

# Manual para el Observador

---

## ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA

---



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

# EMA - UD

Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
BOGOTÁ - 2017

Este documento hace parte del siguiente proyecto de grado, para optar por el título de Ingeniero Eléctrico:

*“Diseño e implementación de un prototipo de Estación Meteorológica para la medición de variables ambientales”*

**Presentado por:**

Brian Yesid Garzón Guzmán

María Fernanda Rincón Cerón

**Dirigido por:**

Prof. Diego Julián Rodríguez Patarroyo Ph. D.

Prof. Herbert Enrique Rojas Cubides I.E. M. Sc. Ph. D.

EMA - UD

Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Facultad de Ingeniería  
Proyecto Curricular de Ingeniería Eléctrica  
2017

## Contenido

<b>Presentación</b> .....	1
<b>Partes de la EMA – UD</b> .....	2
<b>Puesta en funcionamiento</b> .....	4
<b>Emplazamiento</b> .....	5
<b>Inspección y mantenimiento</b> .....	6
<b>Descripción de la exposición en la estación</b> .....	7
<b>Uso de la Pantalla EMA – UD</b> .....	8
Funciones de la pantalla principal - Inicio.....	8
Acceso a Menú de Ajustes .....	8
Acceso incorrecto.....	9
Menú de Ajustes.....	9
Ajustes de sensores.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Ajustes de reloj .....	10
Menú Acerca de.....	11
Información de conexión de los elementos de la EMA - UD... 11	
Información del proyecto .....	12
Menú Sensores .....	12
Página 1 Sensores.....	13
Página 2 Sensores.....	14
Información de promedio por variable.....	14
Menú Ubicación.....	15
<b>Manejo de elementos</b> .....	<b>16</b>
Sensores.....	16
Calibración de sensores .....	16
Sistema de comunicación.....	16
Modificación de información Red.....	16
Sistema de almacenamiento de información.....	17
Almacenamiento de respaldo – Tarjeta SD.....	17

Almacenamiento continuo – Servidor Web .....	17
Sistema de sincronización.....	17
Mantenimiento del reloj.....	17
<b>Glosario.....</b>	<b>19</b>
<b>Anexo 1. ....</b>	<b>20</b>

EMA - UD

## Presentación

Este manual está dirigido para el observador de la EMA – UD, brindando una guía para el manejo operativo de cada una de los elementos que hacen parte de esta estación, su mantenimiento y correcto funcionamiento.

La EMA fue creada con el principal objetivo de ser parte de la Red Eléctrica Inteligente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, brindando información en tiempo real y en periodos históricos de las variables ambientales medidas. De este modo, esta información es utilizada para realizar análisis y proyecciones sobre la forma más eficiente de generar energía eléctrica a partir de la energía solar y eólica.

Teniendo en cuenta las principales características de estas dos fuentes de energía, se analiza su comportamiento para alcanzar su máxima eficiencia. Esto, a partir de la información obtenida por la medición de 7 variables ambientales que están ligadas entre sí, para definir el comportamiento de las condiciones meteorológicas.

Esta estación meteorológica fue diseñada bajo las condiciones propuestas por la Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos, según el Reglamento Técnico de la OMM.

## Partes de la EMA – UD

La EMA-UD cuenta con los siguientes instrumentos para la medición de variables ambientales:

Tabla 1. Instrumentos de medición y variables ambientales de la EMA-UD.

<b>Instrumento</b>	<b>Variable</b>	<b>Referencia</b>
Termómetro	Temperatura ambiente	MLX90615SSG
Higrómetro	Humedad relativa	DHT22
Barómetro	Presión atmosférica	MPXM2102AS
Piranómetro	Radiación	Kipp & Zonen CMP3
Anemómetro	Velocidad del viento	Novalynx 200- WS-02
Veleta	Dirección del viento	Novalynx 200- WS-01
Pluviómetro	Precipitación	Novalynx 260- 7852

Adicional, emplea sistemas para realizar tareas como: adquirir, visualizar, enviar y almacenar los datos. También cuenta con algunos componentes complementarios para identificar condiciones adicionales al sitio donde se encuentra ubicada la estación.

Tabla 2. Elementos complementarios de la EMA - UD.

