

MANUAL DE ENSAMBLE NUBE

DE CIUDADANOS CIENTÍFICOS
segunda versión





NUBE DE CIUDADANOS CIENTÍFICOS

Un manual para que los habitantes del Valle de Aburrá, aprendan, construyan y aporten al conocimiento científico local

La nube de Ciudadanos Científicos es un sensor de bajo costo para medición de material particulado, humedad relativa y temperatura, una iniciativa de ciencia ciudadana para medir la calidad de aire del Valle de Áburra

Realizado por:

Sistema de Alerta Temprana del Valle de Aburrá SIATA.



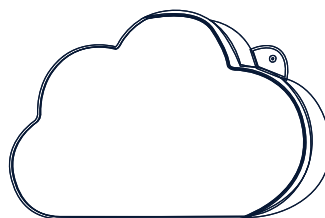
Con el apoyo de:



Un proyecto de:



Alcaldía de Medellín



En este manual podrás consultar información sobre qué es **Ciudadanos Científicos**, cómo surge y con qué finalidad. Asimismo, encontrarás los elementos necesarios para saber cómo funciona la nube, la manera en la que puedes construir tu propio sensor y así monitorear la calidad del aire del lugar que habitas, y ¿Por qué no? crear investigaciones que le aporten conocimiento a la región.

**¡Te invitamos a hacer parte de esta iniciativa
y aprendas haciendo!**

CIUDADANOS CIENTÍFICOS

UNA INICIATIVA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA
POR LA CALIDAD DEL AIRE DEL VALLE DE ABURRÁ

Ciudadanos Científicos es una estrategia local de ciencia, educación y tecnología, desarrollada desde el año 2015 por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá a través del **SIATA - Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá**.

Con esta estrategia se establecieron puntos de monitoreo de variables asociadas a la calidad del aire, ubicados en viviendas, oficinas e instituciones educativas de personas que acogieron de manera voluntaria un sensor de bajo costo desarrollado por el **SIATA**.

La creación de este dispositivo, sumado a la disposición de los datos en redes sociales y plataformas electrónicas, pretende apoyar el desarrollo tecnológico y científico local, despertar la conciencia de los individuos en su papel y responsabilidad para contribuir al cuidado y mejoramiento de la calidad del aire, fortalecer las investigaciones que conlleven al conocimiento del comportamiento de las variables ambientales, topográficas, sociales y económicas que modulan la calidad del aire en el Valle de Aburrá, y fortalecer la gestión de las autoridades competentes para garantizar una mejor calidad de vida a los habitantes de este territorio.

Esta iniciativa es una apuesta de **SIATA** por hacer que la ciudadanía pueda monitorear por sí misma la calidad del aire del Valle de Aburrá, inspirados en proyectos mundiales como **Air Quality Egg**, más info <https://airqualityegg.com/home> donde son las personas quienes preocupadas por el tema crean una forma de monitorear y compartir los datos, las nubes de Ciudadanos Científicos buscan ser eso, una solución para monitorear a bajo costo y desde cualquier lugar.

CIUDADANOS CIENTÍFICOS

UNA INICIATIVA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA
POR LA CALIDAD DEL AIRE DEL VALLE DE ABURRÁ

La estación de Ciudadanos Científicos versión **2.0**, es un dispositivo que está compuesto por sensores y tarjetas electrónicas que permiten el monitoreo puntual y automático de variables asociadas a la calidad del aire como el material particulado, temperatura y humedad relativa. A la fecha cuenta con **250** puntos de monitoreo.

Cabe notar que el software desarrollado tanto para la tarjeta Arduino DUE R3 como para las comunicaciones y el almacenamiento de datos, fueron creados mediante herramientas de desarrollo libre, así que la persona o institución que desee replicar o ensamblar esta estación no deberá adquirir ningún tipo de licencia de software especial ni de licencias de uso de algún protocolo de hardware específico.

PARTES DE LA NUBE



Componente	Partes	Nombre (En éste manual)
Tarjetas electrónicas	<p>Raspberry PI 3 Modelo B.</p> <p>Tarjeta Micro SD de 32 Gb (No incluida con la Raspberry Pi).</p> <p>Arduino Due R3. Conector USB para tarjeta Arduino DUE R3</p>	<p>Raspberry PI</p> <p>Micro SD</p> <p>Tarjeta Arduino DUE R3 Conector tarjeta Arduino</p>
Tarjeta Shield para Arduino SIATA. Este es un desarrollo propio del SIATA.	<u>Haz clic aquí para conocer los detalles de las partes que conforman esta tarjeta</u>	Tarjeta Shield para Arduino SIATA
Sensores	<p>Sensor de material particulado Nova SDS011.</p> <p>Sensor de material particulado HK-A5 Laser PM2.5/10.</p> <p>Sensor de temperatura y humedad relativa Davis 6830.</p>	<p>Sensor Nova</p> <p>Sensor HK-A5</p> <p>Sensor Davis</p>
Ajuste del tiempo y geolocalización	<p>Tarjeta GPS L70 Bee, con su respectiva antena.</p> <p>Conector tipo módulo Xbee para módulo GPS, ver preparación de cables.</p> <p>Reloj en Tiempo Real RTC – DS3231, con pila y pines.</p> <p>Conector para módulo RTC, ver preparación de cables.</p>	<p>Tarjeta GPS</p> <p>Conector GPS</p> <p>RTC</p> <p>Conector para RTC</p>
Alimentación	<p>Fuente de voltaje DC de 5.0 V y una capacidad de 3 Amperios, con conector micro USB</p> <p>Conector bornera para la alimentación (5V_IN), ver preparación de cables.</p>	<p>Fuente de voltaje 5.0 V</p> <p>Conector bornera para 5V</p>

