Dado que este es un sensor de SPI (Serial Peripheral Interface Bus o bus serial de interfaz de periféricos), se podrá usar el software SPI. Para realizar el cableado idéntico en todos los Arduino, se inicia con el software de SPI. Los siguientes pines deben utilizarse:

- Conecte Vcc a la fuente de alimentación de 5V.
- Conectar GND a la alimentación de una base común de datos.
- Conectar el SCL a A5 de los pines analógicos.
- Conectar el SD a A4 de los pines analógicos.

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

### **8.2.1.7 Sensor LDR.**

Son resistencias que varían su valor en función de la luz, que incide sobre ellas. Los LDR ofrecen menor resistencia cuanto mayor es la luminosidad. La incidencia de luz sobre las fotorresistencias hace disminuir unas cien veces su valor (dos órdenes de magnitud).

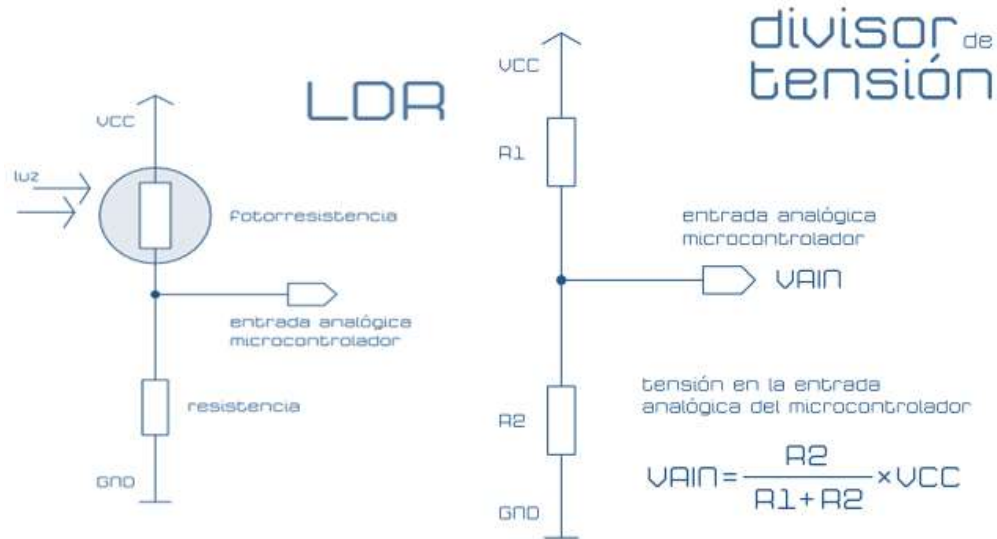
El sensor LDR con serie GL55, es un modelo de fotoresistencia que va desde los 5 K $\Omega$  a los 200 K $\Omega$  en presencia de luz y desde los 500 K $\Omega$  a los 10 M $\Omega$  en ausencia de luz.

Este tipo de LDR funciona hasta una tensión de 150 V y tienen unos 30 ms de tiempo de respuesta. Son mucho más sensibles al verde, con un pico entorno a los 540 nm de longitud de onda (la del ojo humano, con luz diurna, está un poco más cerca del amarillo, algo menos de 560 nm). Su sensibilidad aumenta con la temperatura, (no solo con la luz), es decir, a más temperatura, menor resistencia.

La conexión habitual de las fotorresistencias en un circuito, especialmente en los micro-controlados, suele ser como un divisor de tensión. Se dispone la LDR entre la alimentación positiva y la salida de señal (la entrada analógica del micro-controlador) y desde ahí se conecta con una resistencia a la alimentación negativa. El VCC es la alimentación positiva, por ejemplo +5 V para una placa Arduino Uno y masa (GND) la negativa. Si fuera necesaria mucha precisión o realizar ajustes sobre el circuito terminado, se podría usar una resistencia variable en lugar de la resistencia fija como se presenta en la siguiente figura No. 7.

Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---



(Figura No.7: Cambio de resistencia variable).

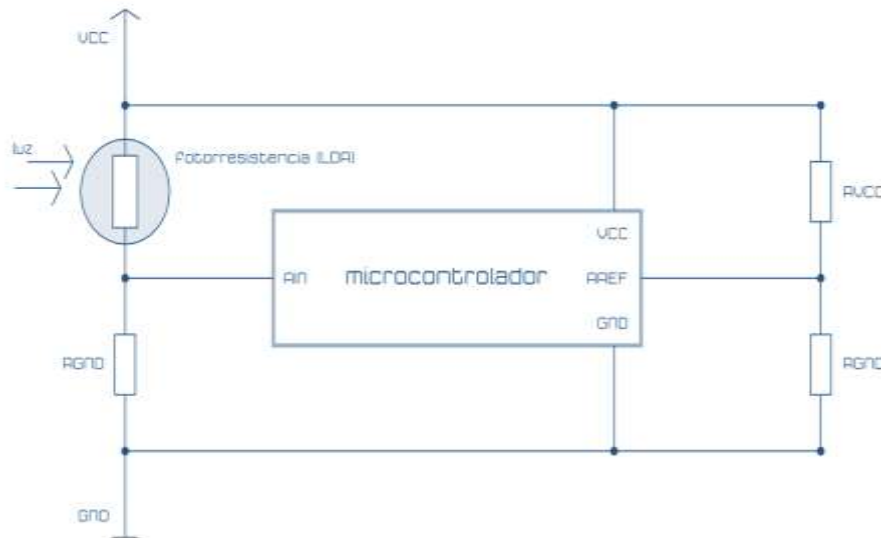
Para calcular la tensión máxima que llegará a la entrada analógica del  $\mu\text{C}$ , se considera la alimentación que se ha planteado para el circuito; se puede multiplicar el valor de VCC por el resultado de dividir la resistencia a masa por la suma de ella y el valor menor de resistencia (máxima luz) de la LDR.

En el anterior cálculo se ve que la tensión a la entrada analógica del  $\mu\text{C}$  nunca será la de la alimentación. Aunque su uso es más de detección que de medición, una construcción muy estricta podría incluir, además de la LDR y la resistencia a masa, un divisor de tensión que sirviera de referencia de medida analógica al micro-controlador.

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

En el caso de Arduino, habría que aplicar a la entrada AREF la salida (el nudo) del divisor de tensión de referencia como se indica en el esquema del circuito de abajo mostrada en la Figura No.8.



(Figura No.8: Divisor de tensión de referencia en la entrada AREF).

El valor de la resistencia RVCC del circuito anterior debe ser igual al menor de la fotorresistencia y el de la resistencia RGND debe ser igual al de la resistencia que conecta a masa la entrada analógica del micro-controlador y la LDR. Para la resistencia RGND se suele usar un valor 10 K $\Omega$ .

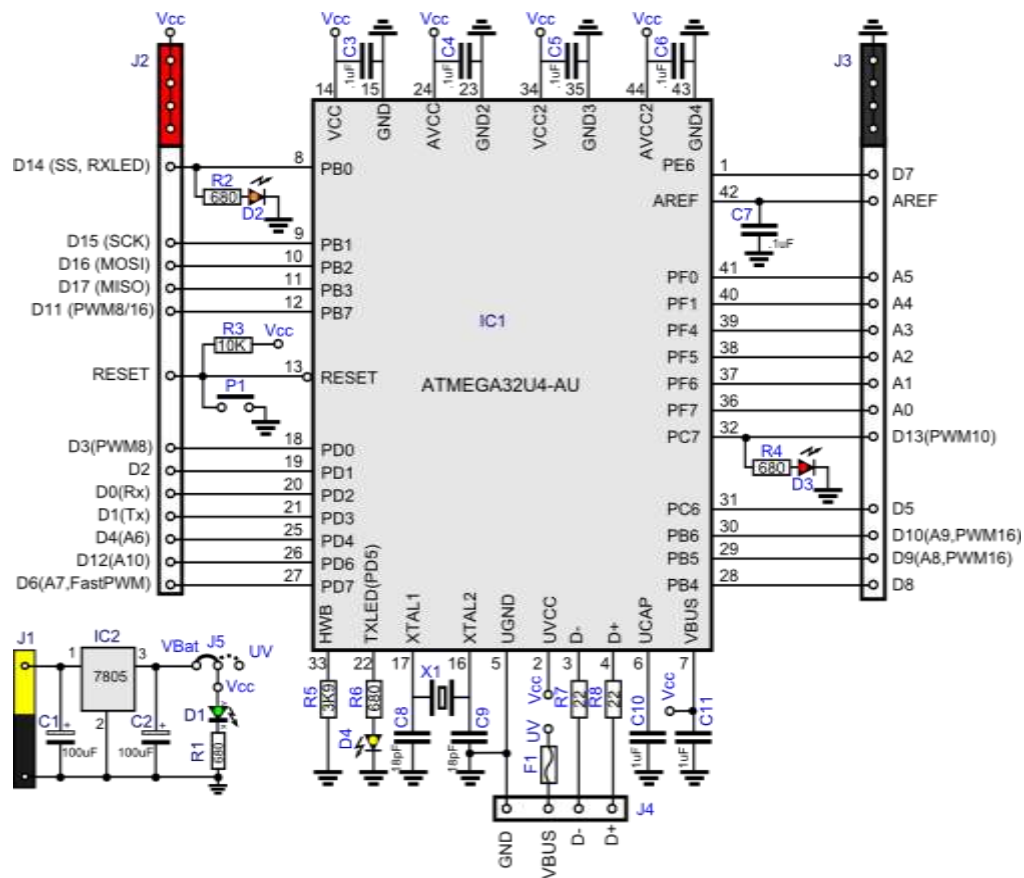
En este caso se medirá la luminancia, que es la cantidad de luz emitida, en el cual se indicara cuanta luminosidad hay en una área determinada, donde su unidad de medida es candelas /metro<sup>2</sup>.

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

- En el segundo bloque del diagrama se encuentra el microcontrolador este es un circuito integrado que posee memoria en la cual se puede grabar un programa para después ejecutarlos. A continuación se detalla el microcontrolador a utilizar:

### 8.2.2 Micro-controlador Uno (ATmega328).

El Arduino Uno, es una placa con un micro-controlador ATmega4 que permite un diseño versátil y económico el circuito se muestra en la siguiente figura No.9.



(Figura No.9 Circuito de Mando, Micro-controlador ATmega328).

(Fuente: Arduino group. (2015).



**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

**8.2.2.1 Algunas ventajas del micro-controlador ATmega328.**

- Este nuevo micro-controlador dispone de USB nativo por hardware, por lo tanto no necesita de ninguna conversión serie-USB.
- Permite a la placa ser utilizada y programada como un dispositivo de entrada para emular un teclado, ratón, también es capaz de controlar un transductor, etc.
- Soporta 12 entradas analógicas y dado que el puerto de comunicación USB es emulado, deja el puerto serial hardware libre para la programación.

A continuación se presenta en la tabla No. 7 las características técnicas de la placa arduino Uno.

Tabla No.7 Especificaciones Generales del Micro-Controlador.

Características técnicas del microcontrolador A Tmega328.	
Voltaje de funcionamiento	5V
Alimentación recomendada	7-12V
Voltaje de entrada (limite)	6-20V
Pines de E/S digitales	14 (6 pueden usarse como salida de PWM)
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua por pin IO	40 mA
Corriente continua en pin 3.3V	50 mA
Memoria flash	32KB (0,5 KB ocupados por el bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1KB
Velocidad de reloj	16MHz

(Fuente: Arduino (2015).



## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

- De Serie: 0 (RX) y 1 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y transmitir datos en serie (TX) TTL. Estos pines están conectados a los pines correspondientes del chip de serie ATmega8U2 de USB a TTL.
- Las interrupciones externas: 2 y 3. Estos pines pueden ser configurados para desencadenar una interrupción en un valor bajo, un flanco ascendente o descendente, o un cambio en el valor.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, y 11. proporcionar una salida de PWM de 8 bits con la función `analogWrite ()`.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estos pines soportan la comunicación SPI utilizando la librería SPI.
- LED: 13. Hay un LED incorporado impulsado por pin digital 13. Cuando el pasador es ALTO, el LED está encendido, cuando el pasador es bajo, es apagado.

TWI: pin A4 o A5 o SDA y SCL pasador. TWI soporte de comunicación utilizando la biblioteca.

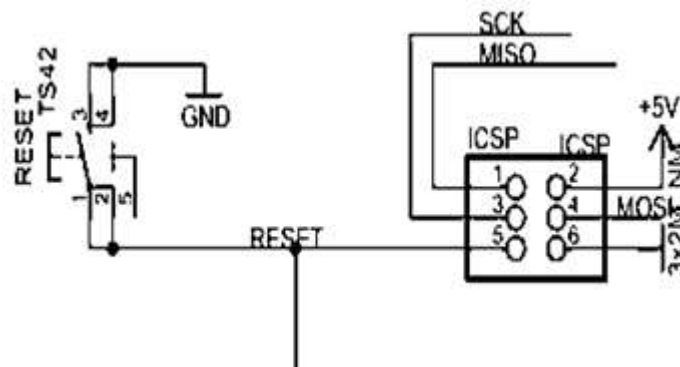
El Uno tiene 6 entradas analógicas, A0 a A5 marcado, cada uno de los cuales proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes). Por defecto se miden desde el suelo a 5 voltios, aunque es posible cambiar el extremo superior de su rango de uso de la función de la `analogReference ()` pin AREF.

