



<<
Foto: USTA-Uniandes.
Lugar:
Empresa German Franco S.A

BOLETÍN #2

PROYECTO:

PLATAFORMA COMUNITARIA PARA EL MONITOREO EN LA CALIDAD DEL AGUA EN LA REGIÓN DE SAMACÁ - BOYACÁ

CODISEÑO DE LA SONDA FARAMACA V1.0

MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA EN SAMACÁ, BOYACÁ

El pasado 27 de febrero en la región de Samacá, Boyacá, se llevó a cabo el segundo taller comunitario que integró actores de la comunidad del Colegio Sagrado Corazón de Jesús (planta profesoral y estudiantes de secundaria), campesinos de la región, la empresa Germán Franco S. A., el equipo USTA-Uniandes, el Colegio técnico de Samacá, integrantes de la asociación de usuarios del distrito de riego de Samacá, ASUSA y la junta de acción comunal de Samacá. Se desarrolló un taller y el estado de avance de la Plataforma Comunitaria para el Monitoreo de la Calidad de Agua (PCMA) para la región.

El día inició con una actividad para los estudiantes de acercamiento a parámetros de calidad del agua

tales como: **pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, turbidez, temperatura y detección de metales pesados.**

Además, se introdujeron tecnologías portables comerciales y propias desarrolladas durante el proyecto, como la sonda Faramaca versión 1.0 integrado al aplicativo móvil en Android “Plataforma Comunitaria Monitoreo de Agua” para la recolección de los datos y la página WEB de plataforma de monitoreo. El propósito de usar estas tecnologías fue la medición de los parámetros mencionados y la realización de prácticas en toma de datos en afluentes hídricos aledaños al Colegio. Con la comunidad se logró la toma de muestras de agua, la medición de parámetros, el almacenamiento e inter-

pretación de datos y su aplicación en la caracterización de agua para uso doméstico y consumo potable de acuerdo con el decreto 1575 de 2007 que establece el sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano del Ministerio de Ambiente de Colombia.

Al cierre del taller con los participantes se evaluaron los dispositivos y se recopiló la información de la operación técnica y de la funcionalidad de la sonda. Los resultados son un valioso aporte para la actualización y mejora de las características de la sonda Faramaca versión 2.0.

<<
Estudiante participando del codiseño retroalimentando el diseño de la futura sonda Faramaca V2.0.



<<
Habitante de la región hace análisis de los datos de monitoreo



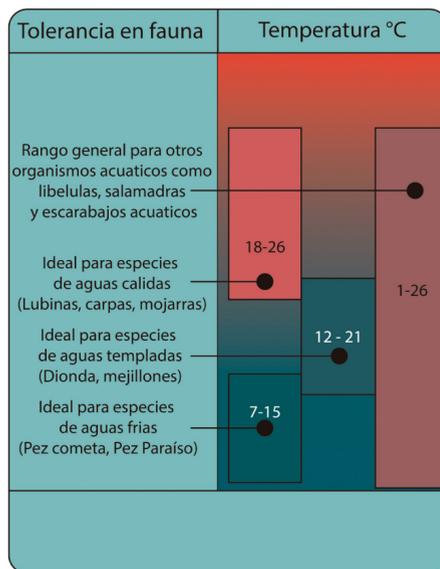
¿Qué es la Temperatura?

La temperatura es una magnitud física que indica la energía interna de un cuerpo, de un objeto o del medio ambiente en general, medida por un termómetro. Dicha energía interna se expresa en términos de calor y frío, siendo el primero asociado con una temperatura más alta, mientras que el frío se asocia con una temperatura más baja.

¿Cómo se mide?

La temperatura se puede medir de múltiples maneras, la más conocida es usando un material que se expande cuando se calienta (como el mercurio) y se usa en termómetros tradicionales. Otra manera es mediante una termocopla donde dos materiales diferentes en contacto presentan un pequeño voltaje cuando son calentados, este voltaje lo podemos convertir en información para que un microcontrolador la muestre de manera gráfica en una pantalla.