<b>Función</b>	<b>Referencia</b>
Arquitectura principal	Arduino DUE
Sistema de comunicación WiFi	ESP8266-01
Sistema de almacenamiento de datos	Modulo SD
Sistema de visualización	Pantalla táctil Nextion
Sistema de sincronización de tiempo	Reloj DS1307
Sistema de posicionamiento global	Modulo GPS Neo

La EMA-UD cuenta con un trípode con 5 apoyos para instrumentos como se presenta.

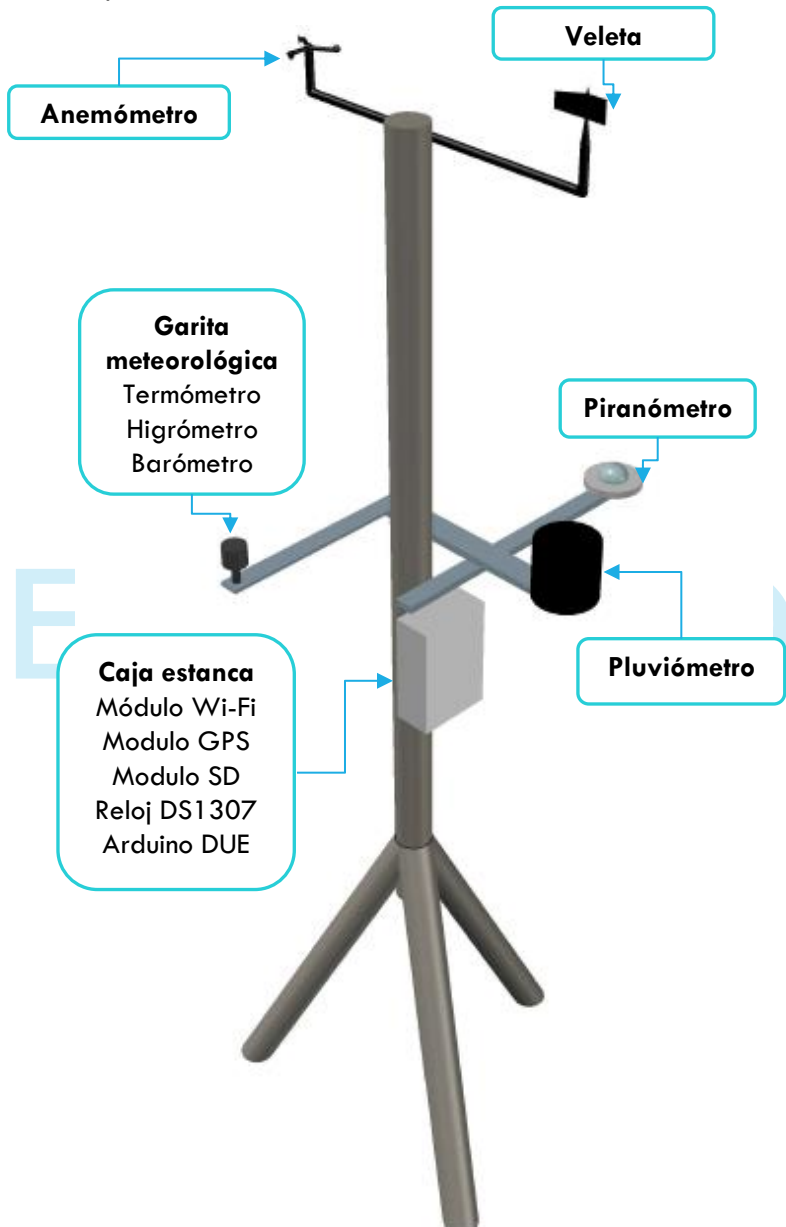


Ilustración 1. Disposición de los elementos de la EMA -UD

## Puesta en funcionamiento

El correcto funcionamiento de la EMA depende principalmente del Emplazamiento, la conexión e Inspección y mantenimiento dado a la estación y cada uno de sus elementos.

Para la ubicación y emplazamiento, se sugiere mantener la disposición presentada en la Ilustración 1.

