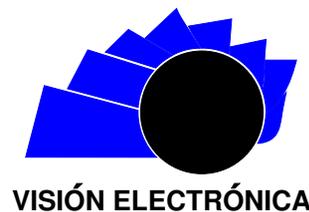




# Visión Electrónica

## Más que un estado sólido

<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/visele/index>



VISIÓN DE CASO

## Estación meteorológica para la conformación de redes: proceso de instalación

*Weather station for forming networks: installation process*

Clara Buriticá<sup>1</sup>, Germán López<sup>2</sup>, Nayiver Rodríguez<sup>3</sup>

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Enviado: Noviembre de 2014

Recibido: Noviembre de 2014

Aceptado: Marzo de 2015

#### Palabras clave:

Dirección y velocidad del viento

Meteorología

Precipitación

Radiación solar



#### Keywords:

Wind direction and speed

Meteorology

Precipitation

Solar radiation

### RESUMEN

En 2014 se instaló en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá (Colombia), sede Ciudad Bolívar, una Estación Meteorológica (EM) para medición y almacenamiento de variables como radiación solar, precipitación, dirección y velocidad del viento, entre otras, con el fin de contar con información que apoyara proyectos de investigación en energías alternativas. El presente documento describe y enfatiza el procedimiento para la escogencia del lugar más conveniente para el montaje de una EM, siguiendo las normas de la OMM (Organización Meteorológica Mundial), las recomendaciones del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia) y del fabricante. Se espera que la estación sea parte de una red de estaciones de algunas universidades de Bogotá D.C., pertenecientes a la Red Internacional para la Promoción de la Investigación y Docencia en Energización Rural para el desarrollo Sostenible (Red PRIDERAS). Adicionalmente, se aspira a ser parte de la red de estaciones meteorológicas del IDEAM.

### ABSTRACT

In 2014 was installed in the Universidad Distrital Francisco José de Caldas in Bogota (Colombia), in headquarters Ciudad Bolivar, a weather station (WS) for measuring and storing variables such as solar radiation, rainfall, direction and wind speed, among others, in order to provide information to support projects investigation. This document emphasizes the procedure for choosing the most suitable for mounting place the weather station, following the rules of the WMO (World Meteorological Organization), the recommendations of the IDEAM (Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies of Colombia) and manufacturer. It is expected that the station is part of a network of stations from some universities in Bogotá belonging to the International Network (Red PRIDERAS) Promotion of Research and Teaching in Rural Energy for Sustainable Development. Additionally it aspires to be part of the network of meteorological stations from IDEAM.

<sup>1</sup>Ingeniera eléctrica; doctora en Gestión Eficiente de la Energía Eléctrica; docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: clabuar@hotmail.com

<sup>2</sup>Ingeniero mecánico; magíster en Ingeniería Mecánica; estudiante de Doctorado en Ingeniería; docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: germanlopezm@yahoo.es

<sup>3</sup>Ingeniera de Control Electrónico e Instrumentación; candidata a magíster en Ingeniería; docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: nayivr@hotmail.com

Citar este artículo como: C. Buriticá, G. López, N. Rodríguez. "Estación meteorológica para la conformación de redes: proceso de instalación". *Visión Electrónica*, algo más que un estado sólido, Vol. 9, No. 1, 67-74, enero-junio 2015.

## 1. Introducción

Una EM está definida como el lugar donde se hacen observaciones y mediciones puntuales de diferentes parámetros meteorológicos, usando instrumentos apropiados con el fin de establecer el comportamiento atmosférico en las diferentes zonas de un territorio [1].

La instalación de cada EM y su integración a una red meteorológica permite representar: los procesos ambientales de las subzonas climatológicas de un territorio; cubrir las zonas de mayor importancia socioeconómica; superar la insuficiencia en cobertura de estaciones en determinadas áreas; conocer el comportamiento climático de los diferentes ecosistemas; ampliar la cobertura a zonas de interés general sin información meteorológica; el seguimiento de procesos biometeorológicos; como también representar los procesos ambientales de los principales conglomerados urbanos y áreas vulnerables a deslizamientos [2].

Desde esta perspectiva, el grupo de investigación en energías alternativas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (GIEA-UD), planteó un proyecto de investigación con el fin de recolectar y procesar datos meteorológicos y emitir reportes a la comunidad académica de la Universidad y a la sociedad bogotana, con el objetivo de establecer el potencial energético renovable en esta zona de la ciudad, dato esencial para servir de base en futuros proyectos tecnológicos conducentes a la explotación sostenible de estos recursos.