Rango: -5 a 55 °C
Resolución: 0.01 °C
Exactitud: ±0.15 °C



La escala de pH

Los objetos que no son muy ácidos se llaman básicos. La escala tiene valores que van del cero (el más ácido) al 14 (el más básico). Tal como puedes observar en la escala, el agua pura tiene un valor de pH de 7. Ese valor se considera neutro – ni ácido ni básico. La lluvia limpia normal tiene un valor de pH de entre 5.0 y 5.5, nivel levemente ácido. Sin embargo, cuando la lluvia se combina con dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno (producidos por las centrales eléctricas y los automóviles) la lluvia se vuelve mucho más ácida. La lluvia ácida típica tiene un valor de pH de 4.0. Una disminución en los valores de pH de 5.0 a 4.0 significa que la acidez es diez veces mayor.

Como se mide el pH?

En los laboratorios se emplean numerosos dispositivos de alta tecnología para medir el pH. Una manera muy fácil en la que puedes medir el pH es usando una tira de papel tornasol. Cuando tocas algo con una tira de papel tornasol, el papel cambia de color dependiendo de si la substancia es ácida o básica. Si el papel se vuelve rojo es porque la substancia es ácida, y si se vuelve azul quiere decir que la substancia es básica.

Rango: 0 a 14
Resolución: ±0.0001
Presión Máxima: 100 PSI
Rango de temperatura: -5 a 55 °C

EPA United States Environmental Protection Agency

Efectos	pH	Ejemplos
Ácido	0	Ácido de baterías
	1	Ácido sulfúrico
	2	Jugo de limón
	3	Jugo de naranja
Mueren todos los peces (4.2)	4	Lluvia ácida (4.2 - 4.4) Lago ácido (4.5)
	5	Banano (5.0 - 5.3) Lluvia limpia (5.6)
Mueren los huevos de rana, renacuajos y cangrejos de río (5.5)	6	Lago saludable (6.5) Leche (6.5 - 6.8)
	7	Agua Pura
Comienzan a morir las truchas arcoiris	8	Agua de Mar, huevos
	9	Bicarbonato de sodio
Neutro	10	Leche de magnesio
	11	Amoniaco
	12	Agua con jabón
	13	Blanqueador
	14	Limpiador de desagües
Básico		

EPA United States Environmental Protection Agency

¿Qué es el oxígeno disuelto (OD)?

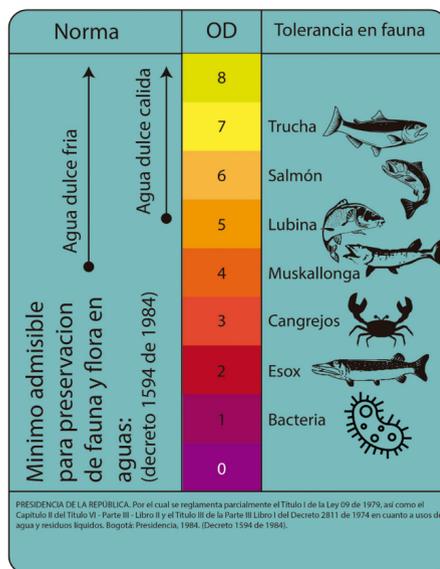
Es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. El oxígeno disuelto se establece como la concentración actual (mg/L) o como la cantidad de oxígeno que puede tener el agua a una temperatura determinada. Se conoce también como el porcentaje de saturación. La unidad de mg/L representa miligramos por litro

¿Cómo se mide?

Medición de OD Producción de color:
Kit de análisis de OD para trabajo de campo para agua dulce.
Medidor de OD:
Conductividad eléctrica basada en una reacción química

Tipo: Galvánico de membrana
Rango: 0 - 50 mg/L
Resolución: ±0.01 mg/L
Temperatura de operación: -5 to 55 °C

hanna instruments, HI98194, HI98195, HI98196 manual, www.hanna.com



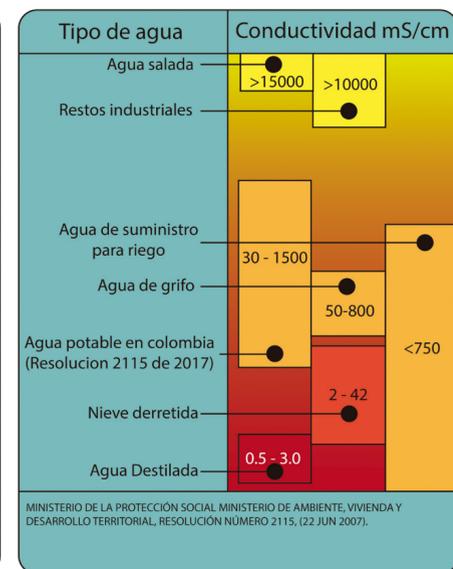
¿Qué es la conductividad eléctrica?