La puesta en funcionamiento va a ser la adecuada conexión de los elementos y sensores que van a hacer parte constitutiva de la EMA – UD, de esta manera todos los dispositivos están funcionando con un cargador cualquiera de 9 Vcc, el cuál será suficiente para brindarle la energía a la estación, al igual que el panel solar que se calcula dentro del documento principal. La Ilustración 2 muestra cómo se realizaron las pruebas de correcto funcionamiento posteriores a la calibración de los sensores.



*Ilustración 2. Prototipo de la EMA - UD en pruebas de correcto funcionamiento*



## Emplazamiento

Teniendo en cuenta las consideraciones planteadas por la OMM en el “Reglamento Técnico: Volumen I - Normas Meteorológicas de carácter general y practicas recomendadas”, se deben tener en cuenta las siguientes sugerencias generales para todo el sistema:

- El sistema no debe ubicarse cerca a laderas ni en una hondonada, de lo contrario pueden presentarse observaciones erróneas.
- El emplazamiento debe estar alejado de árboles, edificios, muros u otros obstáculos.
- Los emplazamientos muy abiertos son ideales para la mayoría de los instrumentos, pero podrían no ser los adecuados para los pluviómetros.
- Cuando se presenten árboles o edificios a cierta distancia de los instrumentos, que permitan divisar el horizonte, deberían elegirse otros puntos para las observaciones de radiación.

EMA - UD

## Inspección y mantenimiento

La estación debe contar con inspección al menos cada dos años, con el objetivo de cerciorarse de:

- El emplazamiento y la exposición de todos los instrumentos sean conocidos, aceptables y se encuentren documentados
- Los instrumentos sean los autorizados, estén en buen estado y sean contrastados con sus instrumentos patrones
- Exista uniformidad en los métodos de observación y en el procedimiento para el cálculo de las magnitudes derivadas de la observación
- Los observadores sean competentes para realizar sus tareas
- Los datos de la estación y la adquisición de datos, sea actualizada

El mantenimiento debe ser preventivo, contando con limpieza y verificación del estado de cada uno de los instrumentos; de esta forma se evita el deterioro de la calidad de las observaciones.

El mantenimiento preventivo debe incluir ciertas características en el manejo adecuado de los elementos que rodean y hacen parte de la estación:

- Cuidado regular del emplazamiento (corte de hierba, limpieza de superficies expuestas, entre otros)
- Verificación de los instrumentos automáticos recomendada por cada fabricante
- Determinación de averías o daños causados por vida útil o por factores externos
- Sustitución o reparación de equipos, instrumentos y demás elementos de la estación en caso de ser necesario
- Mantener registro de cada avería y cambio de exposición

## Descripción de la exposición en la estación

Los metadatos de una estación deben contar con datos de exposición de los instrumentos como los siguientes:

- Altura de los instrumentos por encima de la superficie
- Tipo de garita y grado de ventilación para la humedad y la temperatura
- Grado de interferencia de otros instrumentos u objetos
- Microescala y topoescala de la zona circundante al instrumento (estado de la superficie, obstáculos, rugosidad del terreno, características topoescalares como pendientes o superficies de agua; características mesoescalares como costas o montañas)

La mayoría de las características son semipermanentes pero es esencial dejar constancia de todos los cambios significativos que se presenten, consignando en el libro de registro de la estación, indicando la fecha correspondiente.

Para documentar la exposición de instrumentos se recomienda completar al menos la información referenciada en la plantilla presentada en Anexo de este manual.

## Uso de la Pantalla EMA – UD

### Funciones de la pantalla principal - Inicio



En la pantalla de inicio se encuentran los principales módulos de información con los que cuenta la EMA-UD

1. Información de la fecha (día/mes/año), día de la semana y hora actual
2. Ingreso al menú de ajustes de la EMA-UD (Uso restringido)
3. Ingreso al menú de información sobre la EMA-UD
4. Ingreso al menú de sensores para visualizar datos de las variables que están siendo medidas
5. Ingreso al menú de ubicación para conocer información del posicionamiento actual de la EMA-UD

### Acceso a Menú de Ajustes



Al ingresar al Menú de Ajustes desde la pantalla principal, se debe ingresar la clave<sup>1</sup>, este menú es restringido y únicamente permite su acceso con clave debido a que es un menú en el que se realizan cambios en la calibración de los sensores.