Por lo anterior, GIEA-UD determinó instalar una EM de tipo automática en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, destinada a la toma de datos meteorológicos en el sur de Bogotá, lo que permitirá contar con información, en tiempo real, del comportamiento de variables meteorológicas de la zona como: radiación solar, precipitación, dirección y velocidad del viento, entre otras. El presente documento, entonces, propone un procedimiento sistemático para la escogencia del lugar más conveniente para el montaje de una EM, siguiendo las normas de la OMM (Organización Meteorológica Mundial), las recomendaciones del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia), así como las del fabricante. El artículo se estructura así: en primer lugar se describen los elementos y características de la EM para la adquisición de datos; luego se detallan los criterios de escogencia del lugar de instalación; seguidamente se describen los resultados de la puesta en marcha de la EM, así como de los reportes iniciales de variables meteorológicas; finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## 2. Estación Meteorológica (EM)

La EM tiene como características principales las siguientes: es inalámbrica; de fácil instalación; permite la obtención de datos meteorológicos mediante el uso de sensores; suministra información adicional a partir del procesamiento de las mediciones; permite el registro y visualización de datos instantáneos e históricos; y tiene la opción de comunicarse con un computador personal para el almacenamiento de los datos.

Se halla conformada por tres componentes principales: una unidad externa, una unidad de adquisición de datos y una consola.

### 2.1. Unidad externa

Esta unidad, que a su vez contiene la unidad de adquisición de datos (figura 1), es la que realiza las mediciones por medio de sensores y las transmite, a través de un enlace de radiofrecuencia, a la consola; tiene un subsistema de alimentación de energía con panel solar y una batería de respaldo. Estas componentes se montan sobre una estructura tipo trípode, de altura variable, y allí se realiza el conexionado de los siguientes sensores: temperatura, humedad de ambiente exterior, velocidad y dirección del viento, precipitación y radiación solar; también pueden conectarse a la unidad de adquisición otros sensores como: humedad de hoja, temperatura y humedad del suelo.

**Figura 1:** Unidad externa con unidad de adquisición de datos [3]



#### 2.1.1. Características

La EM permite seleccionar el período de registro de los datos, entre 5 y 60 minutos, y tiene una capacidad de memoria de 14000 datos por variable (equivalente a 145 días de autonomía con datos registrados cada 15 minutos, o 97 días con datos tomados cada 10 minutos).

La unidad de adquisición de datos faculta la conexión a nueve sensores, relacionados en la tabla 1. En ella se indican: el código del sensor, sus características, el rango de medición, la resolución y la exactitud, según la variable a medir.

De otro lado, la figura 2 exhibe los componentes y la disposición de los sensores en la unidad externa y de adquisición de datos.

### 2.1.2. Unidad de adquisición

También conocida como adquisidor a ella se conectan todos los sensores; luego de recolectar los datos

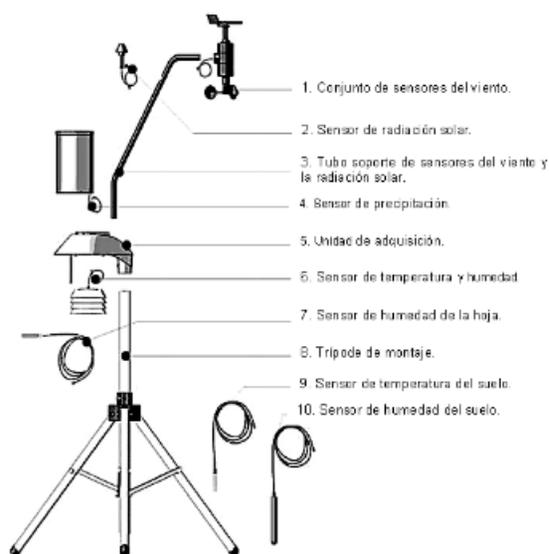
monitoreados se encarga de transmitir esta información a la consola.

El sistema de montaje para la instalación del adquisidor se hace sobre un tubo de 45 mm de diámetro ubicado sobre el trípode, funciona de manera autónoma usando una batería eléctrica que se carga con un panel solar; además, calcula otras variables como: velocidad y dirección de ráfagas del viento; y sensa: temperatura exterior, humedad relativa del aire externo, presión atmosférica, humedad del suelo y la carga de la batería.