PARTES DE LA NUBE



Componente	Partes	Nombre (En éste manual)
Para preparación de cables	2 conectores RJ12 o RJ11 macho de 6 pines.	Conector macho RJ12 o RJ11
	1 metro de cable telefónico plano de 4 líneas	Cable telefónico
	Conector para cable ribbon de 40 pines hembra	Conector para cable ribbon
	30 cm. de cable ribbon	Cable ribbon
	2 borneras macho de dos pines para alimentación externa	Bornera macho de dos pines para alimentación
	1 borneras macho de tres pines para GPS	Bornera macho de tres pines para GPS
	1 metro de Termoencogible de 2 mm.	Termoencogible
Otros elementos	Cable HDMI	Cable HDMI
	Teclado	Teclado
	Mouse	Mouse
Estructura de la nube	<u>Haz clic aquí para acceder a los planos de la estructura de la nube</u>	

TAMBIÉN NECESITAREMOS LAS SIGUIENTES HERRAMIENTAS

- Destornilladores de pala y estrella de tamaño mediano y pequeño.
- Cortafrío.
- Pelacables.
- Pinzas.
- Ponchadora de cables RJ12 o RJ11 de 6 pines.
- Cautín de menos de 30W.
- Soldadura de estaño plomo de 1mm de diámetro.
- 1 m de termoencogible de 2 mm de diámetro.

PREPARACIÓN PREVIA A LA CONSTRUCCIÓN DE LA NUBE DE CIUDADANOS CIENTÍFICOS

Antes de armar la nube es necesario preparar las tarjetas y los cables, en los siguientes enlaces te explicaremos cómo hacerlo:

1

[Ensamble de la Tarjeta Shield para Arduino SIATA:](#)
[Diagrama esquemático de la tarjeta.](#)



2

[Preparación de cables](#)





¡AHORA SÍ, ARMEMOS NUESTRA ESTACIÓN!

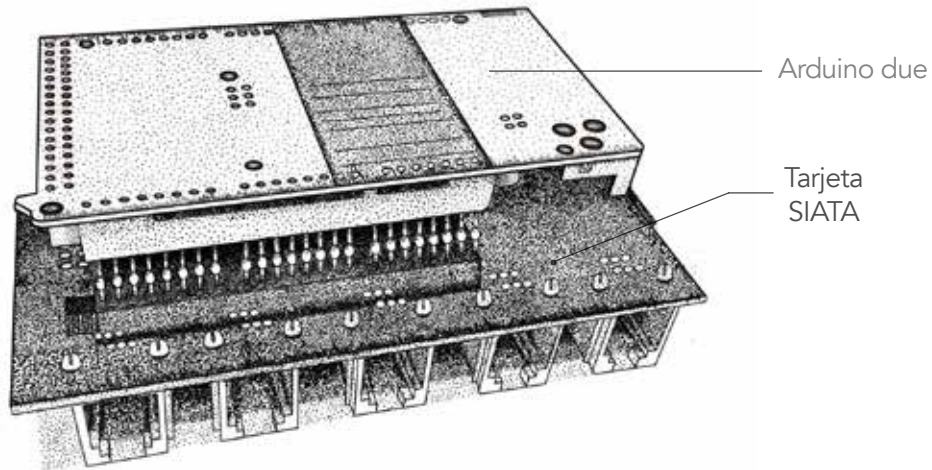
Durante el montaje, recuerda tratar con mucho cuidado los cables y demás elementos que componen estación.

COMENCEMOS...

1

Conecta la Tarjeta Shield para Arduino SIATA sobre la tarjeta Arduino DUE R3.

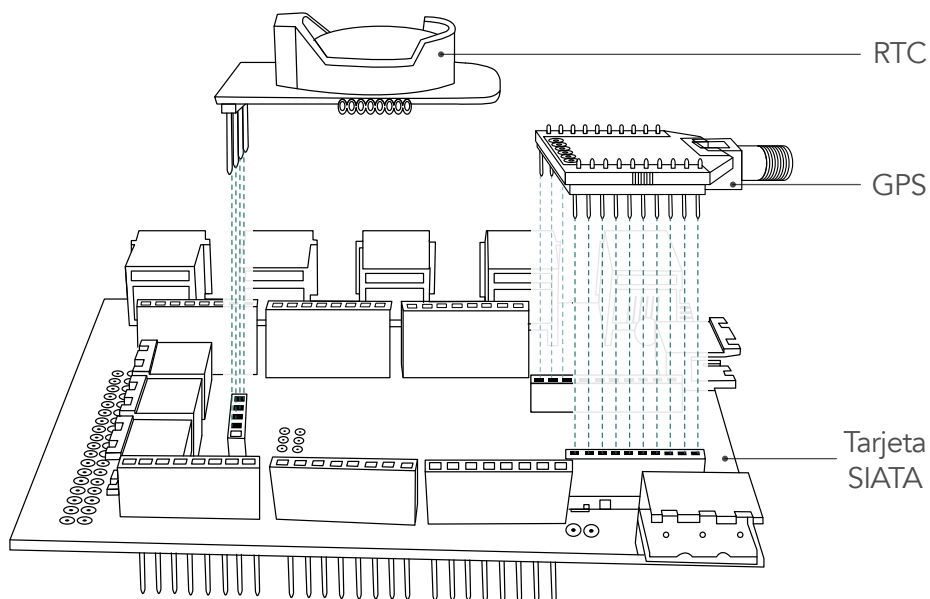
Únelo con tus manos y asegúrate que no entre forzado.