La conductividad se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos. Los iones más positivos son sodio (Na+), calcio (Ca+2), potasio (K+) y magnesio (Mg+2). Los iones más negativos son cloruro (Cl-), sulfato (SO4-2), carbonato, bicarbonato. Los nitratos y fosfatos no contribuyen de forma apreciable a la conductividad, aunque son muy importantes biológicamente.

¿Cómo se mide?

La conductividad se mide con una sonda electrónica que aplica un voltaje entre dos electrodos. La disminución del voltaje se usa para medir la resistencia del agua que se traduce a conductividad. La conductividad es el valor inverso de la resistencia y se mide como la cantidad de conductancia en una distancia determinada. Las unidades son mhos/cm o Siemens

Tipo de sensor: electrodo de 4 anillos
Rango: 0.0 a 400.0 mS/cm
Resolución: 0.1 mS/cm
Temperatura de operación: -5 a 55 °C

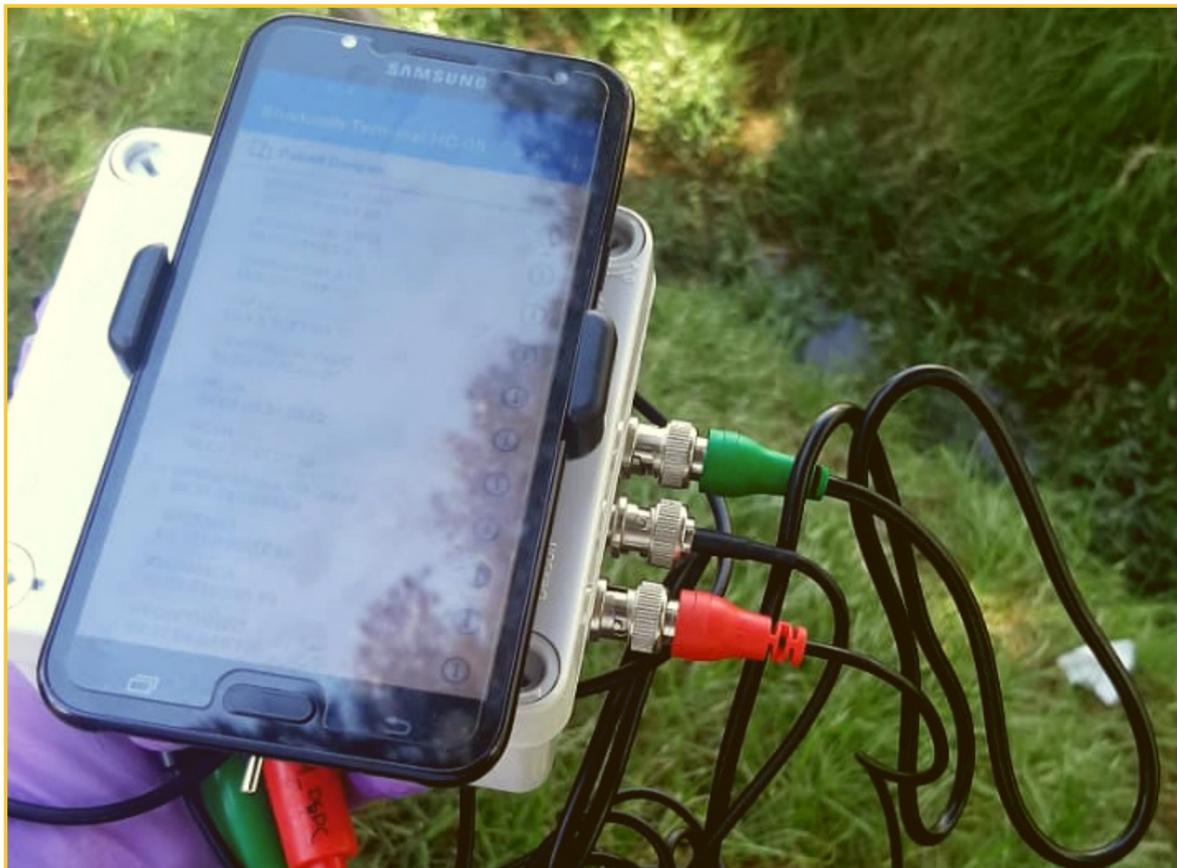


TARJETAS DIDÁCTICAS PARA EL ENTENDIMIENTO DE PARÁMETROS DEL AGUA

Se entregaron cuatro tarjetas, una por cada uno de estos parámetros del agua: **pH**, **oxígeno disuelto**, **conductividad eléctrica** y **temperatura**, y se explicaron con ejemplos aplicados los parámetros y su significado en el contexto de la comunidad. Se indicó a los jóvenes que tomaran