**Tabla 1:** Sensores que se pueden conectar a la unidad de adquisición de datos [3]

MEDICIÓN	SENSOR	CARACTERÍSTICA	RANGO	RESOLUCIÓN	EXACTITUD
Precipitación	Pluviómetro EP0221	Boca de captación metálica calibrada	0-300 mm	0,25 mm	+/- 4 % a 50mm/h
Velocidad del viento	EP0233:	(1m/s a 50 m/s)	0-200 km/h	0,1 m/s; 1 km/h	+/- 5 % FE
Dirección del viento	EP0233:	Dirección de viento (de 0-360°)	0-360°	22,5°	+/- 15 %
Humedad del aire exterior	EP0251		0-100 %	1 %	+/- 5 %
Temperatura del aire exterior	EP0251	Protector solar: de tipo autoaspirante	-20 a + 60 °C	0,1 °C	+/- 0,5 °C
Radiación solar	EP0304	Tipo celda de silicio	1400 W/m2	1 W/m2	+/- 5 % FE
Humedad del suelo	EP0254	De tipo por constante dieléctrica de alta durabilidad que no requiere mantenimiento	0-100 %	1 %	+/- 5 %
Temperatura del suelo	EP0247		-20 a + 60 °C	0,1 °C	+/- 0,5 °C
Humedad de hoja	EP0253	sensor de hoja mojada con accesorio de instalación	N/A	N/A	N/A

**Figura 2:** Componentes de la unidad externa [3]



### 2.2. Unidad interna o consola

Es un equipo de mano, compacto (figura 3), tiene una pantalla gráfica de alta resolución, sensible al tacto, propicia para usar en espacios interiores; implementa el registro de datos enviados por la unidad de adquisición de datos y permite la visualización de valores instantáneos y curvas de tendencia generadas a partir de datos históricos. Posee un menú de configuración, mediante el cual se programan las condiciones de uso. La recepción de los datos se realiza a través de un enlace de radiofrecuencia.

#### 2.2.1. Características

La consola de visualización es un dispositivo indicador con pantalla táctil de 120 x 92 mm, permite el registro y visualización gráfica de los datos medidos y transmitidos por la unidad adquisidora. La alimentación es a 100-240 Vca, cuenta con la opción de apagado/encendido, su pantalla de visualización es de cristal líquido con luz interior y el cambio de las

modalidades de funcionamiento es del tipo contacto. Dispone de un puerto USB para conexión a un PC, posee cuatro pantallas diferentes: de visualización gráfica de las variables; de visualización digital; de graficación; y de configuración.

Asimismo, permite sensar la temperatura y humedad interna y calcular y mostrar la precipitación en el período de medición; la dirección del viento y su velocidad en forma numérica y, en rosa de los vientos, la dirección y velocidad de las ráfagas de viento; el estado de carga de la batería del adquisidor, el estado de carga de la batería de la consola; los registros de: precipitación, humedad de hoja, punto de rocío, radiación solar diaria; además, presenta gráficos temporales acumulados en periodos de dos y siete días por cada variable.

**Figura 3:** Unidad interna o consola [3]



### 3. Escogencia del sitio de ubicación de la estación

La sede de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas está ubicada en la Localidad 19 de la ciudad de Bogotá (Colombia), cuyas coordenadas son: 4.5790626, latitud norte, y -74.1577043, longitud oeste. En la figura 4 se aprecia una fotografía satelital de dicha sede donde se muestran algunas de las edificaciones donde se podría instalar la unidad externa.

**Figura 4:** Fotografía satelital de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



Adaptado de Google Maps [4]

#### 3.1. Preselección de posibles sitios para ubicar la unidad externa

El procedimiento seguido para la selección del sitio de ubicación de la unidad externa tuvo el siguiente protocolo: se inició con la identificación, evaluación y selección de las posibles edificaciones para su instalación, previa a la selección del sitio de ubicación de la consola, el cual correspondió a la oficina del grupo de investigación GIEAUD, ubicada en el tercer y último piso del bloque 13, en la parte central de las edificaciones. Según indicaciones de la OMM [5] y del IDEAM, luego se seleccionaron edificaciones cuyas cubiertas estuvieran disponibles para una posible instalación. Además de contar con las mayores alturas posibles [2], estas correspondieron a los tejados o terrazas de la cafetería, los bloques números 1, 2, 4, 5, el coliseo, el auditorio, el gimnasio, la caseta de vigilancia del parqueadero, y el Lote El Ensueño, figura 4.