Hay un par de pines en la placa: AREF. Voltaje de referencia para las entradas analógicas. Se utiliza con `analogReference ()`.

- Pin Reset: Si llevamos esta línea a LOW, reiniciaremos el micro-controlador.

Normalmente se utiliza para añadir un botón de reinicio para shields que bloquean el botón de reset de la placa. En la figura No.11 detalla el esquema del pin reset.

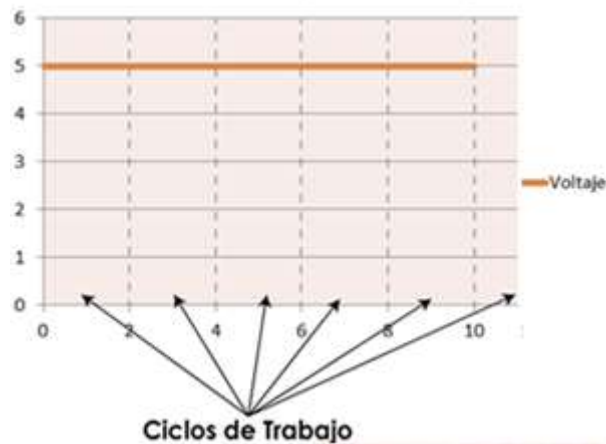
Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.



(Figura No.11 circuito de reset de la placa).

(Fuente: Arduino group. (2015).

En el caso de arduino Uno, el voltaje es de 5 voltios en los pines digitales. Cuando se programa un output, la gráfica de voltaje vs tiempo se presenta como un pulso digital, como se muestra en la siguiente figura No.12.



(Figura No.12 Señal del voltaje Vs Tiempo DC).

(Fuente: López, 2007: pág. 01)

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

### 8.2.3 Entorno del desarrollo arduino.

El entorno del desarrollo arduino se encuentra disponible de forma gratuita en la página web de arduino. Se puede elegir la versión dependiendo del tipo de sistema operativo utilizado.

El entorno está constituida por un editor de texto para escribir el código, un área de mensaje, una consola de texto, una barra de herramientas con botones para las funciones comunes y una serie de menú. Ver figura No.12 en anexo E, el entorno del software ejecutable.

Para conectar la placa con el entorno del desarrollo, se necesita seleccionar el tipo de placa; en este caso se decidió elegir la placa arduino Uno por su versatilidad a la hora de programar debido a la librería completa que la rige. Ver la figura No.13 en anexos F.

Una vez seleccionada la placa es necesario seleccionar el puerto serie en que se encuentra, para poder comenzar la comunicación.

El número del puerto en serie cambia si se encuentra en Linux o Windows. Esto se muestra en la figura No.14 en anexos G, en este caso se encuentra en el com3 si no llegase a encontrar el puerto antes mencionado tendría que ir en dependencia al puerto con en el que la computadora (pc) reconocerá la placa arduino Uno, mientras que en Linux, pese a poder cambiar suele encontrarse en el /dev/ttyacm0.

Arduino utiliza para escribir el software que se denomina “sketch” (programa). Estos programas son escritos en el detector de texto. En el área de mensaje se muestra la información mientras se cargan los programas, mostrando así los errores ocurridos en el momento de ser cargado el programa se cargó con anterioridad o bien si estos procesos se realizados satisfactoriamente.

La barra de herramientas se muestra en la figura No.15 ubicada en anexos H, permite verificar el proceso de carga (compilar), pararlo, creación, apertura y guardado de programa, descarga el programa en la placa y la monitorización de la serie.

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

### **8.2.2.1 Monitorización serie arduino.**

Arduino posee su propia monitorización por medio de un puerto serie a través de la cual se puede escribir y recibir datos. Ver figura 16 en anexos I. Este proceso será el encargado de mostrar los datos que se envían a la placa arduino Uno (placa USB o serie).

- En el tercer bloque del diagrama se encuentran la pantalla LCD es un dispositivo diseñado para mostrar información en forma gráfica. La mayoría de las pantallas LCD vienen unidas a una placa de circuito y poseen pines de entrada/salida de datos.

### **8.2.4 Conexión de la pantalla.**

Es la parte del diseño de la estación meteorológica donde se reflejarán los diferentes datos obtenidos por los sensores meteorológicos que registrarán una señal analógica. La pantalla a utilizar se presenta en la siguiente figura No.17.



(Figura No.17: pantalla led de la estación meteorológica).

(Fuente: <http://panamahitek.com/uso-de-pantalla-lcd-con-arduino/>).

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

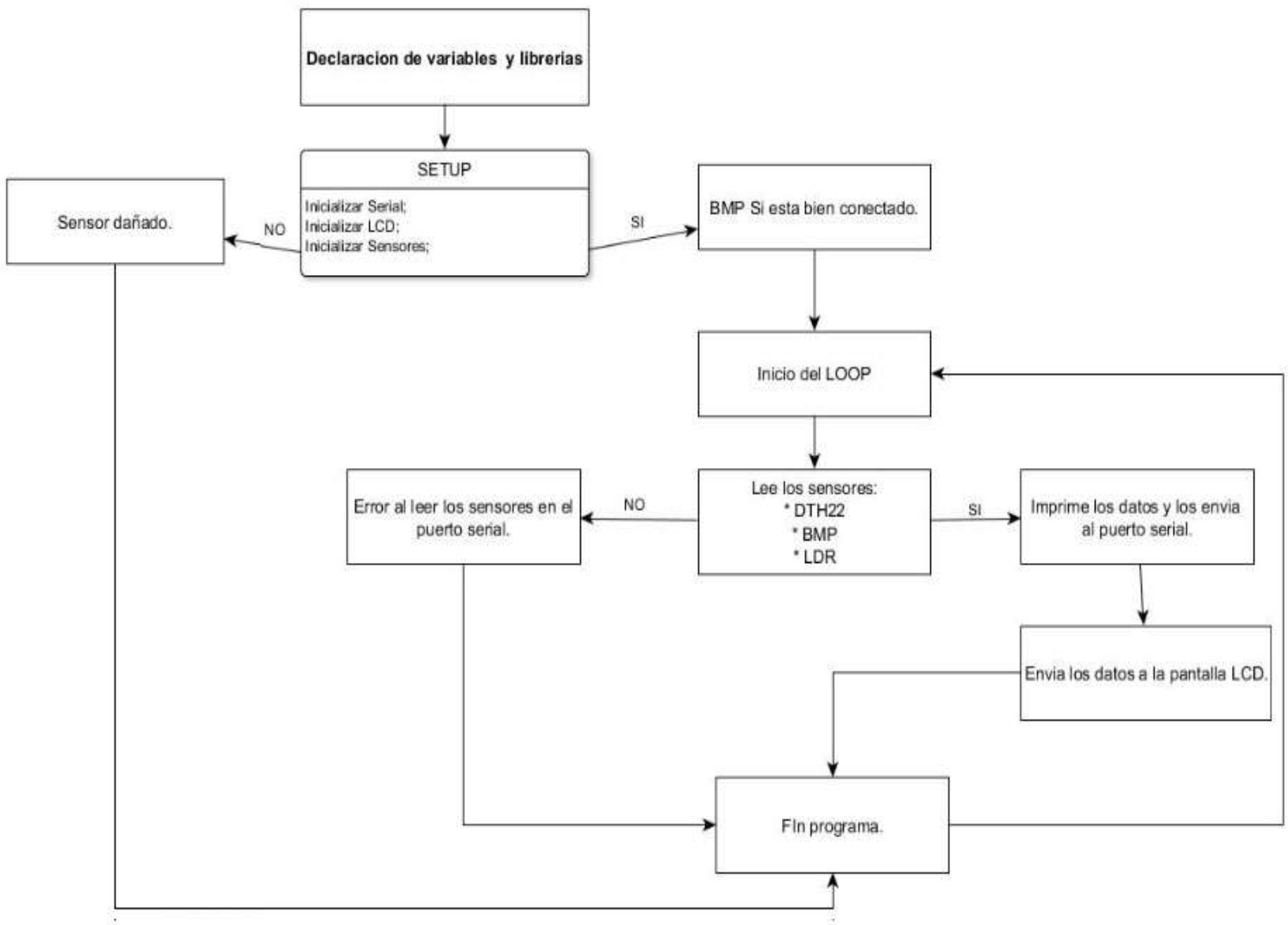
Esta configuración podrá ser usada con cualquier tipo de placa Arduino. Lo que se podrá hacer lo siguiente:

- Conseguir un potenciómetro de 10 K(Los potenciómetros tienen 3 pines. La de la derecha se conecta a positivo de la tabla de nodo. El pin de la izquierda se conecta a negativo de la tabla. La pin del centro se conecta al V0 del LCD que es para regular el contraste).
- Se conecta el vss del LCD a negativo de la tabla de nodo.
- El vdd del LCD a positivo de la tabla de nodo.
- Las conexiones de (RS E D4 D5 D6 D7) del LCD se conectan a las entradas digitales del arduino (7, 8, 9, 10, 11, 12) respectivamente.
- El pin A y K se conectan a positivo y negativo de la tabla (panama hitek, 2013).

# Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

## 8.2.5 Diagrama de flujo del programa.

En la figura No. 18, se muestran la etapas de una estación meteorológicas previas antes de funcionar en esta definen algunas directivas que configuran el modo de funcionamiento del micro controlador.



(Figura No.18: Diagrama de flujo del programa).

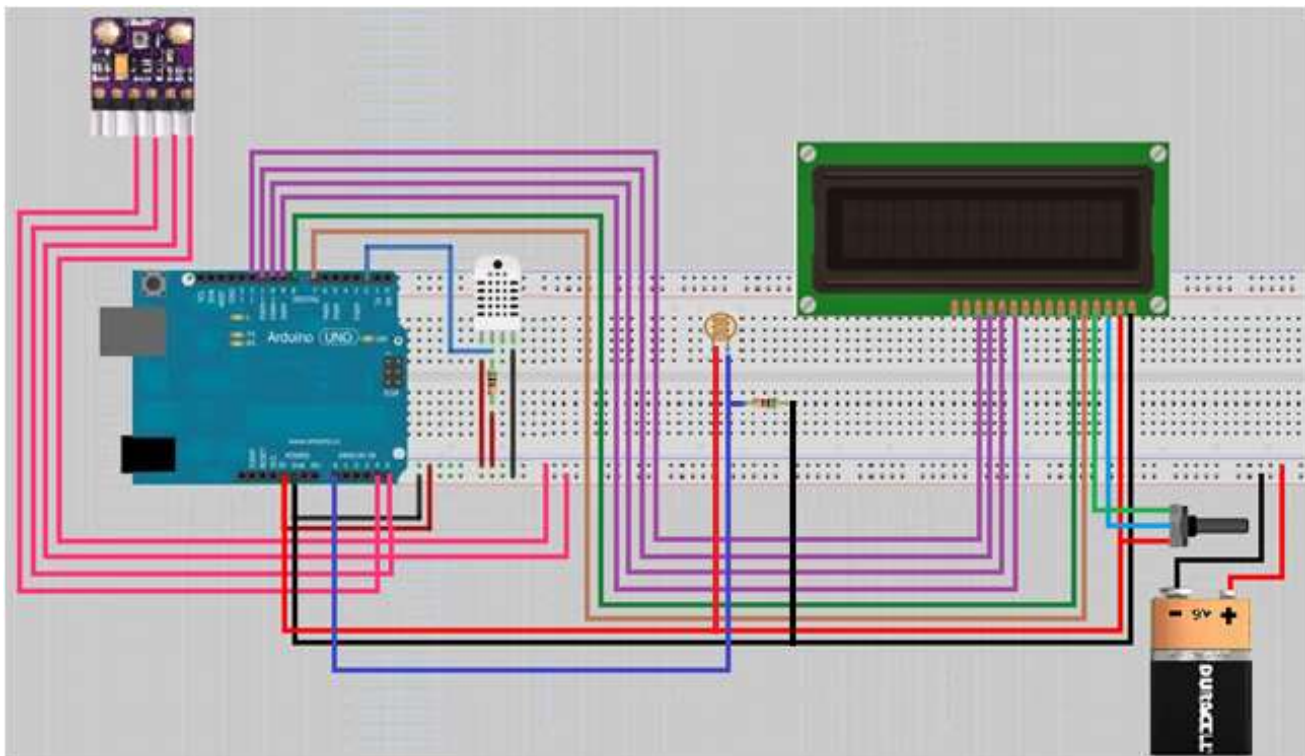


Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

### 8.2.6 Diagrama electrónico.

Muestra de forma general el circuito de la estación meteorológica, compuesto por la plataforma arduino y los sensores de variables climáticas presente en la figura No.19.



(Figura 19: Circuito general de la estación meteorológica).

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

**8.3- Construir el prototipo de una estación meteorológica a pequeña escala para las mediciones climáticas y las pruebas de funcionamiento de la misma.**

Para construir el prototipo de la estación meteorológica, se utilizaron los siguientes materiales:

- ❖ Dos láminas de madera de balsa.
- ❖ Un frasco de silicona.
- ❖ Una caladora o cortadora.
- ❖ Tres trozos de aluminio.
- ❖ La plataforma arduino.
- ❖ Pantalla lectora de datos.
- ❖ Sensores de medición de variables climáticas.