1. Volver a la pantalla principal – Inicio
2. Espacio para ingresar la contraseña que permite el acceso a la modificación de información de la EMA – UD.
3. Teclado
4. Verificar contraseña ingresada

### Acceso incorrecto



Dado que la clave solo es de conocimiento del observador, el usuario no podrá ingresar a este menú. La pantalla muestra la imagen cuando el usuario intente ingresar con cualquier otra clave, indicando que la contraseña ingresada es incorrecta.

1. Intentar nuevamente el acceso al Menú de Ajustes
2. Volver a la pantalla principal - Inicio

### Menú de Ajustes

Al acceder con la contraseña incorrecta al Menú de Ajustes se presenta la siguiente imagen:

---

<sup>1</sup> La clave para ingresar a este menú únicamente es brindada al Observador asignado a la Estación Meteorológica.



1. Ingreso a ajustes y calibración de los sensores.
2. Ingreso a ajustes de fecha y hora
3. Volver a la pantalla principal - Inicio

### Ajustes de reloj

En esta sección, se puede ajustar la información de tiempo de la estación. Las modificaciones se realizan principalmente cuando la estación es ubicada en un sitio con un huso horario diferente o cuando se realiza calibración al elemento de sincronización de tiempo (Reloj DS1307)



1. Al seleccionar cada elemento (año, mes, día, hora, minutos, día de la semana) se elige el que será editado

2. Aumenta o disminuye el valor del elemento seleccionado
3. Guarda los cambios realizados en fecha y hora
4. Volver al Menú de Ajustes
5. Volver a la pantalla principal – Inicio

### Menú Acerca de...

Este menú cuenta con dos páginas que brindan al usuario información de la EMA – UD.

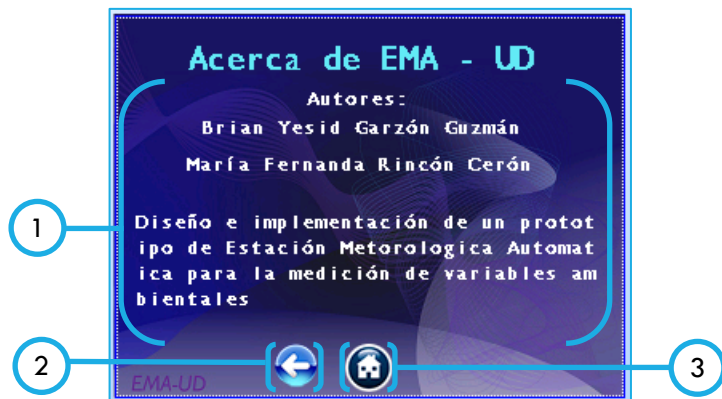
#### Información de conexión de los elementos de la EMA - UD



En la primera página, que se presenta al acceder al Menú Acerca de..., se evidencia el listado de los elementos de la EMA-UD y su estado.

4. Listado de los sensores y elementos periféricos que hacen parte de la EMA – UD
5. Estado de cada elemento. “Ok”: El elemento se encuentra conectado y funcionando de forma correcta. “Falla”: existe algún error en la conexión o en el proceso de este elemento
6. Volver a la pantalla principal - Inicio
7. Cambiar a la segunda página del Menú Acerca de...

## Información del proyecto



La segunda página de este menú, presenta la información de la creación de la EMA – UD

1. Presentación de los autores y nombre del proyecto por el cual se creó la EMA – UD
2. Cambiar a la primera página del Menú Acerca de...
3. Volver a la pantalla principal - Inicio

## Menú Sensores

El menú de sensores se encuentra dividido en dos partes; una de ellas dedicada únicamente para los sensores del viento y otra para los demás sensores.





En la primera página, se pueden visualizar 6 variables que son medidas por la EMA-UD.

1. Visualización en tiempo real de las variables (Humedad relativa, presión atmosférica, temperatura ambiente, radiación, precipitación y temperatura de objeto). Al presionar cada una de las variables se abrirá un menú de la misma variable.
2. Volver a la pantalla principal - Inicio
3. Cambiar a la segunda página del Menú Sensores



En la segunda página, se pueden visualizar las variables relacionadas al viento.