Finalmente, la tabla 2 muestra las recomendaciones asumidas de acuerdo a los lineamientos del IDEAM, y que fueron consideradas para la selección del lugar más apropiado a fin de ubicar la unidad externa con la unidad de adquisición de datos.

#### 3.2. Criterios para la selección

Para la selección del sitio de ubicación de la unidad externa de adquisición de datos se consideraron aspectos de seguridad y mantenimiento, además de aspectos técnicos.

##### 3.2.1. Aspectos de seguridad y mantenimiento

En estos se tuvo en cuenta:

- Facilidad en acceso para inspecciones de rutina, calibración, mantenimiento y reparación.
- Seguridad y control de acceso a personal autorizado y dificultad de acceso en situaciones de vandalismo o hurto.
- Visualización entre la consola y la unidad externa, de manera que la supervisión fuera permanente desde la oficina de trabajo y se permitiera identificar daños u averías a simple vista.
- La liberación de equipos y accesorios en un radio de al menos 2m de la unidad exterior.

**Tabla 2:** Recomendaciones a tener en cuenta a partir de las sugerencias del IDEAM [2]

IDEAM. CARACTERISTICAS TECNICAS ESTACION AUTOMATICA METEOROLOGICA	MEDIDAS A TENER EN CUENTA
“La estación debe contar con gabinete hermético resistente a la corrosión, oxido, lluvia, polvo, y agua para el alojamiento de la plataforma colectora de datos, regulador, batería y así protegerlos ya que serán instaladas a la intemperie”.	Verificar que los materiales de la estación correspondan a su uso en exteriores.
“Pueden incluirse dentro de la garita pilas o alguna instalación eléctrica de luz fría (neón) para facilitar la lectura de los instrumentos por la noche”.	Instalar una tomacorriente eléctrica tipo intemperie en caso de requerir la conexión de equipos o herramientas eléctricos auxiliares.
“De poder elegir el emplazamiento debe hacerse la elección previendo escasa modificación de las condiciones actuales en los siguientes 10 años, por lo menos”.	Verificar con las directivas de la sede que los sitios preseleccionados en el campus no tendrán afectaciones estructurales en sus cubiertas por lo menos en los próximos diez años.
“Convendrá que no haya árboles en la parcela reservada a los instrumentos y de colocarse arbustos en la periferia, debe dejarse como mínimo una distancia igual o superior a 2 metros en torno al pluviómetro y pluviógrafo, separados éstos por una distancia mínima de 1,5 metros”. “La distancia del pluviógrafo y pluviómetro a cualquier obstáculo no será inferior a dos veces la altura de ése obstáculo”.	Los sitios preseleccionados deben estar despejados y no ser afectados por árboles o sombras de edificaciones aledañas.
Anemómetros y veletas. Los equipos de sensores de viento deben captar el viento a una altura normalizada de diez metros sobre el suelo o terreno efectivo. Es recomendable que la torre esté bien arriostrada para evitar movimientos y vibraciones causadas por vientos fuertes.	
“La presencia de antenas o chimeneas voluminosas debe hacernos escépticos sobre las indicaciones de los sensores de viento”.	Verificar que no existan chimeneas en próximas al lugar de instalación de los equipos.

### 3.2.2. Aspectos técnicos

En estos se tuvo en cuenta:

- Altura mínima: de diez metros sobre el piso, sin obstáculos de edificaciones o arbustos.
- Tipo superficie: que permita la fijación de la unidad externa, que no presente inundaciones y que cumpla las condiciones de seguridad y mantenimiento.
- Evaluación de la distancia y obstáculos entre la consola y la unidad externa, minimizando interferencias en la comunicación ocasionada por muros o edificaciones.

### 3.2.3. Criterios de selección y ponderación

Después de analizar los diferentes aspectos mencionados anteriormente, se consideraron seis criterios: altura; visual entre consola y unidad externa;

facilidad de acceso; seguridad; presencia de obstáculos; y tipo de superficie.

Finalmente, para la selección del sitio de ubicación de la unidad externa, se realizó la siguiente ponderación de los criterios, tabla 3, dando igual peso a todos ellos y calificándolos entre 0 y 1.