2

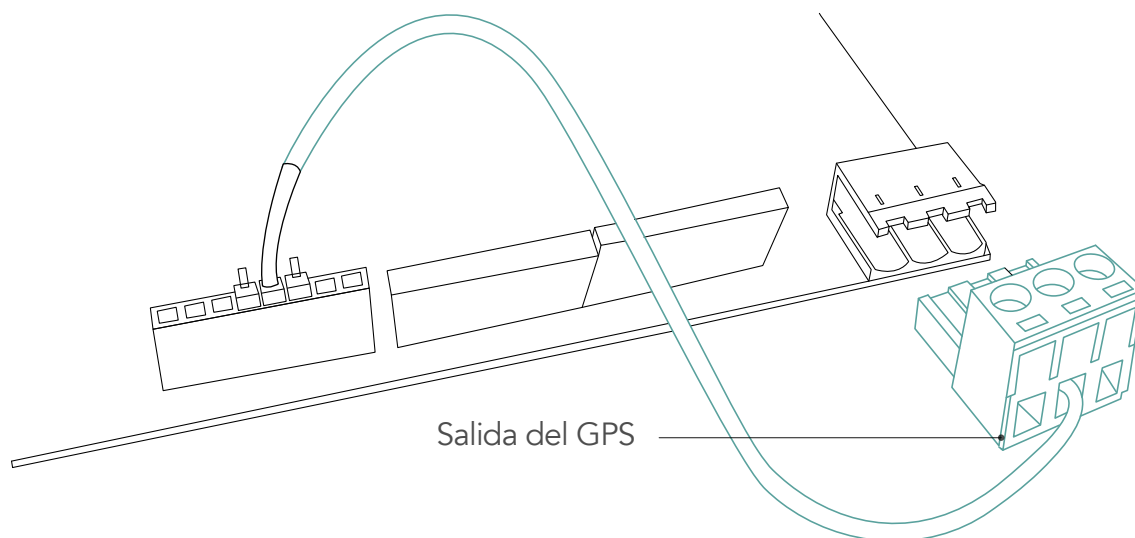
Encima de la Tarjeta Shield para Arduino SIATA conecta el GPS y el RTC.

A los 2 pisos del paso anterior se le agrega un tercer piso que corresponde al GPS y el RTC que van sobre la Tarjeta Shield para Arduino SIATA.