Se tomó todos estos materiales y se elaboró el prototipo de la estación meteorológica a como se muestra en la siguiente figura No.20.

Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

### 8.3.1 Prototipo de la estación meteorológica (Maqueta).



(Figura No.20: Prototipo de la estación meteorológica).

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

**8.3.2 Prueba de funcionamiento.**

Para verificar el buen funcionamiento del prototipo del diseño de la estación meteorológica, se procedió con el mismo a medir las variables climáticas como la temperatura, humedad relativa, presión atmosférica en el área del aeropuerto Augusto César Sandino para así comparar los resultados del prototipo con la estación meteorológica ubicada en dicho lugar, ya que no se logró comparar los datos climáticos en la universidad UNAN-Managua puesto que en la misma no posee tal estación.

Cabe destacar que la variable climática de la radiación solar no se logró comparar, puesto que la estación del aeropuerto no registra dicho elemento climático y por ende no había datos que comparar. A continuación se presenta la tabla No.8 donde refleja los datos obtenidos por parte de la estación meteorológica ubicada en el aeropuerto Augusto César Sandino.

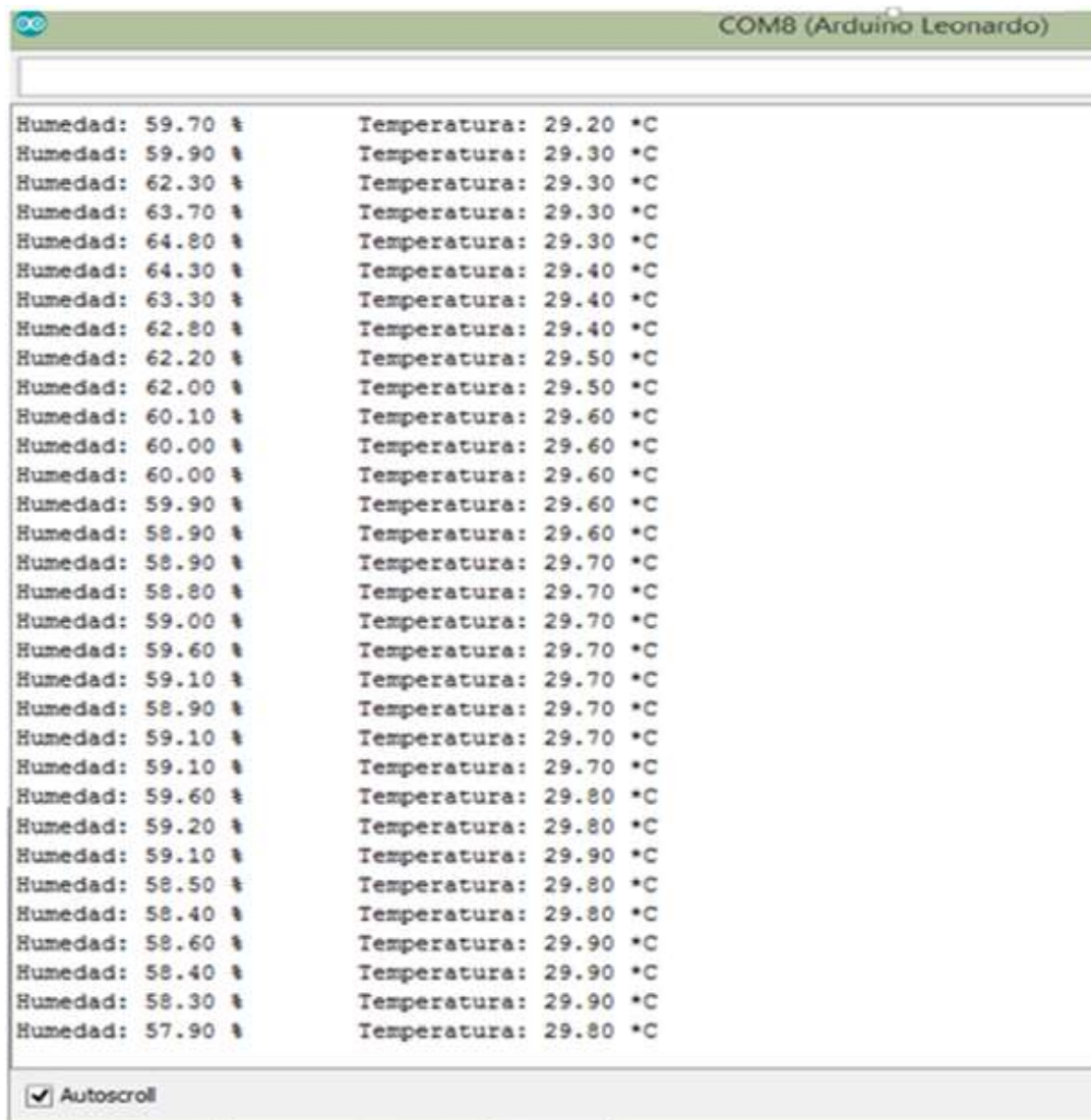
**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

(Tabla No.8 Datos climáticos registrados por la estación meteorológica del aeropuerto).

<b>INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES</b>							
<b>I.N.E.T.E.R.</b>							
<b>DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA</b>							
<b>DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD T/R</b>							
<b>TABLAS CLIMATICAS DE RESUMEN MENSUAL.</b>							
ESTACION A Aeropuerto Augusto César Sandino				Dic.2016			
DIA	TEMPERATURA °C			HUMEDAD H. Relat.	PRECION Presion A Nivel de la Estación		
	MAX	MIN	MED.		Med-mb	Max-mb	Min-mb
1	32.0	23.7	27.9	83	1002.1	1003.2	1001.3
2	31.4	22.8	27.1	85	999.8	1001.6	997.9
3	30.8	23.1	27.0	84	998.8	1001.2	996.3
4	32.3	22.4	27.4	83	995.2	998.3	992.1
5	31.8	25.6	28.7	77	999.4	1001.7	997.1
6	32.1	27.8	30.0	71	994.3	995.7	992.9
7	33.0	26.5	29.8	70	996.1	997.5	994.6
8	32.5	25.4	29.0	72	995.9	997.4	994.3
9	33.2	28.1	30.7	76	995.6	996.1	995.1
10	31.2	24.7	28.0	75	996.1	996.6	995.5
11	31.5	28.2	29.9	70	995.1	995.4	994.7
12	32.7	25.5	29.1	68	995.2	996.1	994.3
13	31.8	29.6	30.7	63	993.7	996.1	991.2
14	30.3	28.6	29.5	81	994.1	993.9	992.9
15	31.2	30.0	30.6	71	993.3	995.8	990.7
16	31.3	30.9	31.1	79	992.8	995.4	990.1
17	32.1	24.5	28.3	81	993.3	996.3	990.3
18	28.9	24.5	26.7	79	993.4	995.8	991.0
19	27.6	26.4	27.0	76	992.7	994.3	991.1
20	31.5	29.1	30.3	77	993.9	995.6	992.2
21	30.1	24.1	27.1	79	994.1	996.2	992.0
22	32.7	20.8	26.8	80	994.2	995.9	992.4
23	31.9	24.8	28.4	82	994.6	996.1	993.1
24	30.2	25.1	27.7	83	994.3	995.2	993.4
25	31.4	23.2	27.3	82	994.7	996.5	992.9
SUMA	785.5	645.4	716.1	1927.0	24882.0	24924.1	24839.2
MEDIA	31.4	25.8	28.6	77.1	995.3	997.0	993.6
MAX	33.2	30.9	31.1	85.0	1002.1	1003.2	1001.3
MIN	27.6	20.8	26.7	63.0	992.7	994.1	990.1

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

La fecha en que se registró las variables climáticas por parte del prototipo de la estación meteorológica fueron entre el 13 y 15 de diciembre y para verificar la veracidad de los datos obtenidos, se solicitó a INETER los datos registrados por la estación meteorológica del aeropuerto antes mencionado para poder comparar las dos mediciones entre sí y comprobar si el prototipo de la estación meteorológica refleja datos confiables. En las siguientes figuras No.21 y No.22, se presentan los datos climáticos registrados por el prototipo de la estación meteorológica en el primer día de prueba (13 de diciembre).



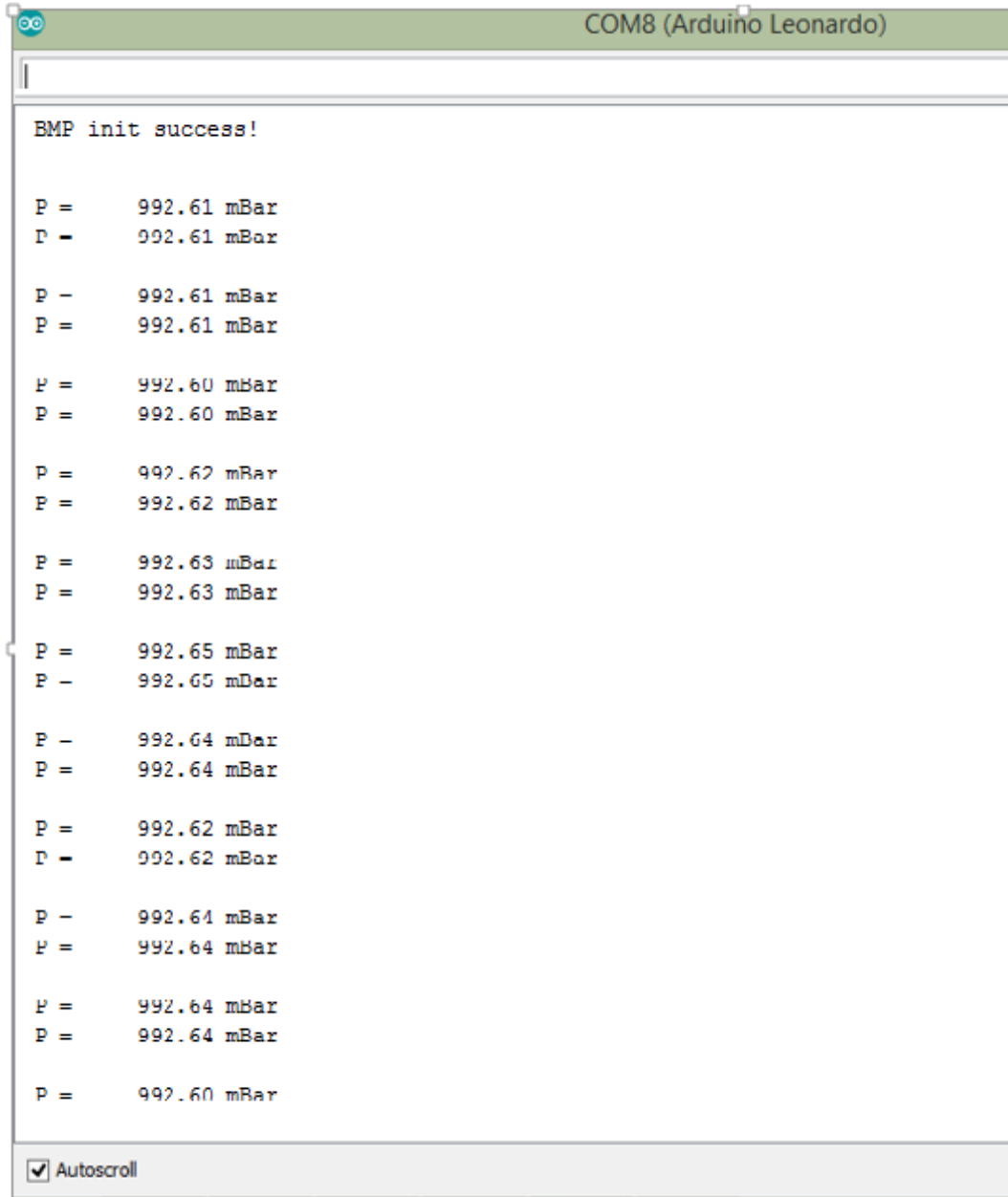
The image shows a screenshot of a terminal window titled "COM8 (Arduino Leonardo)". The window displays a list of 25 rows of data, each containing a humidity reading followed by a temperature reading. The humidity values range from 57.90% to 64.80%, and the temperature values range from 29.20°C to 29.90°C. At the bottom of the window, there is a checkbox labeled "Autoscroll" which is checked.