La escala cuantitativa y cualitativa se construyó por el grupo de investigación, de acuerdo con antecedentes de otras experiencias y el juicio de expertos consultados en diferentes ámbitos de observación meteorológica.

### 3.3. Selección del sitio de ubicación de la unidad externa

En la tabla 4 se muestran los criterios de selección con sus respectivas calificaciones asociadas a cada sitio.

**Tabla 3:** Criterios de selección y ponderación

CRITERIO	PONDERACION
Altura	(>=10m)=1; (<=10m)=0
Visual Consola- Unidad.Ext.	Directa=1; Indirecta=0
Facilidad de acceso	Alto=1; Medio=0,5; Bajo=0
Seguridad	Alto=1; Medio=0,5; Bajo=0
Obstáculos-Arbustos	No=1; Si=0
Tipo Superficie	Plancha concreto=1; Tejado=0,7; Cúpula=0,5; Cesped=1

**Fuente:** elaboración propia

Se observa que el sitio más apropiado es la terraza del Auditorio de la Facultad Tecnológica, con un puntaje de 5,5 puntos sobre 6,0 posibles, seguido por las terrazas del bloque 2 y del Coliseo con puntajes de 4,7 y 4,5, respectivamente.

Por lo anterior se decide que el lugar donde se debe instalar la unidad exterior es en la terraza del auditorio Gustavo Caamaño de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital.

### 3.3.1. Adecuación del sitio seleccionado

Debido a que la terraza del Auditorio no fue diseñada para alojar la unidad exterior de adquisición de datos, es preciso realizar algunas tareas con el fin de dejar el sitio apropiado para la instalación de la unidad externa.

Para lo anterior, se siguen las recomendaciones planteadas por la OMM, las cuales se presentan en la tabla 5. En ella se ha adicionado una columna de verificación de cumplimiento de la tarea respectiva.

**Tabla 4:** Calificación de criterios de selección del sitio más apropiado para ubicar la unidad externa de adquisición de datos en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital

Sitio	Altura (m)	Calificación	Visual Consola - U.ext	Calificación	Facilidad de acceso	Calificación	Seguridad	Calificación	Obstáculos - arbustos	Calificación	Tipo Superficie	Calificación	Total
Coliseo	10	1	Directa	1	Bajo	0	Alta	1	No	1	Cúpula	0,5	4,5
Auditorio	10	1	Directa	1	Medio	0,5	Alta	1	No	1	Plancha concreto	1	5,5
Bloque 2	12,5	1	Directa	1	Medio	0,5	Media	0,5	No	1	Tejado	0,7	4,7
Bloque 3	7,5	0	Indirecta	0	Medio	0,5	Media	0,5	Si	0	Tejado	0,7	1,7
Bloque 4	12,5	1	Indirecta	0	Medio	0,5	Media	0,5	Si	0	Tejado	0,7	2,7
Bloque 5	12,4	1	Indirecta	0	Medio	0,5	Media	0,5	No	1	Tejado	0,7	3,7
Caseta Vigilancia	5,5	0	Indirecta	0	Alto	1	Media	0,5	No	1	Plancha concreto	1	3,5
Lote El Ensueño	0	0	Indirecta	0	Alto	1	Baja	0	No	1	Césped	1	3
Gimnasio	2,5	0	Indirecta	0	Alto	1	Media	0,5	No	1	Plancha concreto	1	3,5

**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 5:** Tareas de adecuación necesarias, sugeridas por la OMM, para para poner a punto una EM [5]

TAREA OMM-258-V-I-ES	VERIFICACION	TAREA OMM-258-V-I-ES	VERIFICACION
Preparar sitios de trabajos (zócalos o fundiciones de concreto, montajes, cables tirantes, protecciones y refugios del equipo); vinculaciones con subcontratistas.	Ok	Diseñar e implementar sitios www. de Internet e Intranet para proveer servicios atmosféricos ambientales, información científica referente a la atmósfera al equipo de servicio, la comunidad científica, los asociados y el público en general;	Pendiente
Hacer fabricaciones de taller (escalera) e instalaciones de instrumentos en el campo y otros sistemas.	Ok	Inspecciones de rutina de los sitios relevantes;	Ok
Realizar pruebas de comunicación entre la consola y unidad externa	Ok	Enrolar y entrenar contratistas, observadores voluntarios.	Pendiente
Prever acceso para mantenimiento de rutina.	Ok	Suministrar las instrucciones de operación y los procedimientos estándar para contratistas y observadores;	Ok
Preparar las instrucciones de operación y mantenimiento, incluyendo correcciones.	Pendiente	Manejar la entrega de datos de las estaciones de observación para la Oficina Central con la calidad requerida incluyendo puntualidad;	Pendiente
Mantener registros de las instalaciones físicas del equipo, modificación, calibración y reparación.	Ok	Mantener los registros de la estación;	Ok
Mantener seguras las prácticas de campo y el taller.	Ok		