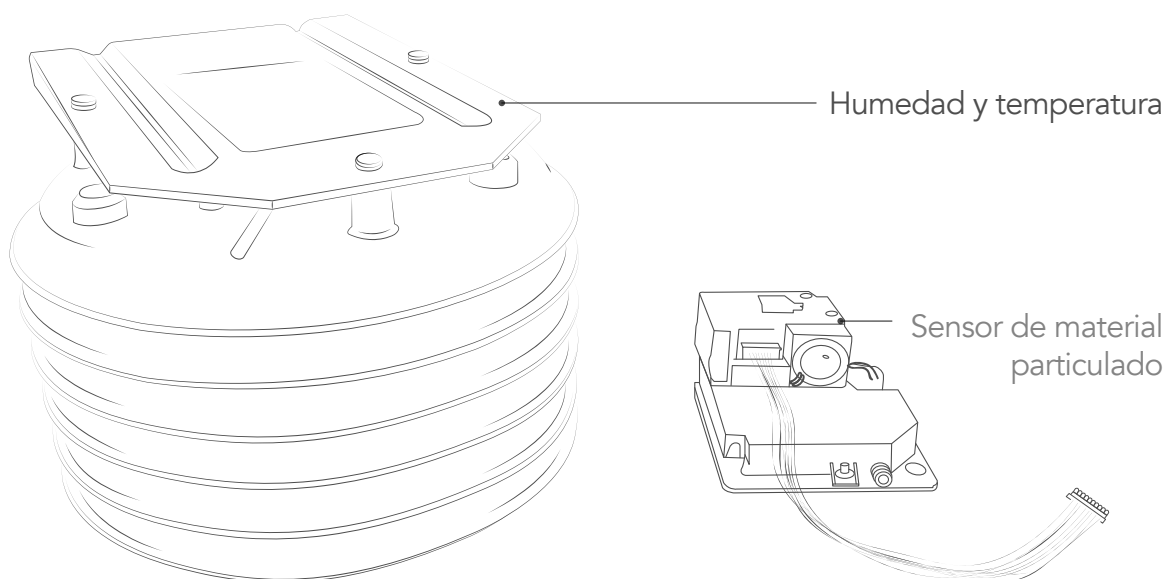
3

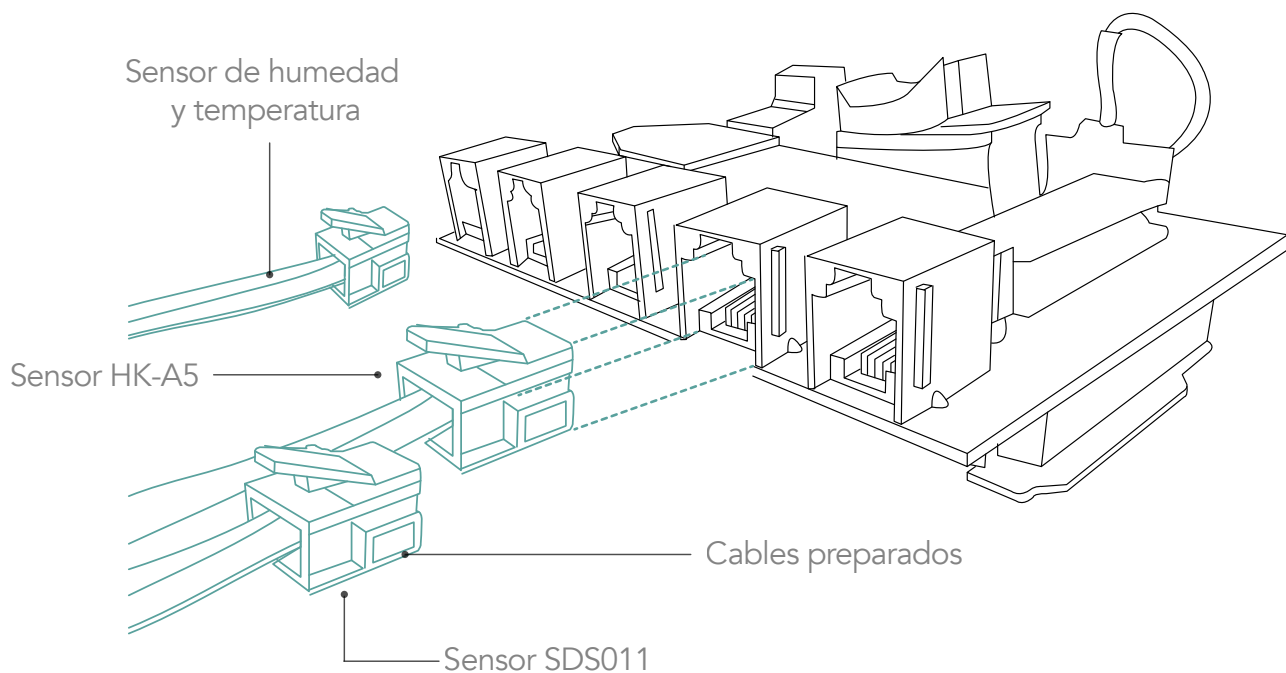
Acopla el GPS a la Tarjeta Shield para Arduino SIATA.
Cablea la salida del GPS en la bornera de tres posiciones, desde el pin del medio hasta el pin RX2 de la tarjeta de acople.



4

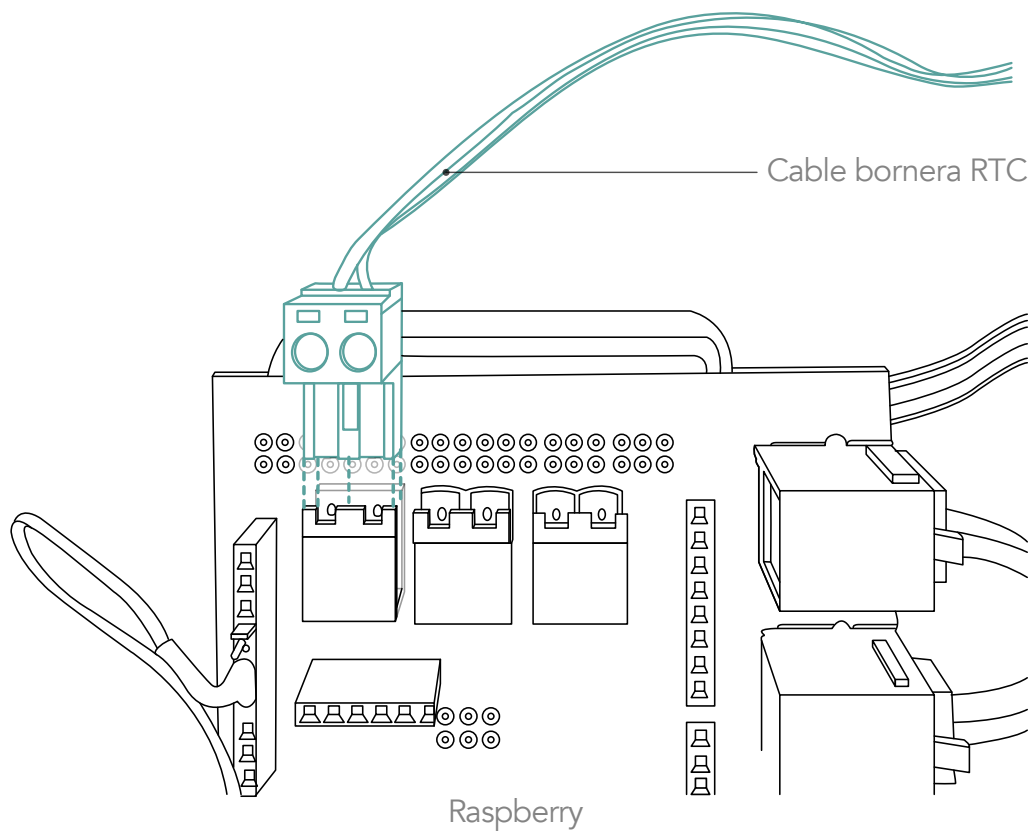
Conecta los sensores de material particulado, para ello, debes ensamblar con los 2 cables que preparaste previamente (Para ver nuevamente la preparación de cables haz clic aquí).