1. Visualización de la dirección del viento en tiempo real
2. Cambiar a la primera página del Menú Sensores
3. Visualización de la velocidad del viento
4. Volver a la pantalla principal – Inicio

#### Información de promedio por variable



Al seleccionar en las variables (humedad relativa, presión atmosférica, temperatura ambiente, radiación, temperatura objeto y velocidad del viento) se ingresara a una pantalla como la

observada en la imagen, para obtener más información de la variable.

1. Visualización del promedio de la variable durante los últimos 20 datos adquiridos (1 minuto Aprox.) por la EMA-UD
2. Visualización de la variable durante los últimos datos adquiridos por la EMA-UD
3. Volver a Menú Sensores
4. Volver a la pantalla principal – Inicio

### Menú Ubicación



Este menú corresponde a la información de la ubicación real de la EMA-UD.

1. Visualización de información de la ubicación de la EMA-UD: Latitud y longitud dada en grados, minutos y segundos ( $^{\circ}$ ,  $'$ ,  $''$ ); altitud dada en metros sobre el nivel del mar.
2. Volver a la pantalla principal – Inicio

## Manejo de elementos

Como observador, puede realizar cambios, mantenimientos, conexiones y desconexiones de cada uno de los elementos que hacen parte de esta estación.

Para el adecuado manejo de los instrumentos de medición y los elementos periféricos, se recomienda seguir cada una de las características y sugerencias presentadas en las hojas de datos de cada uno de estos, según las referencias presentadas en la sección Partes de la EMA – UD.

Si se realiza cambio de algún instrumento de medición o elemento periférico, se debe realizar la respectiva modificación en los manuales y documentos anexos que hagan parte del funcionamiento y manipulación de la EMA – UD. Para esto, se debe actualizar la información empleando también la plantilla presentada en Anexo 1., indicando las características o referencia del elemento, las modificaciones realizadas en el código y en el sistema, como circuitos de acondicionamiento o datos de calibración en pantalla.

### Sensores

#### Calibración de sensores

La calibración del mismo sensor incluye la actualización de la información en el Menú de Ajustes de la pantalla, en la sección **¡Error!** **No se encuentra el origen de la referencia.** y también en el código de programación del sistema de adquisición de datos Arduino DUE. Dado que esto indica una modificación al sistema, se debe realizar la observación correspondiente en la plantilla para metadatos de exposición de estaciones, presentada en Anexo 1.

### Sistema de comunicación

#### Modificación de información Red

Para realizar modificación en la información de la Red WiFi a la que se encuentra conectado el sistema se debe hacer el cambio de la red, de la contraseña y del número de IP dónde queda alojado el servidor dentro de la misma red. Esto debe realizarse por medio del código que posee por su propia cuenta el módulo WiFi, esto es suficiente con pasar a modo programación el ESP 8266 con los selectores de posición de la tarjeta EMA – Shield. y oprimiendo el pulsador para reiniciar el módulo en modo flash. Una vez

programado el código nuevo con la red WiFi nueva, se hace el mismo procedimiento volviendo los selectores a posición normal y oprimiendo el pulsador para reiniciar el módulo.

## Sistema de almacenamiento de información

### Almacenamiento de respaldo – Tarjeta SD

La información que es almacenada en la tarjeta SD es presentada en archivos .csv (Archivo de valores separados por comas), los cuales son separados en carpetas por mes y año.

Debido al tipo de formato del archivo, en algunas versiones de Excel se puede visualizar los datos separados por columnas; en otras versiones se debe emplear el asistente para convertir texto en columnas.

El almacenamiento usado para cada archivo por mes es de 6 MB aproximadamente, por lo que al realizar el mantenimiento cada dos años de la estación es suficiente para recoger la información almacenada en la tarjeta SD.

Cada vez que sea retirada la tarjeta SD, se debe reiniciar el sistema desde el botón “Reset” en la placa Arduino Due; para que reconozca nuevamente la tarjeta SD y continúe almacenando información.

### Almacenamiento continuo – Servidor Web

Se logró la visualización en tiempo real en el servidor creado en phpMyAdmin, esta información llega al servidor a través de conexión Wi-Fi y es almacenada en dicho servidor de forma constante. Adicional a esto, se creó la conexión correspondiente para el modulo SD, donde se cuenta con almacenamiento continuo de respaldo y que es relacionado por día en un archivo .csv para tratar de forma sencilla los datos que se reciben desde cada uno de los instrumentos.