#### 4. Resultados

Luego de la selección adecuada, siguiendo estándares nacionales e internacionales, se han adelantado los trámites técnicos y administrativos para la instalación de un sistema de apantallamiento que sirva de protección contra descargas eléctricas. Una vez cumplido lo anterior se solicitó una visita por parte del IDEAM con el objetivo de hacer una inspección y lograr la aprobación para ser parte, en un futuro cercano, de la red de estaciones Meteorológicas del IDEAM y, por supuesto, de la red PRIDERAS [6] a la cual pertenece y es fundadora la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJ de C).

En consecuencia, se cuenta con una EM en la Facultad Tecnológica de la UDFJ de C, la que ha mostrado desempeño aceptable en sus primeros meses de funcionamiento. Esto se ha evidenciado luego de registrarse datos sistemáticamente, cada diez minutos, de las siguientes variables: radiación solar, precipitación, velocidad y dirección del viento, humedad del aire (exterior e interior), temperatura de aire (exterior e interior), presión atmosférica exterior, humedad del suelo, temperatura del suelo, humedad de hoja. Adicionalmente se ha llevado el registro de la carga de las baterías exterior e interior y de las ráfagas y dirección del viento, para un total de dieciséis registros.

##### 4.1. Ubicación final de los componentes de la estación

En la figura 5 se observa la proximidad que existe entre el auditorio Gustavo Caamaño, donde se instaló la unidad externa y la oficina donde está instalada la consola receptora y procesadora de datos. La distancia entre los dos dispositivos es algo superior a 10 m, lo que hace propicio tener una excelente señal inalámbrica para la transmisión de los datos.

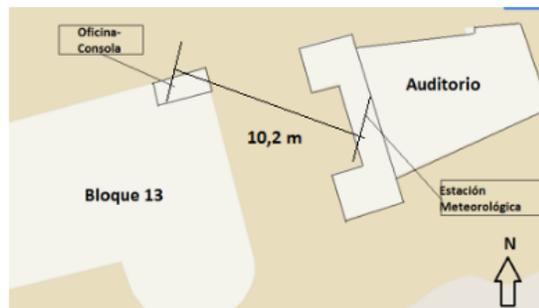
Por otra parte, en la figura 6 se muestran dos fotografías de la unidad exterior: en la foto de la izquierda la unidad externa sobre la terraza del auditorio Gustavo Caamaño, donde se aprecia la adaptación de una puerta y una escalera de acceso; en la foto del lado derecho se muestra el proceso de montaje y calibración de los sensores.

##### 4.2. Resultados preliminares

De los datos recolectados a la fecha, aunque no es del caso emitir un reporte completo, a continuación se muestran dos ejemplos de reportes generados. En la figura 7 se presentan tres gráficas de la radiación solar diaria promedio, donde se muestran los valores: máximo, medio y mínimo, en función del tiempo. Allí se indica que la radiación máxima reportada durante un periodo de 104

días, del 10 de enero al 23 de abril de 2015, fue de 1271 w/m<sup>2</sup>, registrada el día 20 de abril de 2015 a las 11:20 am.