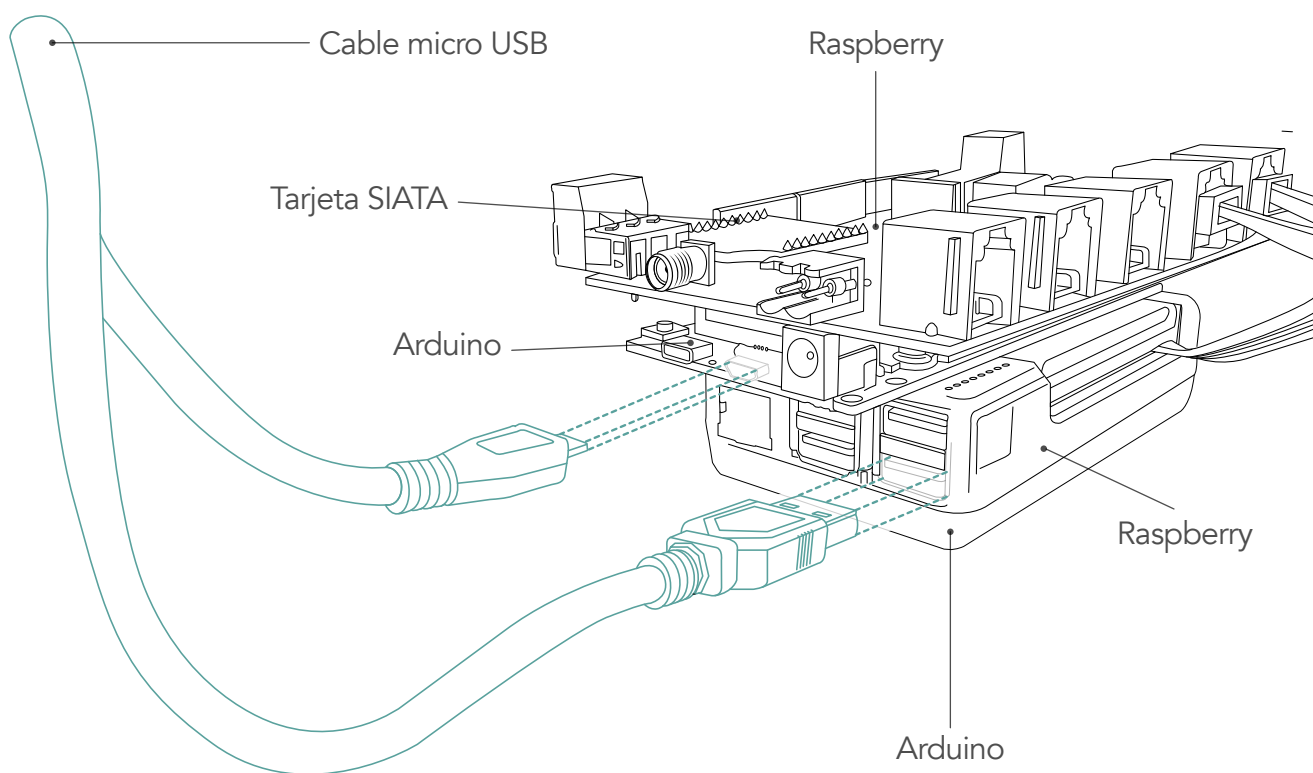
5

Conecta el cable de conexión I2C entre la Raspberry Pi y la bornera RTC.



6

Conecta la tarjeta Arduino DUE R3 a la Raspberry Pi utilizando un cable de micro USB.





Ya tenemos lista la estructura
de nuestro sensor,

AHORA CONFIGUREMOS

INSTALAMOS EL SOFTWARE EN LA TARJETA ARDUINO DUE R3.

Para esta instalación debes conectar la Tarjeta Shield Arduino SIATA, con un cable micro USB a un puerto USB del computador.



Haz clic aquí y conoce los pasos para la instalación del firmware en la tarjeta Arduino DUE R3.

INSTALAMOS EL SOFTWARE RASPBERRY PI.

Para ello necesitamos:

- Micro SD que sea estrictamente de 8Gb.
- Raspberry Pi.
- Cable de red.
- Teclado y mouse USB.
- Cable HDMI.
- Pantalla o televisor con entrada HDMI.
- Computador portátil.
- Memoria USB
- Tarjeta Micro SD



Haz clic aquí para conocer el paso a paso de la instalación del software Raspberry Pi.

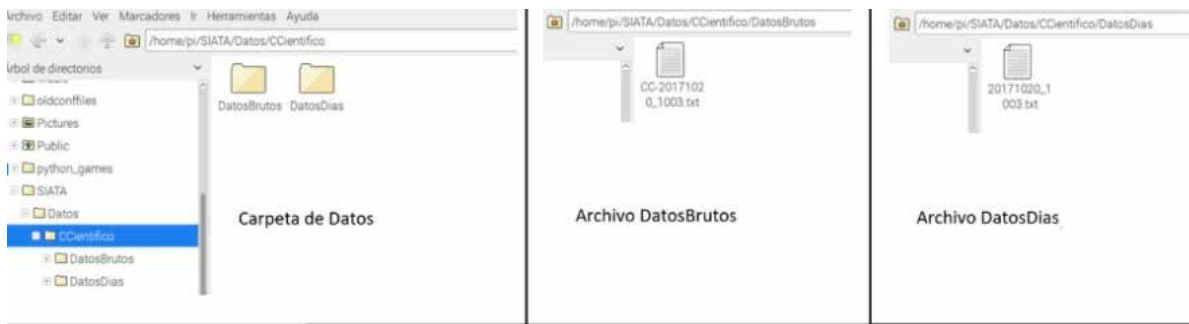
¡Listo! Ahora los datos de tu nube quedarán almacenados en la memoria Micro SD de la Raspberry Pi. Puedes acceder a esta información de manera directa o a través de una conexión remota.

¿CÓMO PUEDO REVISAR LA INFORMACIÓN DE LA NUBE?

Los datos son almacenados en la carpeta `home/pi/SIATA/Datos/CCientifico`, en dos carpetas:

la primera es “DatosBrutos”, ésta contiene la información en archivos .txt con el nombre de la fecha en el que se creó, así: “CC-aaaammdd_hhmm.txt”; el archivo tiene los datos sin indicadores de variables en la trama. La segunda carpeta, es “DatosDias”, incluye la información en archivos .txt con nombre de la fecha en que se creó de la siguiente manera: “aaaammdd_hhmm.txt”, el archivo tiene los datos con indicadores de variables.

En la siguiente figura observamos las diferentes carpetas donde estará almacenada la información:



¿Y QUÉ SON LAS TRAMAS?