muestras de agua, las colocaran en recipientes y tras usar la sonda, en voz alta, le dictaran a otro estudiante la medición, el significado del parámetro y los valores del decreto. Además, se les indicó que usaran una herramienta análoga, práctica o pedagógica para traducir la lectura dentro de los rangos que indica la reglamentación y normatividad, y siguiera las recomendaciones para el consumo de agua doméstico o potable.



<< Estudiantes socializando las tarjetas didácticas durante la actividad de apropiación social del conocimiento.



FARAMACA V1.0

LAS COMUNIDADES PUEDEN APROPIARSE DE LAS TECNOLOGÍAS Y ADAPTARLAS A SU AMBIENTE Y CONTEXTO, POR ESTO EL NOMBRE DE LA SONDA HACE REFERENCIA AL "FARA" (MAMÍFERO TÍPICO Y EN VÍA DE EXTINCIÓN DE LA REGIÓN DE SAMACÁ, BOYACÁ). TANTO EL ANIMAL "FARA" COMO EL AGUA REQUIEREN SER CUIDADOS POR TODOS LOS ACTORES QUE IMPACTAN SOBRE UN ECOSISTEMA.

EN ESTE SENTIDO FUE MUY POSITIVO HABER ASIGNADO A LA SONDA ESTA IDENTIDAD YA QUE LA COMUNIDAD JUVENIL EN SAMACÁ RECONOCIÓ FAVORABLEMENTE RESALTANDO ESTE HECHO.



<< Zarigüeya común, conocida en Boyacá como fara (*Didelphis marsupialis*)
Foto: Instituto Humboldt

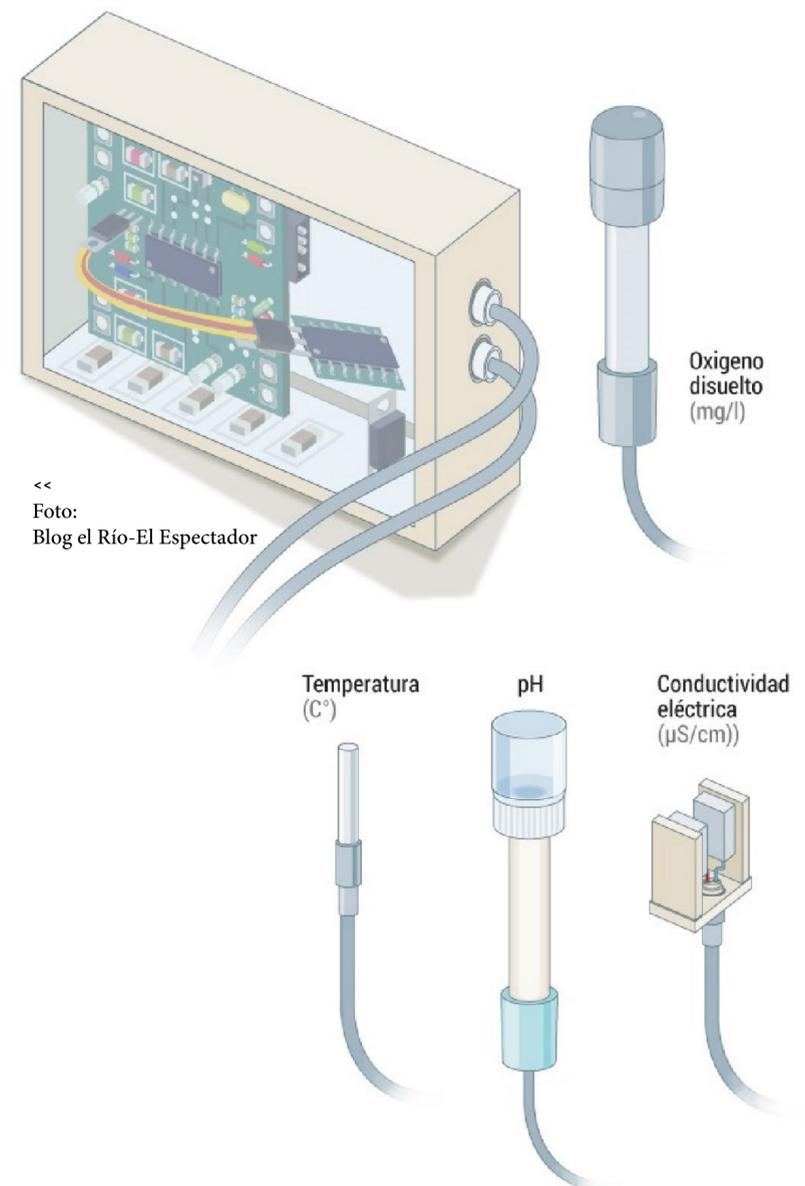
TECNOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS DEL AGUA