## Sistema de sincronización

### Mantenimiento del reloj

La batería que emplea el modulo del reloj, aproximadamente tiene una duración de 60 días, por lo que se debe cambiar al terminar este tiempo y verificar la actualización de la hora al reiniciar el reloj y realizar las modificaciones pertinentes en el Menú de Ajustes, Ajustes de reloj. Este tiempo de vida útil de la batería, se tiene como

referencia como el tiempo en el que no se encuentra alimentado el reloj por la placa Arduino DUE.

EMA - UD

## Glosario

**Caja estanca:** Accesorio diseñado para proteger las conexiones y los empalmes que se realizan en una instalación eléctrica.

**EMA-UD:** Estación Meteorológica Automática de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

**Emplazamiento de una estación:** Localización de una estación meteorológica desde el punto de vista geográfico, de la orientación y de colocación del abrigo meteorológico y de los diversos instrumentos de medida.

**Garita Meteorológica:** Es una estructura con medidas estandarizadas, diseñada para proteger los instrumentos de una estación meteorológica de factores meteorológicos, permitiendo una adecuada ventilación.

**Observador:** Miembro de un servicio meteorológico, o un colaborador aceptado por dicho servicio, que hace y transmite observaciones meteorológicas.

**OMM:** Organización Meteorológica Mundial

**Usuario:** Aquella persona que usa algo para una función específica, que tiene conciencia que al interactuar con eso obtendrá un fin lógico.

## Anexo 1.

Plantilla general para metadatos de exposición de estaciones.

Plantilla original de la Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos de la OMM, Sección:  
Descripción de la exposición en las estaciones.

EMA - UD



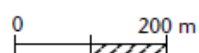
Estación

Actualización

Elevación

Latitud

Longitud



■ Recinto

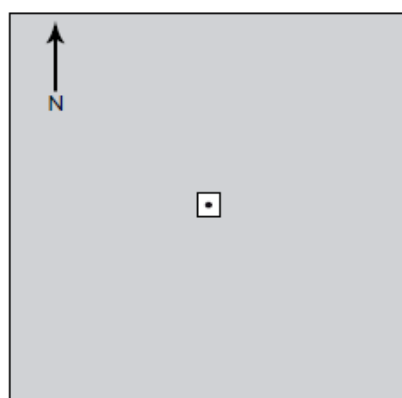
▨ Edificio

// Carretera

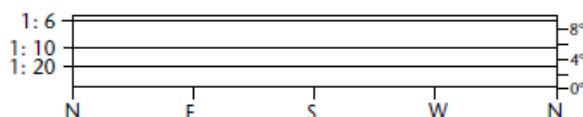
x x Árboles, arbustos

(12) Altura (m) del obstáculo

√3 Curvas de nivel



**Horizonte de la radiación**



**Temperatura y humedad**

Altura del sensor  
¿Ventilación artificial?

si/no

Cubierta de la superficie bajo la garita

Suelo bajo la garita

**Precipitación:** Altura del borde del pluviómetro

**Viento:** Altura del anemómetro ¿Autónomo? si/no

(Si ha respondido "no" en la pregunta anterior: altura del edificio , anchura , longitud .

Clase de rugosidad del terreno: al norte , al este , al sur , al oeste .

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

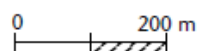
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

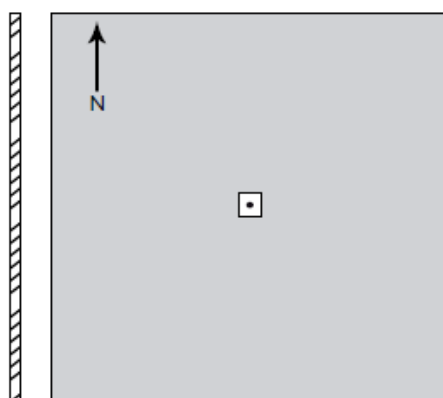
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