La trama es la parte donde se adiciona toda la información de los sensores, hora y fecha en que se obtuvo la información y algunos indicadores que sirven para identificar cada uno de los parámetros que se miden, así como datos de la estación de monitoreo en sí. Cada campo está separado por coma, de la siguiente manera:

- Tipo = corresponde al tipo de estación a usar, que en este caso es científico.
- F_E = fecha y hora en que se generó esa trama.
- C_E = código de la estación.
- PM01DF = Material Particulado PM 1 obtenido con el sensor DF Robotics.
- PM25DF = Material Particulado PM 2.5 obtenido con el sensor DF Robotics.
- PM10DF = Material Particulado PM 10 obtenido con el sensor DF Robotics.
- PM25NOVA = Material Particulado PM 2.5 obtenido con el sensor Nova.
- PM10NOVA = Material Particulado PM 10 obtenido con el sensor Nova.
- Temp = temperatura obtenida con el sensor Davis.
- Humedad = humedad obtenida con el sensor Davis.
- Latitud = Latitud obtenida con el GPS.
- Longitud = Longitud obtenida con el GPS.
- Altitud = altitud obtenida con el GPS.

Como mencionamos anteriormente, hay dos tipos de tramas:

DatosBrutos y DatosDias, en ambos se encuentra la información en el mismo orden, pero difieren en que la segunda contiene indicadores, a continuación mostramos un ejemplo:

Trama DatosBrutos

2017-10-20 10:05:00,999,7,10,12,4,7,24,60,0615.5739,07535.3162,1527.

Trama DatosDias

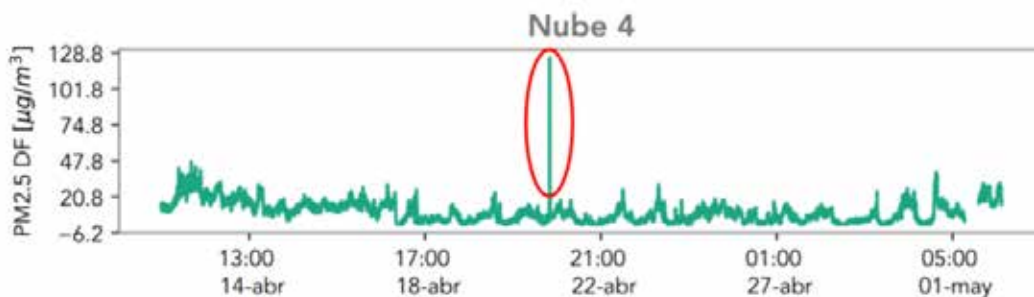
Tipo=cientifico,F_E=2017-10-20
10:05:00,C_E=999,PM01DF=7,PM25DF=10,PM10DF=12,PM25NOVA=4,P
M10NOVA=7,temp=24,humedad=60,Latitud=0615.5739,Longitud=07535.
3162,Altitud =1527

¿CÓMO SABER SI MI NUBE ESTÁ BIEN, SI LOS DATOS QUE ENVÍA SON CORRECTOS?

Miremos como se calibra el sensor

Los sensores de material particulado que componen la Nube de Ciudadanos Científicos, son sometidos a un proceso de ajuste conocido como “calibración”, para ello, es necesario hacer uso de estaciones de monitoreo de calidad del aire cuyas mediciones sean más confiables, por eso, utilizamos las estaciones de la red oficial de monitoreo de calidad del aire del Valle de Aburrá, que operan a partir de métodos de referencia establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Particularmente para la calibración se utilizan BAM-1020 con una resolución temporal de una hora.

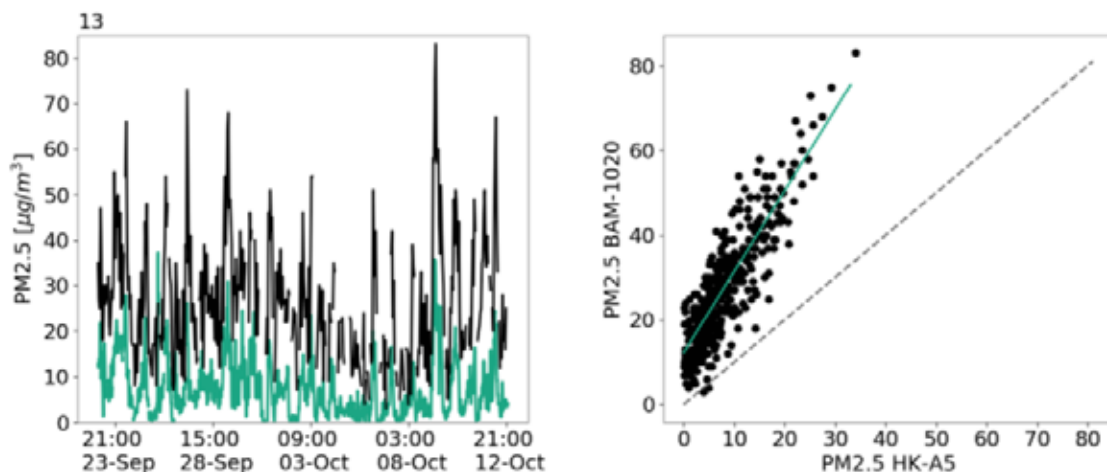
El proceso de calibración comienza con la instalación de una nube, justo en el punto en donde se encuentra un BAM-1020. En un período de entre 15 y 20 días se hace seguimiento y análisis de los datos tomados por los sensores de bajo costo para verificar su calidad y la consistencia de las mediciones, y así garantizar que este proceso no se afecte por datos erróneos que pueden alterar en gran medida el resultado final de la calibración. La siguiente imagen muestra el ejemplo de una serie de datos tomados por un sensor de bajo costo que no han sido calibrado, en el círculo se observa un dato inválido que no debe ser considerado durante el proceso.