La sonda Faramaca versión 1.0 es un instrumento desarrollado y pensado para la comunidad de Samacá y sus necesidades frente al conocimiento de la calidad del agua que se usa en su región. Es versátil, permite un uso intuitivo y tiene capacidad para medir parámetros como **pH**, **oxígeno disuelto**, **conductividad eléctrica**, **temperatura** y **turbidez**; también mide datos de nivel es decir la profundidad a la que toma la muestra, la ubicación a través de GPS y la información de la medición es transmitida al usuario a través de un celular o Smartphone adherible al dispositivo. Igualmente, avisa mediante sonido el estado del dispositivo.

Durante el desarrollo de este segundo taller teórico-práctico con

la comunidad, en el Colegio Sagrado Corazón de Jesús, al cual asistieron alrededor de 60 personas entre estudiantes, campesinos y empresarios, se realizaron encuestas de codiseño para conocer su opinión sobre esta primera versión del dispositivo portátil. Los resultados de la actividad de codiseño dejaron ver ventajas como la versatilidad, nombre llamativo y acorde con la región y menor precio en comparación con la sonda comercial.

También se identificaron aspectos por mejora, tales como el uso de una única sonda multiparamétrica, pantalla externa que permita su uso sin necesidad de celular y una mayor ergonomía y libertad de movimiento.