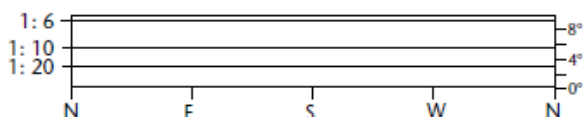
Estación	Actualización	
Elevación	Latitud	Longitud



- Recinto
- Edificio
- Carretera
- Árboles, arbustos
- (12) Altura (m) del obstáculo
- Curvas de nivel



**Horizonte de la radiación**



**Temperatura y humedad**

Altura del sensor  
¿Ventilación artificial?      sí/no

Cubierta de la superficie bajo la garita

Suelo bajo la garita

**Precipitación:**    Altura del borde del pluviómetro

**Viento:**          Altura del anemómetro          ¿Autónomo?          sí/no

(Si ha respondido "no" en la pregunta anterior: altura del edificio    , anchura    , longitud    .

Clase de rugosidad del terreno: al norte    , al este    , al sur    , al oeste    .

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

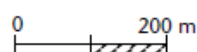
Estación

Actualización

Elevación

Latitud

Longitud



■ Recinto

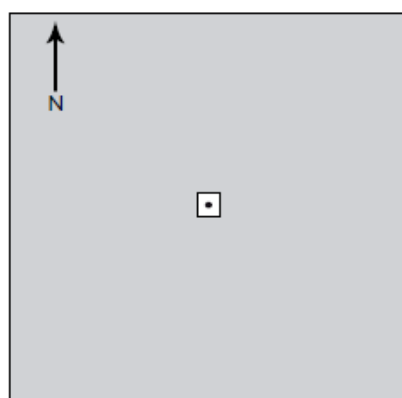
▨ Edificio

// Carretera

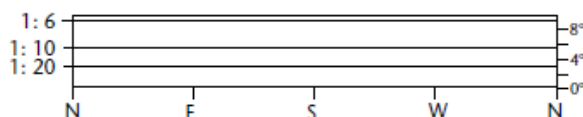
x x Árboles, arbustos

(12) Altura (m) del obstáculo

√3 Curvas de nivel



Horizonte de la radiación



Temperatura y humedad

Altura del sensor  
¿Ventilación artificial?

sí/no

Cubierta de la superficie bajo la garita

Suelo bajo la garita

Precipitación: Altura del borde del pluviómetro

Viento: Altura del anemómetro ¿Autónomo? sí/no

(Si ha respondido "no" en la pregunta anterior: altura del edificio , anchura , longitud .

Clase de rugosidad del terreno: al norte , al este , al sur , al oeste .

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

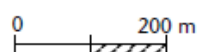
Estación

Actualización

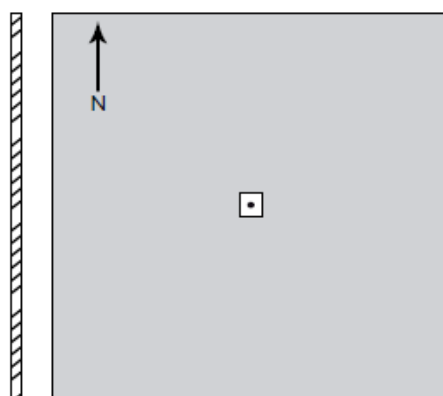
Elevación

Latitud

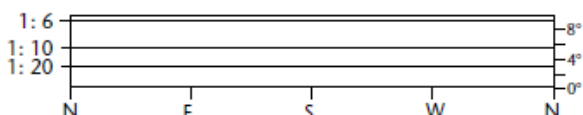
Longitud



- Recinto
- Edificio
- Carretera
- Árboles, arbustos
- (12) Altura (m) del obstáculo
- Curvas de nivel



**Horizonte de la radiación**



**Temperatura y humedad**

Altura del sensor

¿Ventilación artificial?

sí/no

Cubierta de la superficie bajo la garita

Suelo bajo la garita

**Precipitación:** Altura del borde del pluviómetro

**Viento:** Altura del anemómetro

¿Autónomo?

sí/no

(Si ha respondido "no" en la pregunta anterior: altura del edificio , anchura , longitud .

Clase de rugosidad del terreno: al norte , al este , al sur , al oeste .

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

EMA - UD