Una vez la calidad de los datos se encuentre verificada, es necesario llevar las series temporales de Ciudadanos Científicos a la misma resolución temporal de las estaciones de calidad del aire, pues los sensores de bajo costo aportan un dato cada minuto, mientras que los monitores BAM-1020 registran un dato por hora, así es que los datos de las nubes son agregados en escala horaria.

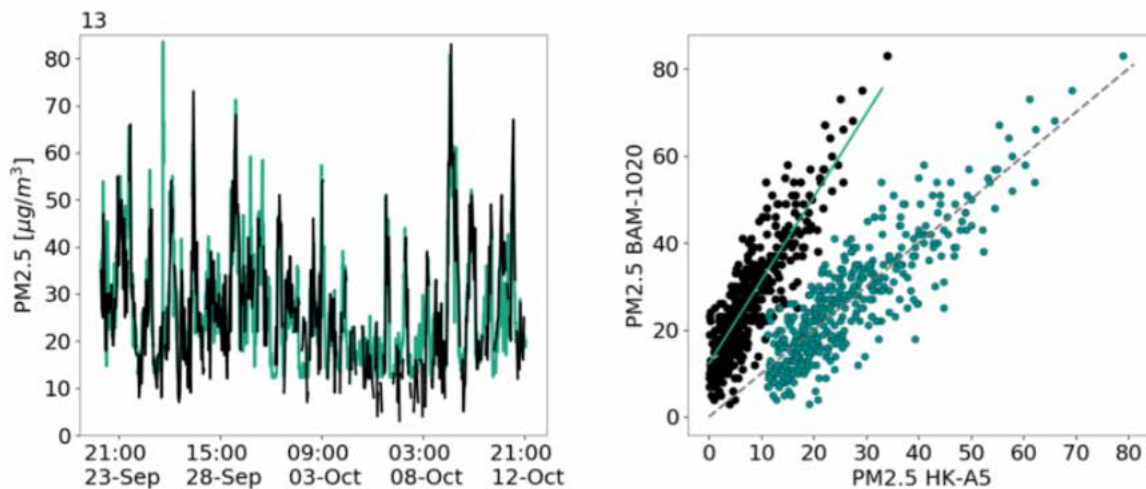
La siguiente imagen al lado derecho, muestra la serie de tiempo de PM2.5 medida tanto por los sensores de bajo costo (línea color verde), como por la red oficial de calidad del aire (línea color negro).

Es posible observar que existe una diferencia importante en la magnitud de los datos, pero a partir del gráfico de la izquierda es claro que la variabilidad de ambas mediciones es muy similar y por ende, existe una línea entre estas. Esa relación lineal indica que la variabilidad del PM2.5 a lo largo del día es registrada de forma correcta por los sensores de bajo costo, por lo que es posible ajustar una función lineal de forma tal, que la variabilidad y la magnitud sean capturadas de forma correcta.



Al hacer la regresión lineal tomando **y = datos de BAM-1020** y **x = datos de las Nubes de Ciudadanos Científicos**, se obtiene un valor para la pendiente y el intercepto del ajuste de la forma **$y = mx + b$** .

Una vez obtenida la pendiente y el intercepto, se ajustan los datos de la serie original con resolución minatural de los sensores de bajo costo, dando como resultado valores de concentración de **PM2.5** para las mediciones de las Nubes tal y como se aprecia en el lado izquierdo de la siguiente imagen.



¡VAMOS A INSTALAR LA NUBE EN NUESTRA CASA!

Después de hacer todo el proceso de ensamble y configuración del software, vamos a instalar el sensor para que empiece a monitorear, nos arroje datos y podamos saber como esta la calidad del aire, pero además, investigar, analizar, proponer... y lo que se nos ocurra.

Para la instalación necesitaremos chazos de $\frac{1}{4}$, tornillos de $\frac{1}{2}$, taladro, broca de $\frac{1}{4}$ para concreto, martillo y destornillador.

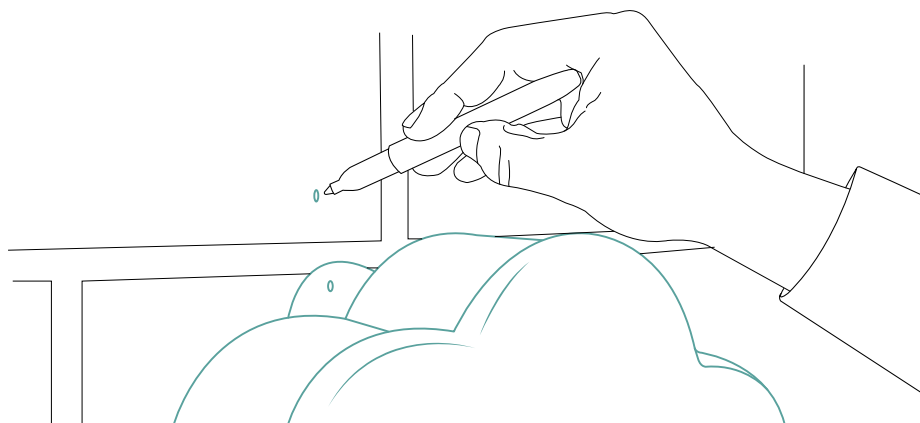
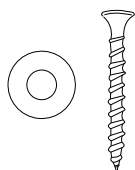
Instala la nube en un lugar a la intemperie donde esté en constante contacto con el aire exterior, por ejemplo, fachadas y balcones. Ten en cuenta que el sitio debe contar con buena señal WiFi y tomacorriente a 110V AC.