**Figura 5:** Plano digital de la ubicación del auditorio y la oficina donde se encuentra la consola. Adaptado de Google Maps [4]

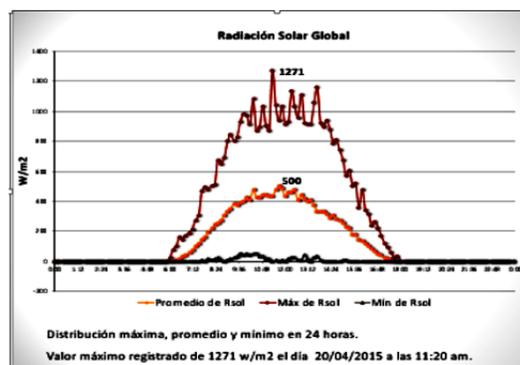


**Figura 6:** Fotos de la unidad externa de adquisición de datos en la terraza del Auditorio de la Facultad Tecnológica de la UDFJ de C



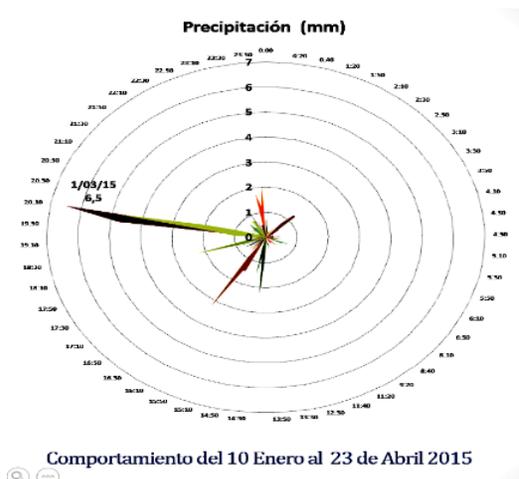
**Fuente:** elaboración propia.

**Figura 7:** Distribuciones máxima, promedio y mínima de radiación solar global diaria en w/m<sup>2</sup> durante el período comprendido entre el 10 de enero al 23 de abril de 2015 [ 7]



En la figura 8 se muestra el comportamiento de la precipitación promedio diaria, en milímetros, durante el mismo período de 104 días; en ella se puede apreciar que hacia las 20 horas y 10 minutos del día 1 de marzo de 2015 se presentó la máxima precipitación, llegando a un valor de 6,5 mm.

**Figura 8:** Comportamiento de la precipitación promedio en milímetros durante un período de 104 días. Del 10 de enero al 23 de abril de 2015 [7]



## 5. Conclusiones

La ubicación de la unidad externa y la consola permiten un adecuado registro de los datos, garantizando una transmisión permanente y clara de los mismos ya que está libre de sombras, de obstáculos físicos y a una distancia de algo más de 10 metros, ideal para esta función.

La terraza del auditorio cumple con las recomendaciones de la OMM y el IDEAM, para ubicar estaciones meteorológicas en espacios urbanos; esto es garantía de seguridad para la EM permitiéndose así un acceso seguro y controlado a la misma.

El desempeño hasta ahora presentado por la EM permite augurar un largo tiempo de funcionamiento adecuado de la misma; situación que vaticina condiciones confiables para poder pertenecer a la red de estaciones del IDEAM.

## 6. Reconocimientos

Para este tipo de investigaciones se debe completar una lista de tareas complementarias: el diseño e

implementación de un sitio web en Internet e Intranet para proveer la información a la comunidad científica, los asociados y el público en general; enrolar y entrenar personal capacitado para el manejo de la información y realizar el mantenimiento preventivo de la EM; diseñar y preparar reportes según normas internacionales; así como acordar y adoptar, con los demás miembros de las redes proyectadas, el sistema de comunicación de los reportes que se generen.

## 7. Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a las directivas de la UDFJ de C, en especial al Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico (CIDC), por la financiación del proyecto de investigación; y a la Facultad Tecnológica de la UDFJ de C por su colaboración en el proceso de instalación de la EM, particularmente al proyecto curricular de Tecnología e Ingeniería Mecánica por su contribución técnica y aportes teóricos y prácticos realizados.

## Referencias

- [1] E. Portal, Atlas Cimatológico. Primera Parte. Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM, Mexico, 2009.
- [2] IDEAM, Manual de referencias para estaciones meteorológicas. Características técnicas. IDEAM, Bogotá, 2004.
- [3] TECMES Inteligencia Ambiental, "Manual de Estación Meteorológica PEGASUS". TECMES, Buenos Aires, 2005.
- [4] Google Maps, Google Maps, Noviembre de 2014 [En línea]. Disponible en: <https://www.google.com.co/maps>
- [5] Organización Meteorológica Mundial, "Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM. Reglamento Técnico". OMM Naciones Unidas, Ginebra, 2001.
- [6] Red PRIDERAS, Red Prideras, Septiembre de 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.redprideras.org/>
- [7] E. Pegasus, "Reporte de estación a 24 de abril de 2015". Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2015.