Humedad	Temperatura
Humedad: 59.70 %	Temperatura: 29.20 *C
Humedad: 59.90 %	Temperatura: 29.30 *C
Humedad: 62.30 %	Temperatura: 29.30 *C
Humedad: 63.70 %	Temperatura: 29.30 *C
Humedad: 64.80 %	Temperatura: 29.30 *C
Humedad: 64.30 %	Temperatura: 29.40 *C
Humedad: 63.30 %	Temperatura: 29.40 *C
Humedad: 62.80 %	Temperatura: 29.40 *C
Humedad: 62.20 %	Temperatura: 29.50 *C
Humedad: 62.00 %	Temperatura: 29.50 *C
Humedad: 60.10 %	Temperatura: 29.60 *C
Humedad: 60.00 %	Temperatura: 29.60 *C
Humedad: 60.00 %	Temperatura: 29.60 *C
Humedad: 59.90 %	Temperatura: 29.60 *C
Humedad: 58.90 %	Temperatura: 29.60 *C
Humedad: 58.90 %	Temperatura: 29.70 *C
Humedad: 58.80 %	Temperatura: 29.70 *C
Humedad: 59.00 %	Temperatura: 29.70 *C
Humedad: 59.60 %	Temperatura: 29.70 *C
Humedad: 59.10 %	Temperatura: 29.70 *C
Humedad: 58.90 %	Temperatura: 29.70 *C
Humedad: 59.10 %	Temperatura: 29.70 *C
Humedad: 59.10 %	Temperatura: 29.70 *C
Humedad: 59.60 %	Temperatura: 29.80 *C
Humedad: 59.20 %	Temperatura: 29.80 *C
Humedad: 59.10 %	Temperatura: 29.90 *C
Humedad: 58.50 %	Temperatura: 29.80 *C
Humedad: 58.40 %	Temperatura: 29.80 *C
Humedad: 58.60 %	Temperatura: 29.90 *C
Humedad: 58.40 %	Temperatura: 29.90 *C
Humedad: 58.30 %	Temperatura: 29.90 *C
Humedad: 57.90 %	Temperatura: 29.80 *C

(Figura No.21: Datos registrados por el prototipo en el primer día de prueba).

Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---



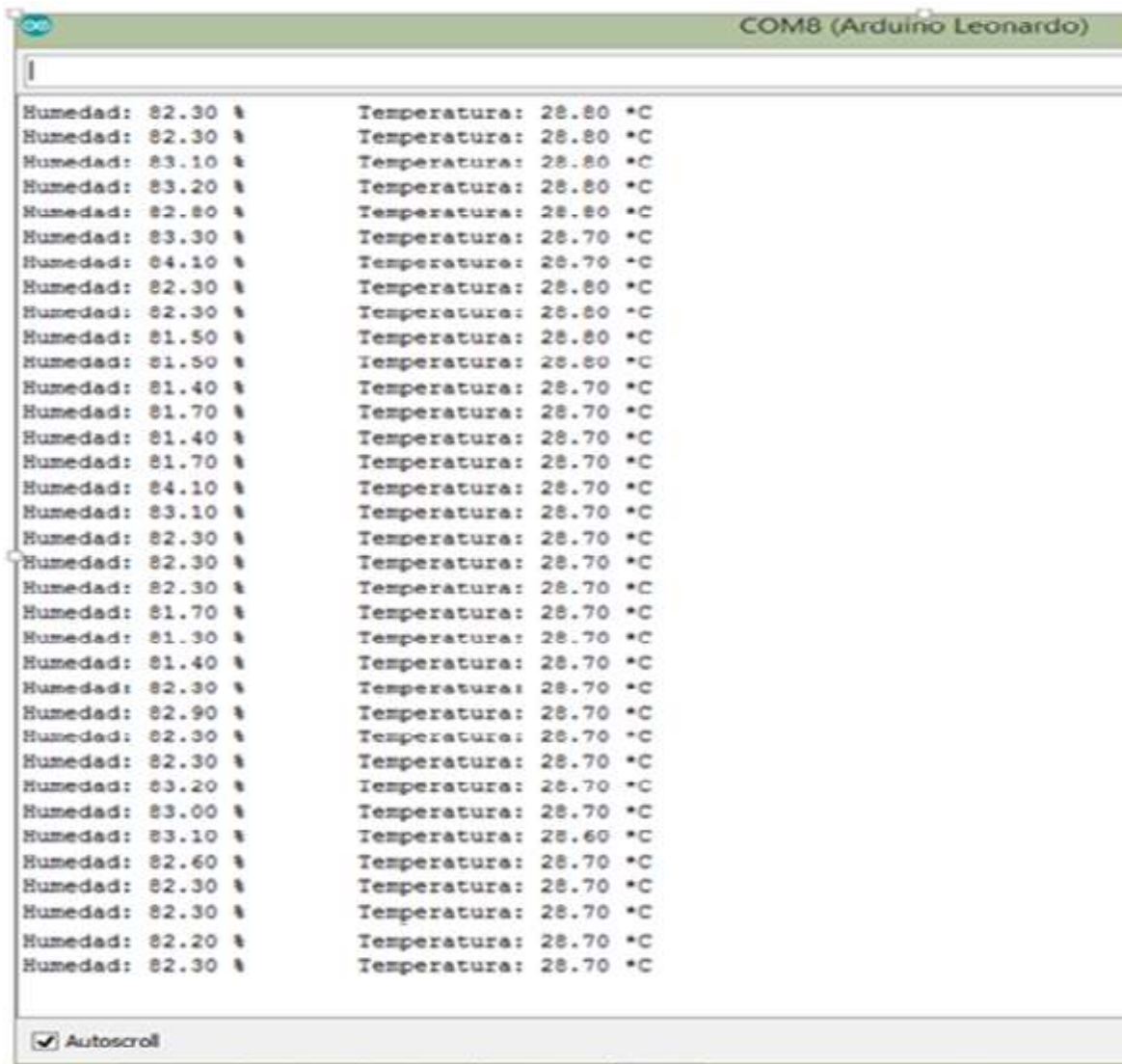
```
BMP init success!  
  
P = 992.61 mBar  
P - 992.61 mBar  
  
P - 992.61 mBar  
P = 992.61 mBar  
  
P = 992.60 mBar  
P = 992.60 mBar  
  
P = 992.62 mBar  
P = 992.62 mBar  
  
P = 992.63 mBar  
P = 992.63 mBar  
  
P = 992.65 mBar  
P - 992.65 mBar  
  
P - 992.64 mBar  
P = 992.64 mBar  
  
P = 992.62 mBar  
P - 992.62 mBar  
  
P - 992.64 mBar  
P = 992.64 mBar  
  
P = 992.64 mBar  
P = 992.64 mBar  
  
P = 992.60 mBar
```

Autoscroll

(Figura No.22: Datos de la presión atmosférica en el primer día de prueba).

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

En las siguientes figuras No.23 y No.24, se presentan los registros de la temperatura, humedad y presión atmosférica tomados en el segundo día de pruebas (14 de diciembre) de resultados en el área del aeropuerto Augusto César Sandino.



The screenshot shows a serial monitor window with the title 'COM8 (Arduino Leonardo)'. The window contains a list of 30 rows of data, each with two columns: 'Humedad' (Humidity) and 'Temperatura' (Temperature). The humidity values range from 81.30% to 84.10%, and the temperature values range from 28.60°C to 28.80°C. At the bottom of the window, there is a checkbox labeled 'Autoscroll' which is checked.

Humedad	Temperatura
82.30 %	28.80 °C
82.30 %	28.80 °C
83.10 %	28.80 °C
83.20 %	28.80 °C
82.80 %	28.80 °C
83.30 %	28.70 °C
84.10 %	28.70 °C
82.30 %	28.80 °C
82.30 %	28.80 °C
81.50 %	28.80 °C
81.50 %	28.80 °C
81.40 %	28.70 °C
81.70 %	28.70 °C
81.40 %	28.70 °C
81.70 %	28.70 °C
84.10 %	28.70 °C
83.10 %	28.70 °C
82.30 %	28.70 °C
82.30 %	28.70 °C
82.30 %	28.70 °C
81.70 %	28.70 °C
81.30 %	28.70 °C
81.40 %	28.70 °C
82.30 %	28.70 °C
82.90 %	28.70 °C
82.30 %	28.70 °C
82.30 %	28.70 °C
83.20 %	28.70 °C
83.00 %	28.70 °C
83.10 %	28.60 °C
82.60 %	28.70 °C
82.30 %	28.70 °C
82.30 %	28.70 °C
82.20 %	28.70 °C
82.30 %	28.70 °C

(Figura No.23: Datos registrados por el prototipo en el segundo día de prueba).



Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

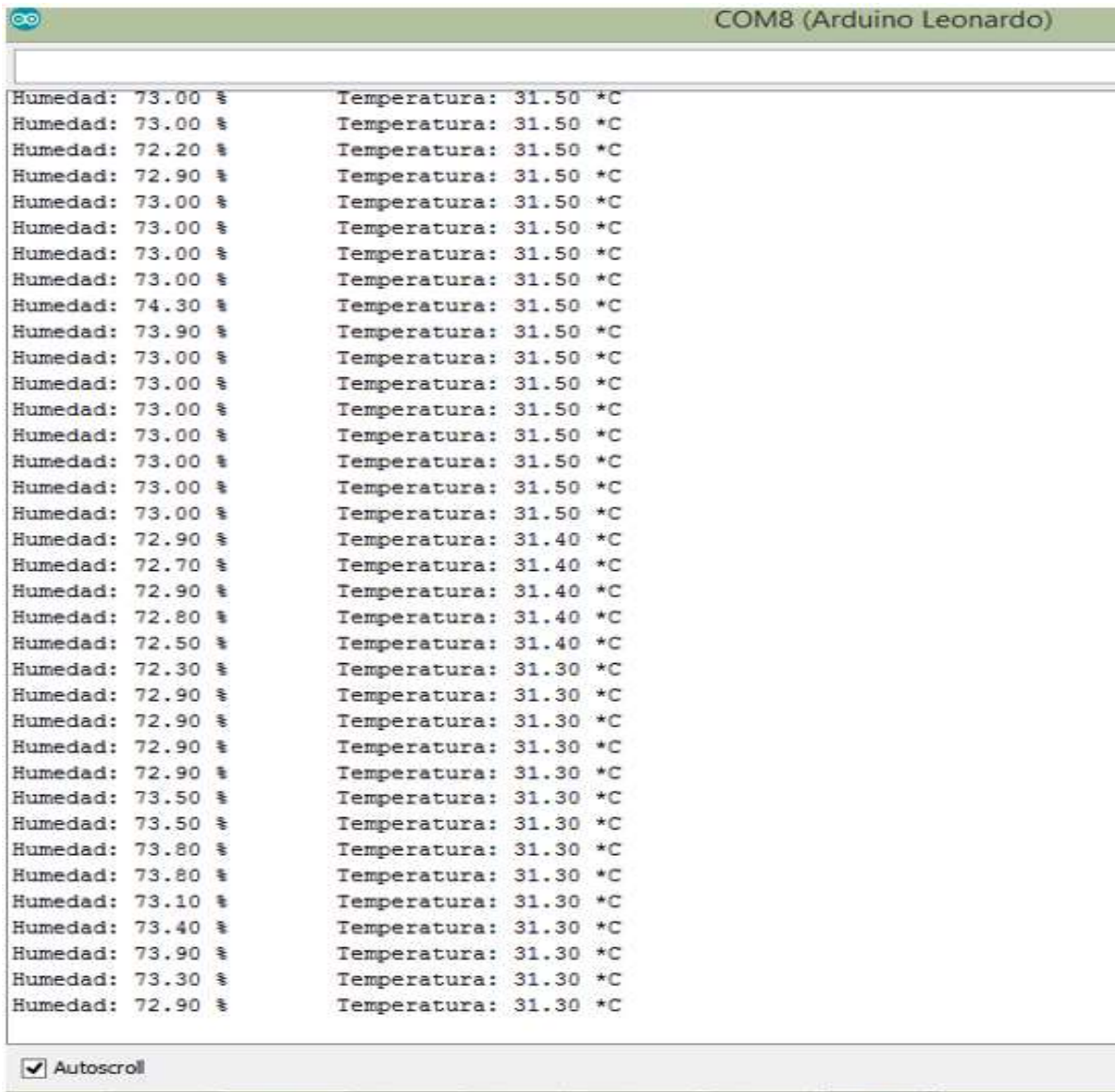
```
BMP init success!  
  
P = 993.20 mBar  
P = 993.20 mBar  
  
P = 993.20 mBar  
P = 993.20 mBar  
  
P = 993.21 mBar  
P = 993.21 mBar  
  
P = 993.21 mBar  
P = 993.21 mBar  
  
P = 993.21 mBar  
P = 993.21 mBar  
  
P = 993.16 mBar  
P = 993.16 mBar  
  
P = 993.16 mBar  
P = 993.16 mBar  
  
P = 993.19 mBar  
P = 993.19 mBar  
  
P = 993.19 mBar  
P = 993.19 mBar  
  
P = 993.19 mBar  
P = 993.19 mBar
```

Autoscroll

(Figura No.24: Datos de la presión atmosférica en el segundo día de prueba).

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

En las presentes imágenes No.25 y No.26, reflejan los datos climáticos obtenidos por el prototipo de la estación meteorológica en el aeropuerto en el tercer día (15 de diciembre) de pruebas de resultados.