Pasos para el montaje de la estación

1

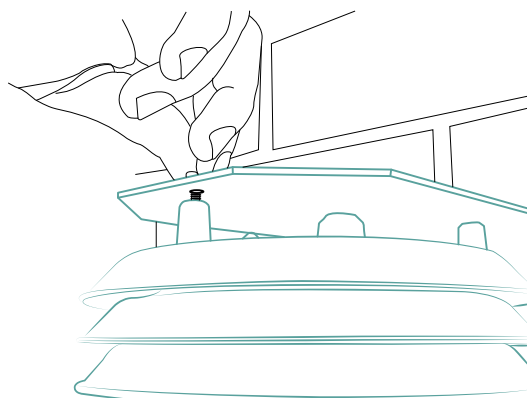
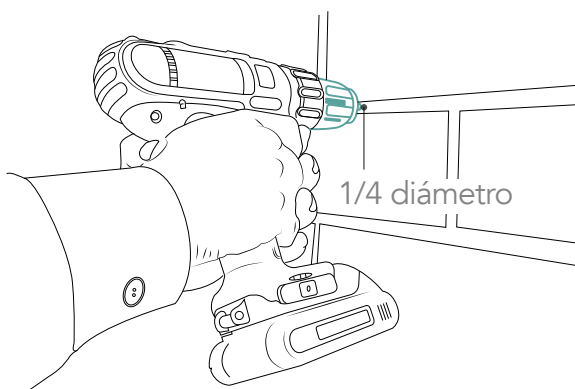
Después de elegir el mejor lugar para instalar la nube, debes marcar las posiciones donde serán instalados los tornillos, para esto, utiliza la nube y el sensor de humedad y temperatura.

Tornillos



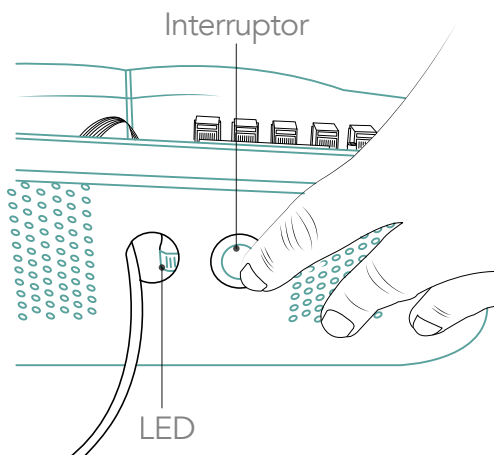
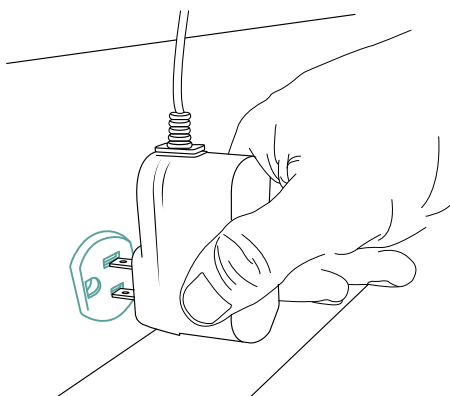
2

Taladra orificios de 1/4" de diámetro e inserta los chazos para colgar la nube y el sensor de humedad y temperatura.



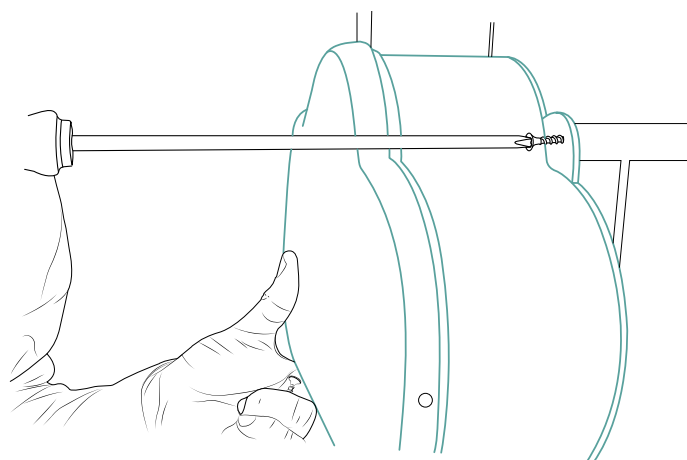
3

Conecta el adaptador de la nube al tomacorriente, luego, acciona el interruptor de encendido y asegúrate de que el LED de la tarjeta denominada "PWR", en la unidad, permanezca encendido.



4

Cierra la estructura de la nube.



TE RECOMENDAMOS

limpiar la estación regularmente, al menos una vez al mes...

RECUERDA

que un buen mantenimiento favorece el buen funcionamiento de la nube.

ALGUNAS PREGUNTAS QUE PUEDEN SURGIR DURANTE LA INSTALACIÓN



¿Qué hacer si los LED de la tarjeta de control no encienden?

- Verifica que la estación esté conectada a la energía.
- Desconecta la nube, espera unos minutos y vuelve a conectarla.
- Si no funcionan los pasos anteriores, contacta al proveedor.

Nota: Antes de realizar alguna conexión desconecta el adaptador y después procede a conectar nuevamente.

¿Qué hacer si la estación no envía datos?

Verifica la calidad de la conexión de la red WiFi en el punto donde instalaste tu nube. En caso de que la señal sea débil te recomendamos reubicar tu estación o contactar a tu proveedor.

¿Qué hacer si se está filtrando el agua a la NUBE?

Verifica que tu nube esté bien cerrada y que no tenga filtraciones de agua. Realiza los ajustes que sean necesarios para que la parte interior de la nube permanezca seco.



MANUAL DE ENSAMBLE NUBE

DE CIUDADANOS CIENTÍFICOS
segunda versión