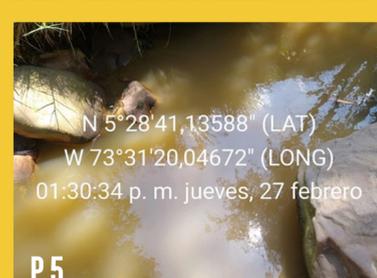
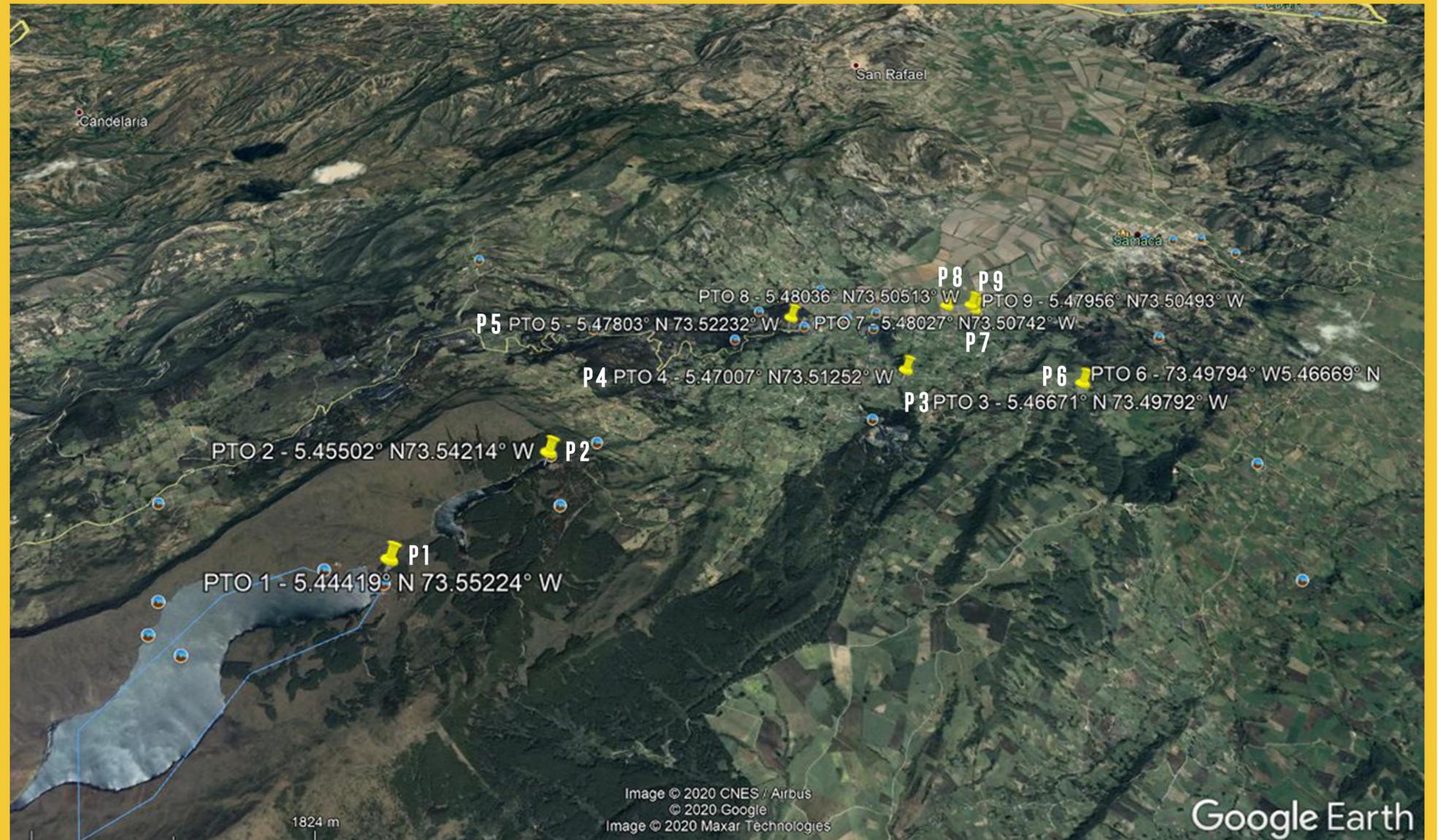
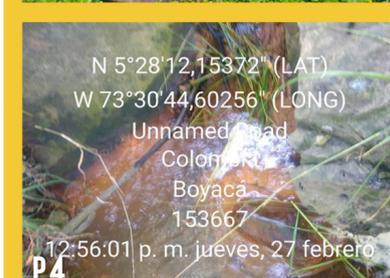
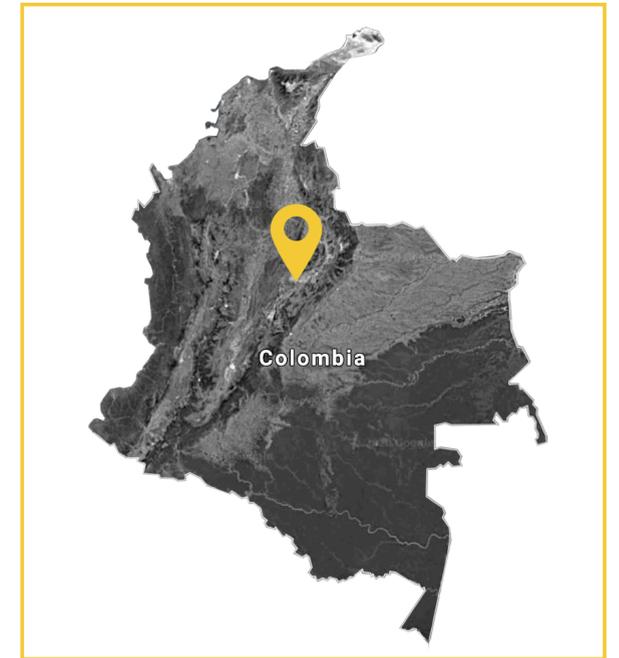


CARTOGRAFÍA DE PUNTOS EN SAMACÁ, BOYACÁ

Se realizó una medición comparativa en forma simultánea, con el equipo comercial y las sondas, para establecer la correlación entre los datos arrojados. Se observó que tanto la sonda Faramaca como los equipos comerciales tienen una buena correlación. Después junto con la empresa, los estudiantes y la comunidad campesina se realizó la toma de datos en puntos hídricos estratégicos (ver Mapa de riesgo-Boletín1) estrechamente relacionados con la actividad minera y agrícola

que influyen en la trayectoria de las corrientes hídricas de la zona. Esto con el fin de monitorear cuál es el impacto que las distintas actividades económicas en la región tienen sobre la calidad del agua, desde su nacimiento hasta su utilización en el consumo doméstico y laboral. Los puntos de medición utilizados corresponden a las principales fuentes hídricas de la región, como nacimientos, vertientes y zonas de reposo (pozos), generando una ruta del agua desde su nacimiento