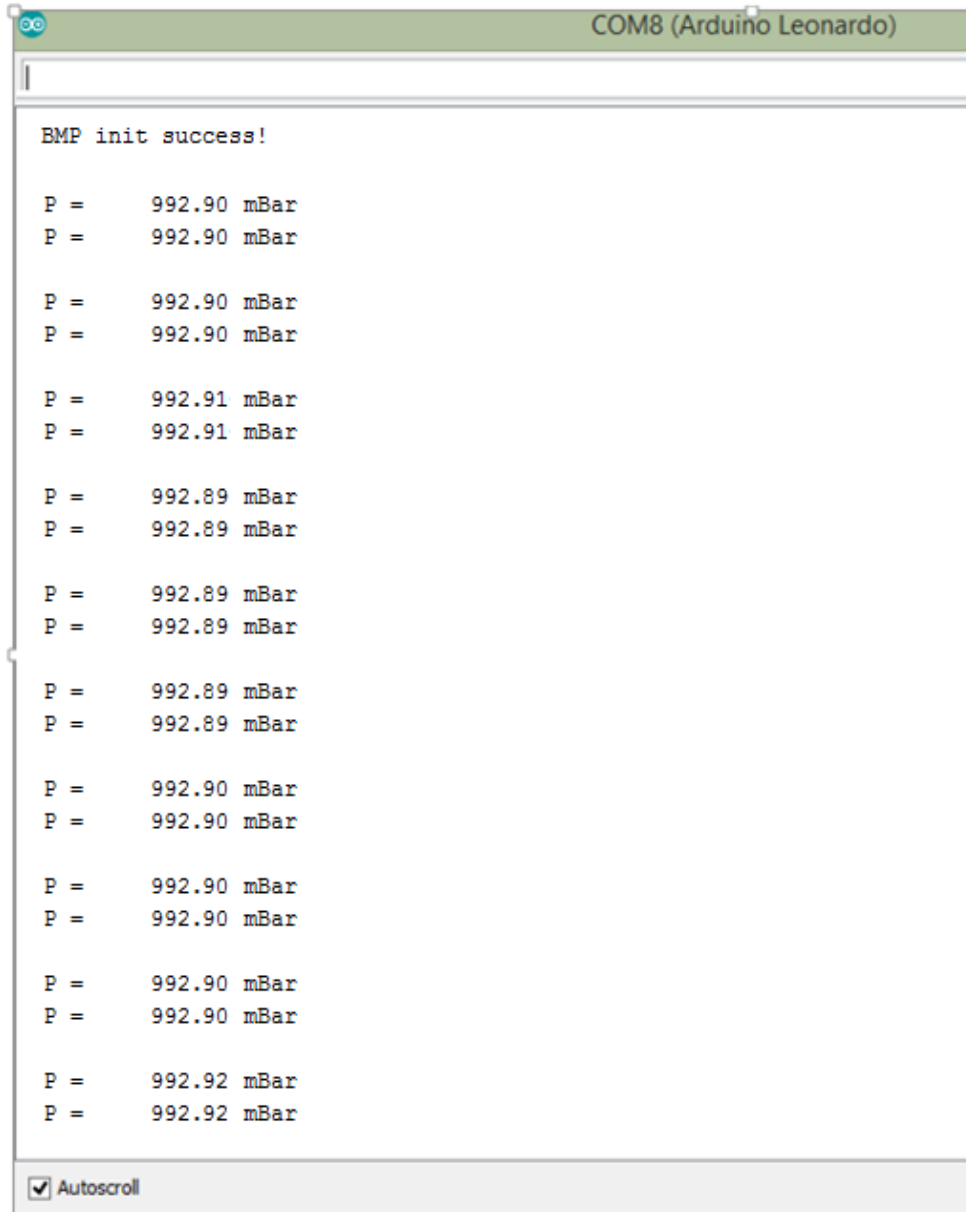
The screenshot shows a serial monitor window with the title "COM8 (Arduino Leonardo)". The window displays a list of 30 data points, each consisting of a humidity reading followed by a temperature reading. The humidity readings are in percent, and the temperature readings are in degrees Celsius. The data is as follows:

Humedad	Temperatura
73.00 %	31.50 *C
73.00 %	31.50 *C
72.20 %	31.50 *C
72.90 %	31.50 *C
73.00 %	31.50 *C
73.00 %	31.50 *C
73.00 %	31.50 *C
73.00 %	31.50 *C
74.30 %	31.50 *C
73.90 %	31.50 *C
73.00 %	31.50 *C
73.00 %	31.50 *C
73.00 %	31.50 *C
73.00 %	31.50 *C
73.00 %	31.50 *C
73.00 %	31.50 *C
73.00 %	31.50 *C
73.00 %	31.50 *C
72.90 %	31.40 *C
72.70 %	31.40 *C
72.90 %	31.40 *C
72.80 %	31.40 *C
72.50 %	31.40 *C
72.30 %	31.30 *C
72.90 %	31.30 *C
72.90 %	31.30 *C
72.90 %	31.30 *C
72.90 %	31.30 *C
72.90 %	31.30 *C
73.50 %	31.30 *C
73.50 %	31.30 *C
73.80 %	31.30 *C
73.80 %	31.30 *C
73.10 %	31.30 *C
73.40 %	31.30 *C
73.90 %	31.30 *C
73.30 %	31.30 *C
72.90 %	31.30 *C

At the bottom of the window, there is a checkbox labeled "Autoscroll" which is checked.

(Figura No.25: Datos registrados por el prototipo en el tercer día de prueba).

Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.



The image shows a screenshot of an Arduino IDE serial monitor window. The title bar reads "COM8 (Arduino Leonardo)". The main area displays the following text:

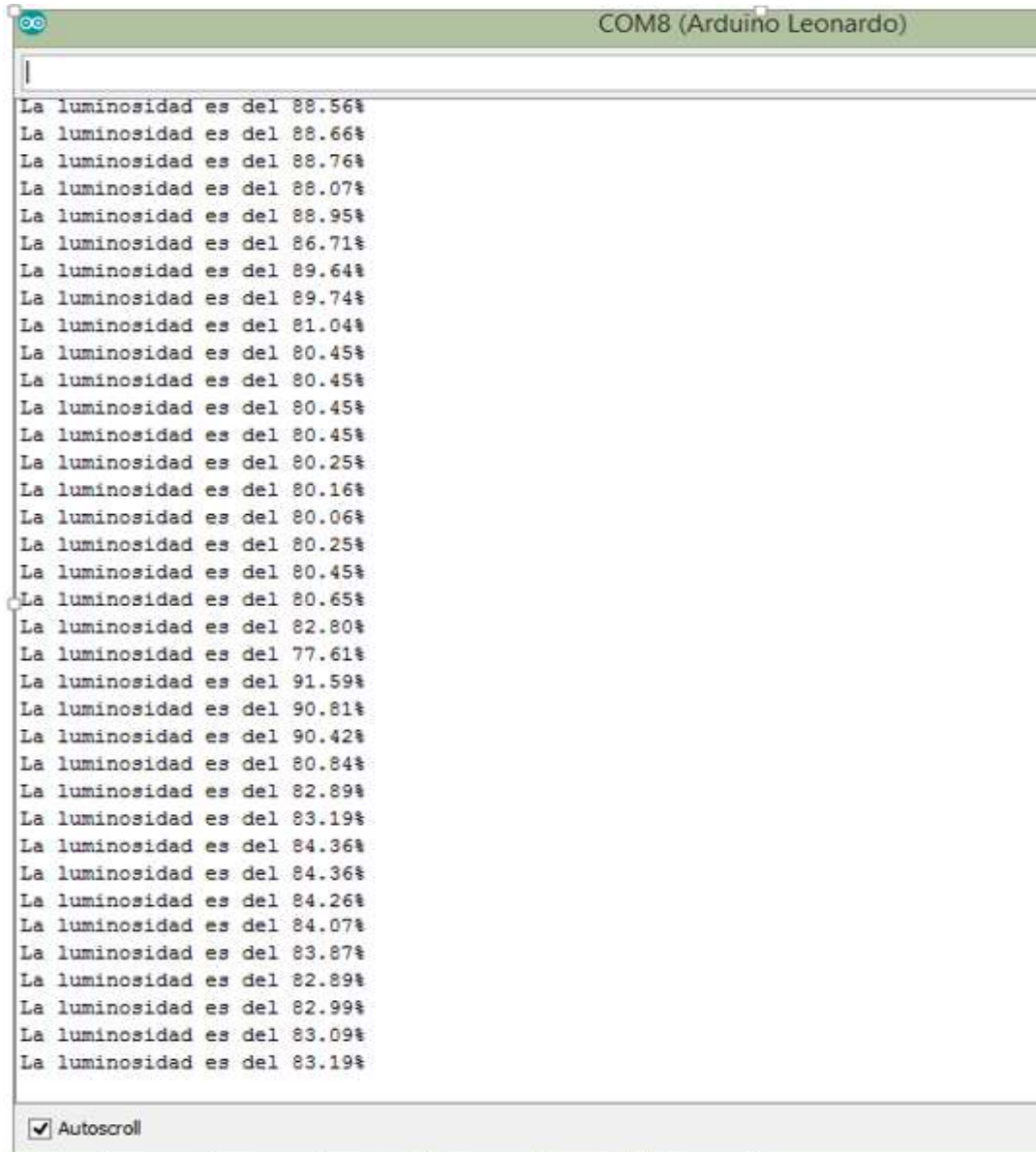
```
BMP init success!  
  
P = 992.90 mBar  
P = 992.90 mBar  
  
P = 992.90 mBar  
P = 992.90 mBar  
  
P = 992.91 mBar  
P = 992.91 mBar  
  
P = 992.89 mBar  
P = 992.89 mBar  
  
P = 992.89 mBar  
P = 992.89 mBar  
  
P = 992.89 mBar  
P = 992.89 mBar  
  
P = 992.90 mBar  
P = 992.90 mBar  
  
P = 992.90 mBar  
P = 992.90 mBar  
  
P = 992.90 mBar  
P = 992.90 mBar  
  
P = 992.92 mBar  
P = 992.92 mBar
```

At the bottom of the window, there is a checkbox labeled "Autoscroll" which is checked.

(Figura No.26: Datos de la presión atmosférica en el tercer día de prueba).

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

En la presente figura No.27, muestra la variable climática de la radiación solar (luminosidad). Los datos solo se obtuvieron como referencia del buen funcionamiento del sensor, ya que dichos registros no serán comparados con los datos de la estación meteorológica del aeropuerto porque tal estación no mide ésta variable (radiación solar).



```
COM8 (Arduíno Leonardo)
La luminosidad es del 88.56%
La luminosidad es del 88.66%
La luminosidad es del 88.76%
La luminosidad es del 88.07%
La luminosidad es del 88.95%
La luminosidad es del 86.71%
La luminosidad es del 89.64%
La luminosidad es del 89.74%
La luminosidad es del 81.04%
La luminosidad es del 80.45%
La luminosidad es del 80.45%
La luminosidad es del 80.45%
La luminosidad es del 80.45%
La luminosidad es del 80.25%
La luminosidad es del 80.16%
La luminosidad es del 80.06%
La luminosidad es del 80.25%
La luminosidad es del 80.45%
La luminosidad es del 80.65%
La luminosidad es del 82.80%
La luminosidad es del 77.61%
La luminosidad es del 91.59%
La luminosidad es del 90.81%
La luminosidad es del 90.42%
La luminosidad es del 80.84%
La luminosidad es del 82.89%
La luminosidad es del 83.19%
La luminosidad es del 84.36%
La luminosidad es del 84.36%
La luminosidad es del 84.26%
La luminosidad es del 84.07%
La luminosidad es del 83.87%
La luminosidad es del 82.89%
La luminosidad es del 82.99%
La luminosidad es del 83.09%
La luminosidad es del 83.19%
```

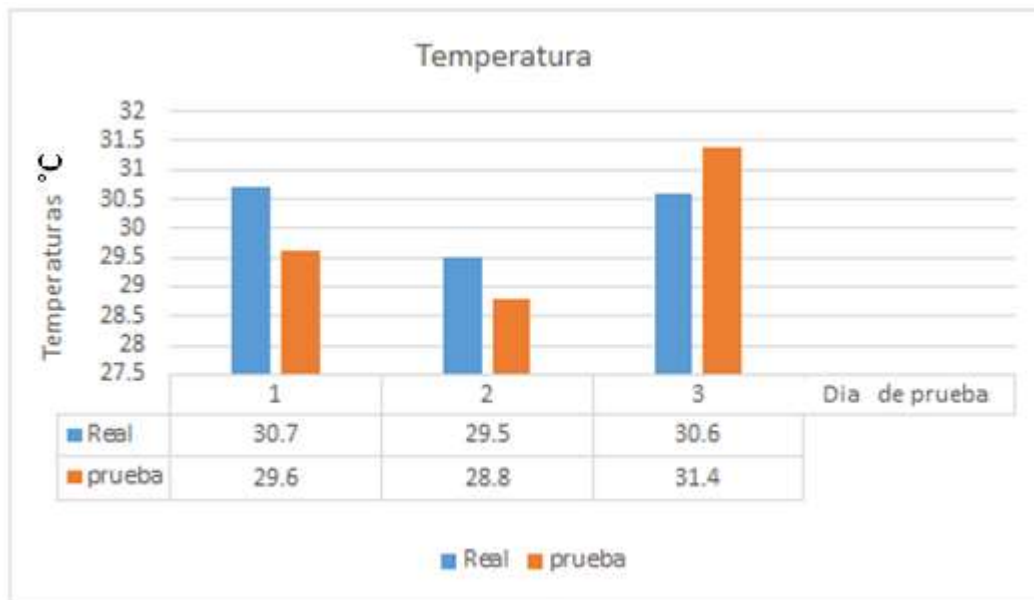
Autoscroll

(Figura No.27: Datos de la luminosidad en el tercer día de prueba).

Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

**8.3.3 Gráficas comparativas de datos climáticos.**

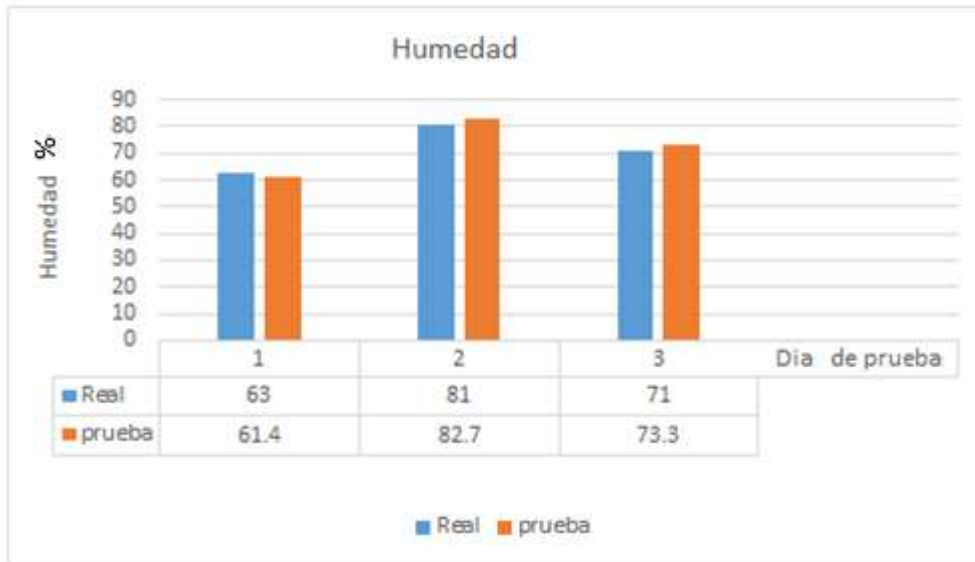
Los datos adquiridos por parte del prototipo de la estación y los de la estación del aeropuerto (proporcionada por INETER) son graficados para comparar mejor sus valores entre sí y ver grado de veracidad de los datos climáticos obtenido por el prototipo. En la siguiente gráfica No.4 muestra la comparación de datos de la temperatura.



(Gráfica No.4: Datos comparativos de la Temperatura).

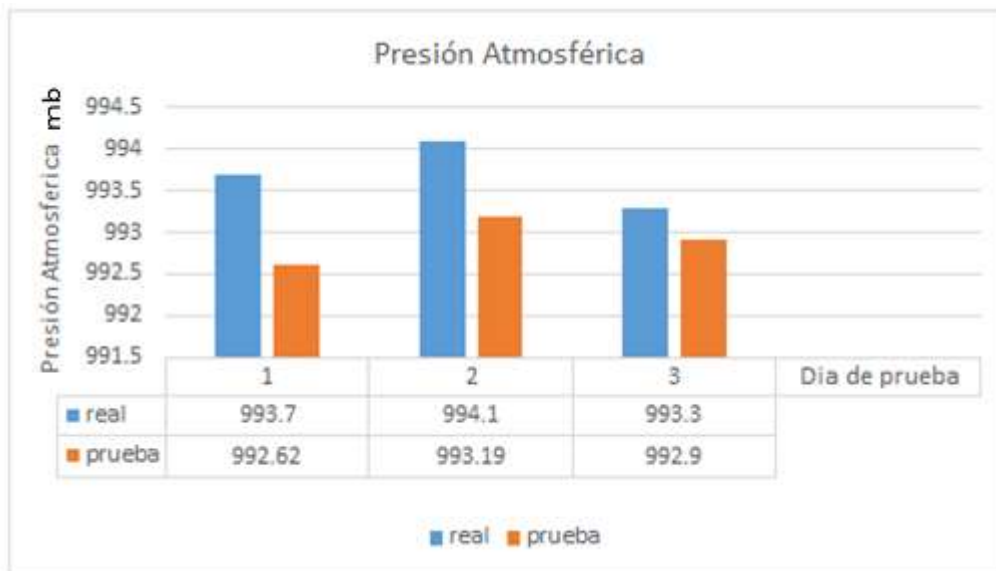
Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

En la siguiente gráfica No.5, refleja los datos comparativos de la humedad adquiridos entre las dos estaciones meteorológicas.



(Gráfica No.5 Datos comparativos de la Humedad).

A continuación se presenta la gráfica No.6 los registros comparativos de la presión atmosférica obtenidos durante los días de pruebas entre las dos estaciones meteorológicas.



(Gráfica No.6: Datos comparativos de la Presión Atmosférica).

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

### 9 Conclusiones.

Los parámetros de medición del clima en la universidad UNAN-Managua ha estado bajo la supervisión del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, (INETER), el cual ha registrado datos climáticos a lo largo de la historia de la universidad cuyas variables han sido la temperatura, humedad, presión atmosférica, precipitación, velocidad del viento y radiación solar; pero con el inconveniente de contar con datos antiguos del clima, ya que actualmente no cuenta con una estación meteorológica que obtenga datos actuales sobre los fenómenos del clima en el Recinto Universitario Rubén Darío (RURD), por lo que sólo cuenta con un proyecto de una estación meteorológica por parte de INETER y el departamento de geografía que ha quedado sin finalizar.

Para completar el diseño de una estación meteorológica se tomó en cuenta tres etapas, como lo fueron la de los sensores, la plataforma o microcontrolador arduino, la alimentación y la pantalla para así poder mostrar un diseño más completo a la hora de registrar variables climáticas y por ende dar una alternativa en respuesta a la problemática de una estación meteorológica en la universidad UNAN-Managua.

La construcción del prototipo de la estación meteorológica se ha llevado a cabo sin mayores inconvenientes a la hora de la interconexión de los sensores al microcontrolador de arduino, ya que este es muy práctico y da muchas ventajas para el sensado. Además se logró comprobar el buen funcionamiento del prototipo de la estación, al comparar los datos obtenidos del mismo con la estación meteorológica del aeropuerto Augusto César Sandino, determinando así la veracidad de los datos climáticos obtenidos por dicha estación.

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

## **10 Recomendaciones.**

En el diseño de la estación meteorológica se contaron con algunos tipos de inconvenientes a la hora de contar con datos climáticos actualizados, ya que una estación meteorológica que había anteriormente dejó de funcionar hace varios años y por ende no hay la manera de comparar los datos con el prototipo del diseño de la estación meteorológica, para así poder ver las similitudes en los registros obtenidos. Para este diseño se recomendamos ciertas mejoras que se podría tener en cuenta:

1. Para la estación meteorológica se deben tener en cuenta el sitio donde debe ser ubicada desde el punto de vista meteorológico, es decir que las variables a medir en dicha estación debían ser típicas del área.
2. La ubicación de los instrumentos meteorológicos debía quedar dentro de lo posible, alejadas de edificaciones, declives pronunciados, acantilados y hondonadas.
3. Se pueden agregar más sensores de mayor precisión al diseño de la estación para medir más variables meteorológicas.
4. Se debe de contar con una persona capacitada para el monitoreo de la estación.
5. Se debe contar con fuente de 9v externa en caso de que no haya energía eléctrica.
6. Se recomienda usar el programa PLX-DAC que es una herramienta de datos del micro controlador en la que se pueden enviar y almacenar datos a Excel mediante un puerto serie de la pc.



**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

## **11 Bibliografía.**

*docplayer.es.* (23 de mayo de 2004). Obtenido de [docplayer.es/18491131-Instituto-politecnico-nacional-escuela-superior-de-ingenieria-](http://docplayer.es/18491131-Instituto-politecnico-nacional-escuela-superior-de-ingenieria-).

(s.f.). *INETER.*

*omniblug.com.* (5 de mayo de 2012). Obtenido de <http://www.omniblug.com/sensor-temperatura-humedad-DHT11-DHT22.html>

*panama hitek.* (24 de mayo de 2013). Obtenido de <http://panamahitek.com/uso-de-pantalla-lcd-con-arduino/>

rodriguez, r. (2004). *meteorologia y climatologia.* fundacion española para la ciencia y la tecnología.

RUBERTO, A. R. (2010). *estacion meteorologica de capacitacion.* buenos aires.

*www.pce-iberica.es.* (13 de octubre de 2007). Obtenido de <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/que-estacion-meteorologica.htm>

Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

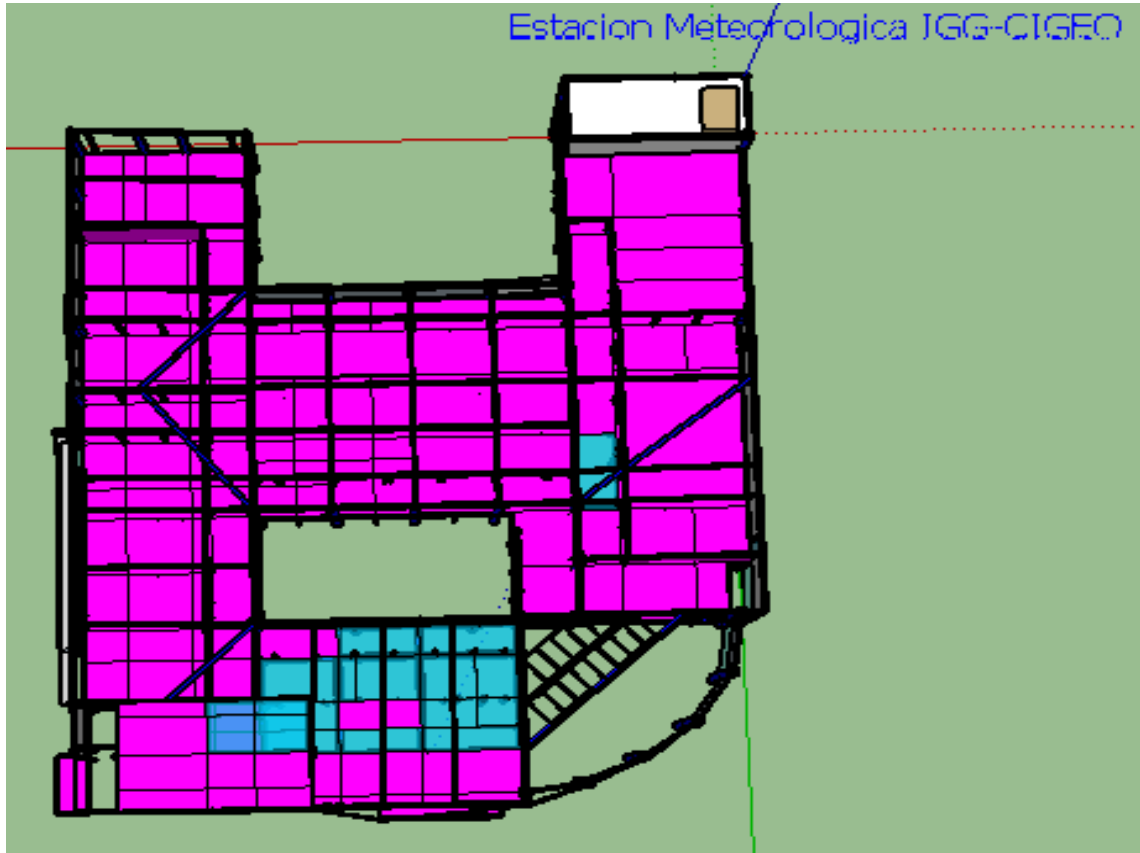
---

## 12 Anexos

Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

Anexo A: Ubicación de la estación meteorológica en el edificio el CIGEO.



(Figura No.3: Ubicación de la estación meteorológica en el edificio el CIGEO).

(Fuente: Centro de investigaciones Geo científicas (CIGEO)).

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

Anexo B:

Tabla No.3. Datos registrados de la temperatura.

**INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES  
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA  
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL**

Estación: - R.U.R.D. / R.U.R.D.      Latitud: 12° 06' 12" N  
Código: 69 089      Longitud: 86° 16' 18" W  
Años: 1970 - 2009      Elevación: 200 msnm  
Parámetro: temperatura media (°C)      Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972	-	25.7	27.1	28.3	27.7	26.8	26.8	-	-	-	-	-	27.1
1973	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1974	-	-	-	-	-	26.0	25.9	25.6	24.9	25.0	26.6	24.9	25.6
1975	24.9	25.5	26.8	27.5	28.2	26.3	25.7	25.0	24.6	24.9	24.5	23.9	25.7
1976	24.5	25.1	26.0	27.4	27.6	25.8	26.1	25.9	27.6	25.8	26.1	25.9	26.1
1977	25.9	28.0	27.9	28.4	27.4	25.8	26.4	26.6	26.8	26.4	26.8	26.5	26.9
1978	26.4	26.9	28.3	30.0	-	-	-	26.1	-	25.9	-	-	27.3
1979	25.9	26.7	27.5	28.3	28.6	-	-	25.5	-	26.4	26.3	26.1	26.8
1980	26.9	26.2	28.8	29.8	29.5	26.1	25.8	25.6	25.7	26.3	25.2	24.6	26.7
1981	24.5	25.6	27.2	27.2	25.9	24.6	25.4	25.6	26.1	26.0	26.1	26.1	25.9
1982	26.2	26.6	27.3	27.5	26.5	26.7	25.5	26.4	25.7	25.9	25.9	25.8	26.3
1983	26.0	27.3	28.0	28.6	29.6	27.5	26.4	26.4	25.7	25.9	26.0	25.8	26.9
1984	25.7	26.7	27.8	28.6	27.9	26.4	25.7	26.0	24.9	25.7	25.3	25.0	26.3
1985	25.0	25.8	26.8	27.7	27.7	26.2	25.8	26.0	26.3	25.5	25.6	25.4	26.1
1986	25.2	26.2	26.8	28.2	28.0	26.0	25.7	26.5	26.1	26.4	26.4	26.4	26.5
1987	26.0	27.0	28.4	29.2	28.5	27.9	26.1	26.7	27.2	27.0	27.2	27.8	27.4
1988	27.1	27.9	29.1	29.0	29.7	27.6	25.9	25.5	25.3	25.8	26.0	-	27.2
1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	28.3	28.8	30.1	31.3	30.6	28.7	28.4	28.7	27.4	26.4	26.8	26.9	28.5
1999	27.0	27.4	28.2	29.7	28.8	28.1	27.4	28.0	26.6	26.3	26.7	26.5	27.6
2000	24.6	25.2	25.9	27.3	27.3	26.3	26.4	26.9	25.5	25.5	25.7	25.6	26.0
2001	25.1	25.2	26.6	27.9	28.2	26.6	26.2	26.6	25.8	26.1	25.7	26.0	26.3
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	25.8	26.7	27.3	28.3	28.0	-	26.1	26.4	26.6	26.2	26.0	25.4	26.6
2004	-	-	27.0	28.3	27.1	26.5	26.0	26.5	25.9	25.9	-	-	26.6
2005	25.2	25.6	28.4	-	27.4	26.0	26.5	26.1	25.9	24.7	25.2	25.4	26.0
2006	25.1	25.5	26.6	28.0	28.4	26.6	26.7	27.2	26.6	26.3	25.4	26.2	26.5
2007	25.9	26.6	28.0	28.7	28.1	26.6	26.2	26.0	25.9	25.0	25.3	25.2	26.5
2008	-	25.9	26.8	27.9	27.3	25.9	25.6	25.9	25.4	24.8	25.3	25.2	26.0
2009	25.3	25.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.4
<b>Suma</b>	<b>592.5</b>	<b>659.4</b>	<b>688.7</b>	<b>683.2</b>	<b>673.9</b>	<b>611.2</b>	<b>628.6</b>	<b>657.8</b>	<b>598.5</b>	<b>646.1</b>	<b>596.1</b>	<b>566.9</b>	<b>717.0</b>
<b>Media</b>	<b>25.8</b>	<b>26.4</b>	<b>27.5</b>	<b>28.5</b>	<b>28.1</b>	<b>26.6</b>	<b>26.2</b>	<b>26.3</b>	<b>26.0</b>	<b>25.8</b>	<b>25.9</b>	<b>25.8</b>	<b>26.6</b>
<b>Máximo</b>	<b>28.3</b>	<b>28.8</b>	<b>30.1</b>	<b>31.3</b>	<b>30.6</b>	<b>28.7</b>	<b>28.4</b>	<b>28.7</b>	<b>27.6</b>	<b>27.0</b>	<b>27.2</b>	<b>27.8</b>	<b>342.4</b>
<b>Mínimo</b>	<b>24.5</b>	<b>25.1</b>	<b>25.9</b>	<b>27.2</b>	<b>25.9</b>	<b>24.6</b>	<b>25.4</b>	<b>25.0</b>	<b>24.6</b>	<b>24.7</b>	<b>24.5</b>	<b>23.9</b>	<b>0.0</b>

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

Anexo C

Tabla No. 4. Datos registrados de la humedad.

**DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA  
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL**

Estación: - R.U.R.D. / R.U.R.D.      Latitud: 12° 06' 12" N  
 Código: 69 089                              Longitud: 86° 16' 18" W  
 Años: 1970 - 2009                          Elevación: 200 msnm  
 Parámetro: humedad relativa (%)      Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972	-	63.1	56.5	54.5	66.8	72.9	71.1	-	-	-	-	-	64.2
1973	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1974	-	-	-	-	-	76.3	74.8	74.8	79.3	75.4	68.5	66.0	73.6
1975	63.7	64.4	64.4	64.8	71.0	80.8	74.0	81.9	82.9	82.9	85.0	73.3	74.1
1976	73.9	60.7	64.7	56.9	62.0	82.6	79.9	78.7	70.5	84.8	77.7	76.9	72.5
1977	70.0	64.9	68.4	65.6	76.6	87.2	79.0	82.0	79.7	80.3	73.0	69.5	74.7
1978	70.0	74.6	72.4	62.1	69.0	77.9	76.0	78.2	73.3	75.5	68.8	-	72.5
1979	62.5	56.4	58.5	61.3	63.5	-	-	78.2	91.1	91.4	83.0	79.6	72.6
1980	71.2	60.9	62.8	65.7	71.5	87.7	87.9	87.8	89.5	89.5	85.2	78.5	78.2
1981	72.5	74.6	70.6	71.9	86.6	92.3	76.5	79.7	77.2	77.2	67.3	65.6	76.0
1982	65.2	64.3	58.6	63.7	78.2	77.0	80.6	76.5	82.6	66.5	74.9	72.3	71.7
1983	68.7	67.1	63.9	57.9	63.0	78.0	77.8	76.5	81.2	79.2	80.2	75.0	72.4
1984	68.5	67.1	61.5	58.8	65.5	79.1	80.0	81.3	86.6	82.7	76.4	74.3	73.5
1985	69.8	70.7	68.3	64.8	70.5	77.8	80.8	80.6	82.3	83.9	80.8	79.5	75.8
1986	74.1	71.4	63.1	61.4	70.2	82.3	81.5	80.4	81.8	79.7	76.4	70.7	74.4
1987	65.2	62.4	65.2	58.1	70.2	75.9	80.8	77.3	-	75.3	72.7	64.8	69.8
1988	63.0	64.3	52.1	62.1	62.5	76.2	81.7	84.1	84.4	81.3	77.7	-	71.8
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	60.4	57.6	53.6	50.6	59.8	71.9	72.8	72.2	80.4	83.4	79.4	66.1	67.3
1999	63.7	59.2	55.4	54.7	66.3	70.0	73.8	71.7	81.0	79.4	71.0	64.6	67.6
2000	68.5	66.7	67.6	63.9	72.1	78.7	78.3	77.6	84.7	79.5	81.3	72.9	74.3
2001	70.3	71.8	64.8	65.1	72.4	79.2	81.4	80.5	83.4	84.3	77.8	75.2	75.5
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	70.2	71.3	69.8	70.6	77.4	-	85.1	83.1	84.6	86.5	84.1	76.8	78.1
2004	-	-	68.9	63.8	77.0	82.9	83.2	83.3	84.7	85.8	-	-	78.7
2005	71.8	69.2	73.1	-	80.0	88.9	85.3	86.1	87.2	89.6	83.7	80.9	81.4
2006	80.1	77.1	71.6	65.2	72.5	81.5	81.6	79.0	81.0	83.6	79.6	74.7	77.3
2007	72.6	69.4	66.1	68.5	73.0	82.7	82.3	84.9	84.4	89.7	80.9	78.7	77.8
2008	-	73.5	66.3	65.2	70.7	79.9	81.3	85.2	87.8	88.7	77.4	75.9	77.5
2009	73.8	68.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71.1
Suma	1589.6	1671.0	1608.5	1497.4	1768.4	1919.9	1987.8	2001.6	1981.6	2055.9	1862.7	1611.9	1994.3
Media	69.1	66.8	64.3	62.4	70.7	80.0	79.5	80.1	82.6	82.2	77.6	73.3	73.9
Máximo	80.1	77.1	73.1	71.9	86.6	92.3	87.9	87.8	91.1	91.4	85.2	80.9	938.2
Mínimo	60.4	56.4	52.1	50.6	59.8	70.0	71.1	71.7	70.5	66.5	67.3	64.6	0.0

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

Anexo D

**Tabla No.5 Datos registrados de la Radiación Solar.  
INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES  
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA  
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL**

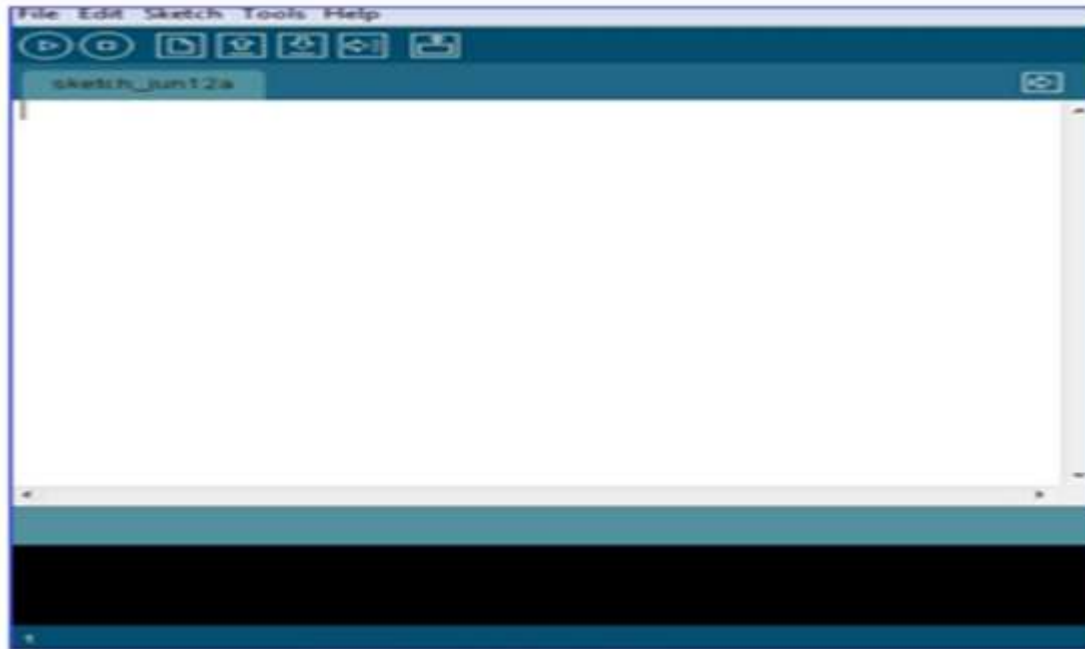
Estación: - R.U.R.D. / R.U.R.D.      Latitud: 12° 06' 12" N  
Código: 69 089      Longitud: 86° 16' 18" W  
Años: 1970 - 2009      Elevación: 200 msnm  
Parámetro: humedad relativa (%)      Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972	-	63.1	56.5	54.5	66.8	72.9	71.1	-	-	-	-	-	64.2
1973	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1974	-	-	-	-	-	76.3	74.8	74.8	79.3	75.4	68.5	66.0	73.6
1975	63.7	64.4	64.4	64.8	71.0	80.8	74.0	81.9	82.9	82.9	85.0	73.3	74.1
1976	73.9	60.7	64.7	56.9	62.0	82.6	79.9	78.7	70.5	84.8	77.7	76.9	72.5
1977	70.0	64.9	68.4	65.6	76.6	87.2	79.0	82.0	79.7	80.3	73.0	69.5	74.7
1978	70.0	74.6	72.4	62.1	69.0	77.9	76.0	78.2	73.3	75.5	68.8	-	72.5
1979	62.5	56.4	58.5	61.3	63.5	-	-	78.2	91.1	91.4	83.0	79.6	72.6
1980	71.2	60.9	62.8	65.7	71.5	87.7	87.9	87.8	89.5	89.5	85.2	78.5	78.2
1981	72.5	74.6	70.6	71.9	86.6	92.3	76.5	79.7	77.2	77.2	67.3	65.6	76.0
1982	65.2	64.3	58.6	63.7	78.2	77.0	80.6	76.5	82.6	66.5	74.9	72.3	71.7
1983	68.7	67.1	63.9	57.9	63.0	78.0	77.8	76.5	81.2	79.2	80.2	75.0	72.4
1984	68.5	67.1	61.5	58.8	65.5	79.1	80.0	81.3	86.6	82.7	76.4	74.3	73.5
1985	69.8	70.7	68.3	64.8	70.5	77.8	80.8	80.6	82.3	83.9	80.8	79.5	75.8
1986	74.1	71.4	63.1	61.4	70.2	82.3	81.5	80.4	81.8	79.7	76.4	70.7	74.4
1987	65.2	62.4	65.2	58.1	70.2	75.9	80.8	77.3	-	75.3	72.7	64.8	69.8
1988	63.0	64.3	52.1	62.1	62.5	76.2	81.7	84.1	84.4	81.3	77.7	-	71.8
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	60.4	57.6	53.6	50.6	59.8	71.9	72.8	72.2	80.4	83.4	79.4	66.1	67.3
1999	63.7	59.2	55.4	54.7	66.3	70.0	73.8	71.7	81.0	79.4	71.0	64.6	67.6
2000	68.5	66.7	67.6	63.9	72.1	78.7	78.3	77.6	84.7	79.5	81.3	72.9	74.3
2001	70.3	71.8	64.8	65.1	72.4	79.2	81.4	80.5	83.4	84.3	77.8	75.2	75.5
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	70.2	71.3	69.8	70.6	77.4	-	85.1	83.1	84.6	86.5	84.1	76.8	78.1
2004	-	-	68.9	63.8	77.0	82.9	83.2	83.3	84.7	85.8	-	-	78.7
2005	71.8	69.2	73.1	-	80.0	88.9	85.3	86.1	87.2	89.6	83.7	80.9	81.4
2006	80.1	77.1	71.6	65.2	72.5	81.5	81.6	79.0	81.0	83.6	79.6	74.7	77.3
2007	72.6	69.4	66.1	68.5	73.0	82.7	82.3	84.9	84.4	89.7	80.9	78.7	77.8
2008	-	73.5	66.3	65.2	70.7	79.9	81.3	85.2	87.8	88.7	77.4	75.9	77.5
2009	73.8	68.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71.1
<b>Suma</b>	<b>1589.6</b>	<b>1671.0</b>	<b>1608.5</b>	<b>1497.4</b>	<b>1768.4</b>	<b>1919.9</b>	<b>1987.8</b>	<b>2001.6</b>	<b>1981.6</b>	<b>2055.9</b>	<b>1862.7</b>	<b>1611.9</b>	<b>1994.3</b>
<b>Media</b>	<b>69.1</b>	<b>66.8</b>	<b>64.3</b>	<b>62.4</b>	<b>70.7</b>	<b>80.0</b>	<b>79.5</b>	<b>80.1</b>	<b>82.6</b>	<b>82.2</b>	<b>77.6</b>	<b>73.3</b>	<b>73.9</b>
<b>Máximo</b>	<b>80.1</b>	<b>77.1</b>	<b>73.1</b>	<b>71.9</b>	<b>86.6</b>	<b>92.3</b>	<b>87.9</b>	<b>87.8</b>	<b>91.1</b>	<b>91.4</b>	<b>85.2</b>	<b>80.9</b>	<b>938.2</b>
<b>Mínimo</b>	<b>60.4</b>	<b>56.4</b>	<b>52.1</b>	<b>50.6</b>	<b>59.8</b>	<b>70.0</b>	<b>71.1</b>	<b>71.7</b>	<b>70.5</b>	<b>66.5</b>	<b>67.3</b>	<b>64.6</b>	<b>0.0</b>

## Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

---

Anexo E: Entorno Arduino.



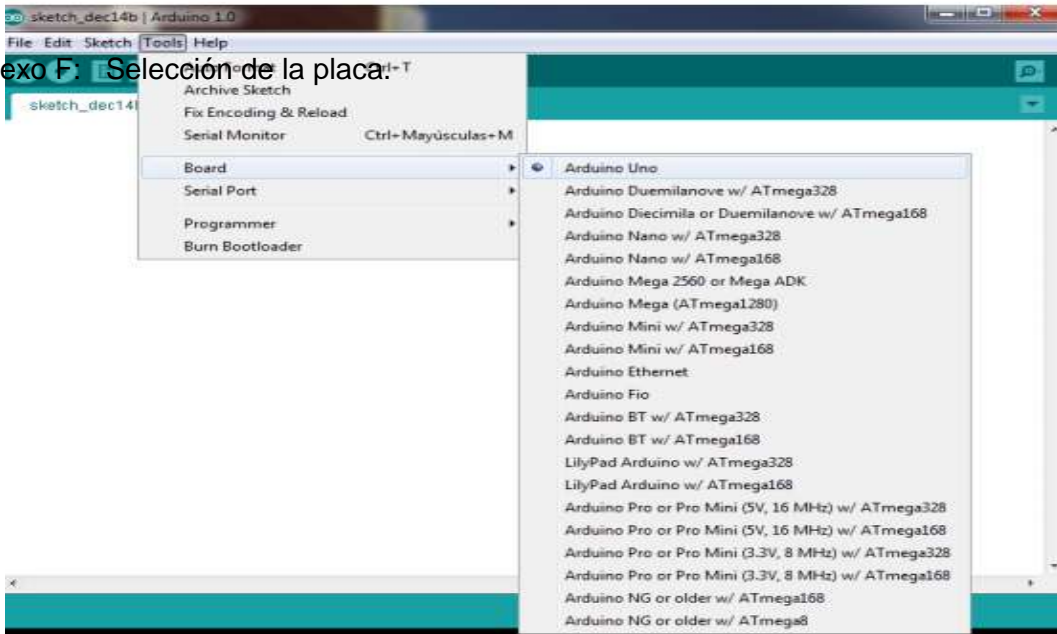
(Figura No.12 Entorno Arduino).  
(Fuente: Arduino (2015)).

El entorno de arduino permite la conexión con el hardware de arduino para cargar los programas estableciendo comunicación entre sí ( software- hardware) de igual manera se permite una conexión con el monitor en el cual puedes observar lo que se programó en ese mismo entorno se presenta la opción de subir el programa y luego ejecutarlo. En esta etapa es donde se crea el programa.

1. La primera parte es el void setup (xxx): En esta parte se coloca los tipos de variables, el pin que va a utilizar, configurar el pin de entrada o salida.
2. La segunda parte es el void loop (xxx): se encuentra situada el programa por el cual se va a registrar un determinado circuito externo.

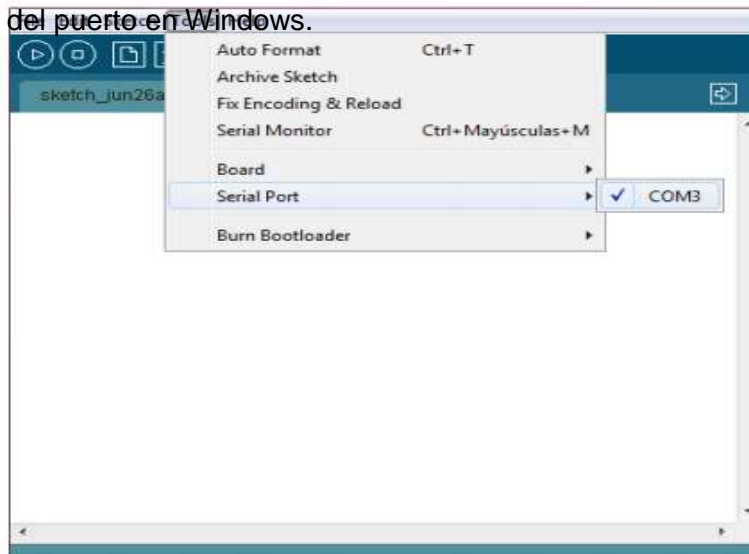
Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

Anexo F: Selección de la placa.



(Figura No.13 Selección de la placa).  
(Fuente: Arduino 2015).

Anexo G: Selección del puerto en Windows.





Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.

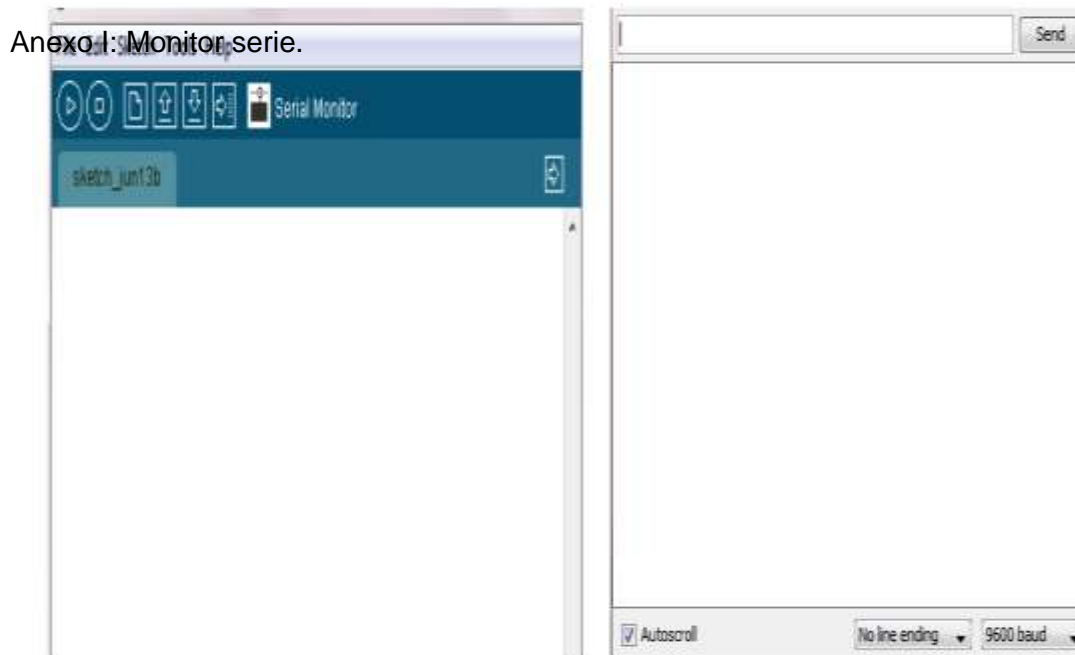
---

(Figura No.14 Selección del puerto en Windows).  
(Fuente: Arduino 2015).



Anexo H: Barra de herramientas.

(Figura No.15 Barra de herramientas).  
(Fuente: Arduino 2015)



(Figura No.16 Monitor serie).  
(Fuente: Arduino (2015)

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

Anexo I: Programación de la estación meteorológica.

```
#include "BMP280.h"

#include "Wire.h"

#define P0 1012

BMP280 bmp;

#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd (7, 8, 9, 10, 11, 12); // (RS E D4 D5 D6 D7)

#include <DHT.h>

#define DHTPIN 2 // EL PIN A USAR

#define DHTTYPE DHT22 // EL TIPO DE SENSOR 11 O 22

// SI EL SENSOR ES 11 CAMBIAS LA VARIABLE FLOAT A INT ***

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

int LDR = A0; // para el sensor ldr

int valorlux = 0; // variable donde se guarda valor del ldr

// LA CONEXION DE ESTE ES POR MEDIO DE UN DIVISOR DE VOLTAJE

//DONDE A0 VA CONECTADO ENTRE EL LDR Y LA RESISTENCIA

void setup(){

Serial.println("CLEARDATA"); //clears up any data left from previous projects
```

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

```
Serial.println("LABEL, Time, Presion (mBar), Altura (m), Temperatura (C), Humedad (%)",  
Luminosidad (lm) );
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
dht.begin();
```

```
lcd.begin(16,2);
```

```
if(!bmp.begin()){
```

```
    Serial.println("BMP init failed!");
```

```
    while(1);
```

```
}
```

```
else Serial.println("BMP init success!");
```

```
    bmp.setOversampling(4);
```

```
}
```

```
void loop(){
```

```
valorlux= analogRead(LDR); //lectura del ldr
```

```
Serial.println(valorlux);
```

```
// los valores van de 0 a 1023
```

```
double T,P;
```

```
char result = bmp.startMeasurement();
```

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

```
result = bmp.getTemperatureAndPressure(T,P);
```

```
double A = bmp.altitude(P,P0);
```

```
float hume = dht.readHumidity();
```

```
float temp = dht.readTemperature();
```

```
Serial.print("DATA,TIME,");
```

```
Serial.print(P);
```

```
Serial.print(",");
```

```
Serial.print(hume);
```

```
Serial.print(",");
```

```
Serial.print(temp);
```

```
Serial.print(",");
```

```
lcd.setCursor(0,0);
```

```
lcd.print(temp);
```

```
lcd.print("\337C");
```

```
lcd.setCursor(10,0);
```

```
lcd.print(hume);
```

```
lcd.print("%");
```

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

```
lcd.setCursor(0,1);
```

```
lcd.print(P);
```

```
lcd.print("mBar");
```

```
lcd.setCursor(11,1);
```

```
lcd.print(valorlux);
```

```
lcd.print("lm");
```

```
/*
```

```
para mostrar mas cosas en la lcd juga con los valores
```

```
( 0, 0) ya sabes que el primer cero es filas y el otro columnas,
```

```
0 para primera columna, 1 para la segunda;
```

```
*/
```

```
delay(1000);
```

```
}
```

**Diseño de un prototipo de una estación meteorológica para la medición de temperatura, humedad, presión atmosférica y radiación solar en el área del Recinto Universitario Rubén Darío en la UNAN-Managua.**

---

Anexo J: Proforma de materiales usados en el prototipo del diseño de la estación meteorológica.

(Tabla No.9: Proforma del proyecto de la estación).

Materiales	Cantidad	Valor total
Sensor de humeada y temperatura (dth22)	1	280C\$
Sensor de presión atmosférica (bmp280)	1	260C\$
Ldr	1	25 C\$
Lamina de balsa	2	90 C\$
Silicón líquido	1	56 C\$
Cuchilla	1	60 C\$
Arduino Uno	1	800 C\$
Total		1571 C\$