(mayor grado de pureza), a lo largo de su recorrido (contaminación por uso) hasta donde termina (uso industrial o agrícola). Adicionalmente se tomaron dos muestras de agua en los puntos identificados como, 3 (nacimiento) y 9 (empresa) para realizar un análisis completo de la calidad de agua en un laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y por el Ministerio de la Protección Social para agua potable.

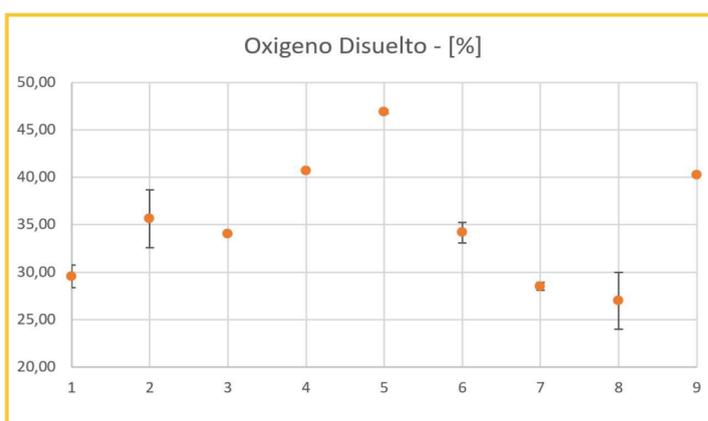
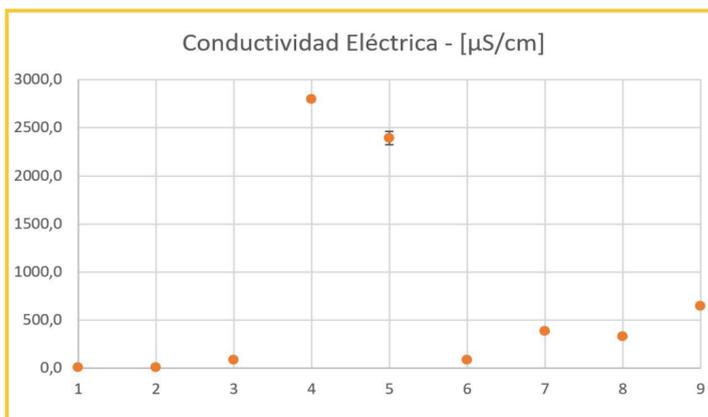
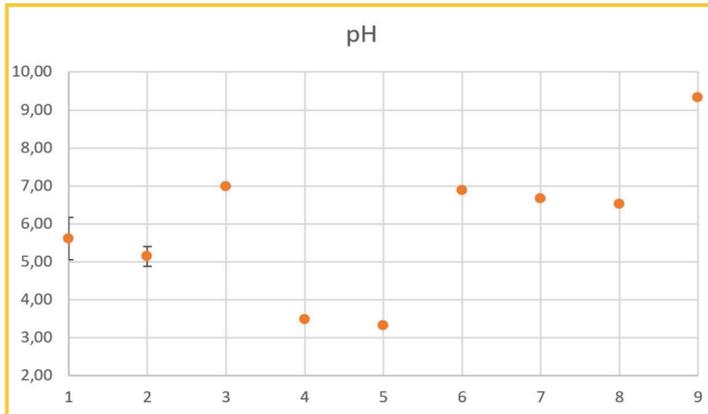
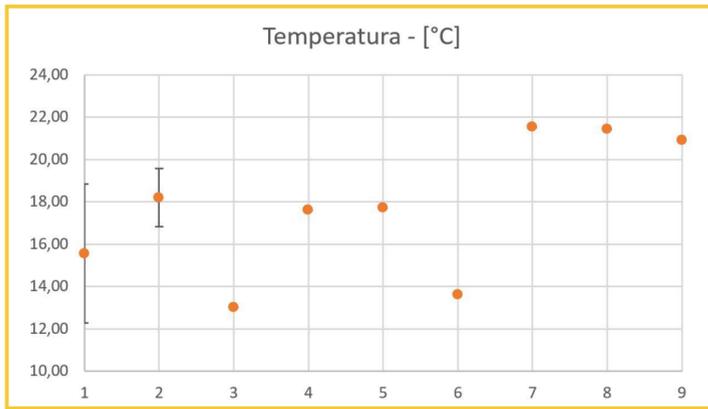


RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

El **pH** por debajo del nivel neutro (7), ver en la cartografía punto **P4** y **P5** sugiere una contaminación del recurso hídrico por sales hidrolizadas o dióxido de carbono. El rango base del agua para consumo humano debe encontrarse entre 6.5 a 9 tras un tratamiento de desinfección y para uso agrícola entre 4.5 a 9. Una **conductividad eléctrica** alta, **P4** y **P5**, sugiere una alta cantidad de diferentes iones como lo son nitrógeno, fósforo, hierro y azufre. Estos iones son nutrientes para plantas y causan fenó-

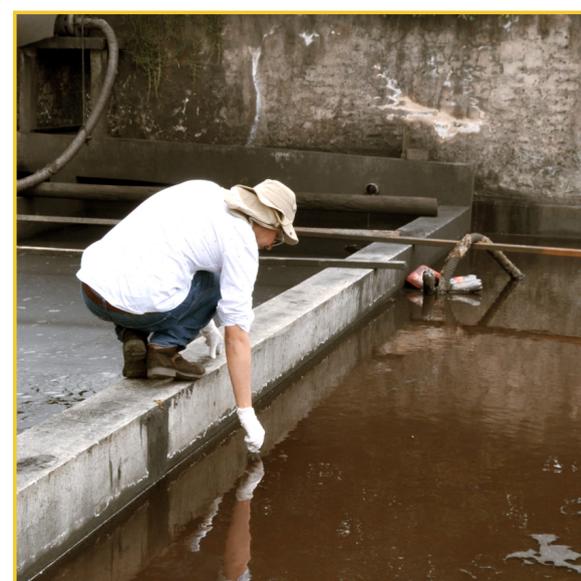
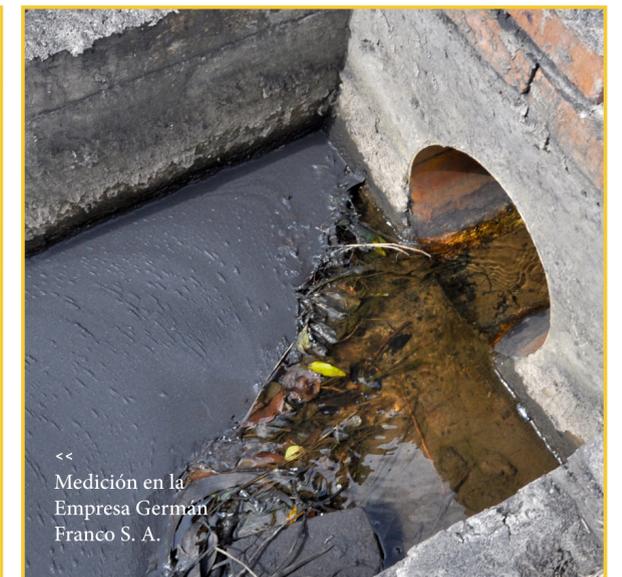
menos como la eutrofización, lo que aumentará el porcentaje de **oxígeno disuelto** pero generará una mayor demanda del mismo. Comúnmente los valores de conductividad eléctrica para consumo humano no deben superar los 10000 mS/cm, en zonas de páramos o embalses se espera conductividad de 20 mS/cm, además si el agua se empleará para riego se encontraría en el rango entre aceptable y dudosa (2000 a 3000 mS/cm). Cabe destacar Decreto 1594 de 1984 de usos del agua y residuos

líquidos establece que el oxígeno disuelto solo presenta un valor del 70% para uso recreativo, pero no específica para el uso agrícola, pecuario y de consumo. Por otro lado el fenómeno de variación en **temperatura** se explica de diferentes formas, se genera por las pequeñas ramificaciones de las quebradas o por una alta descarga de aguas calientes en un punto específico, sin embargo, no es posible concluir esto sin un análisis de temperatura específico en dichos caudales.



<< Medición con la sonda comercial, de los 9 puntos fueron

REGISTRO TOMA DE DATOS



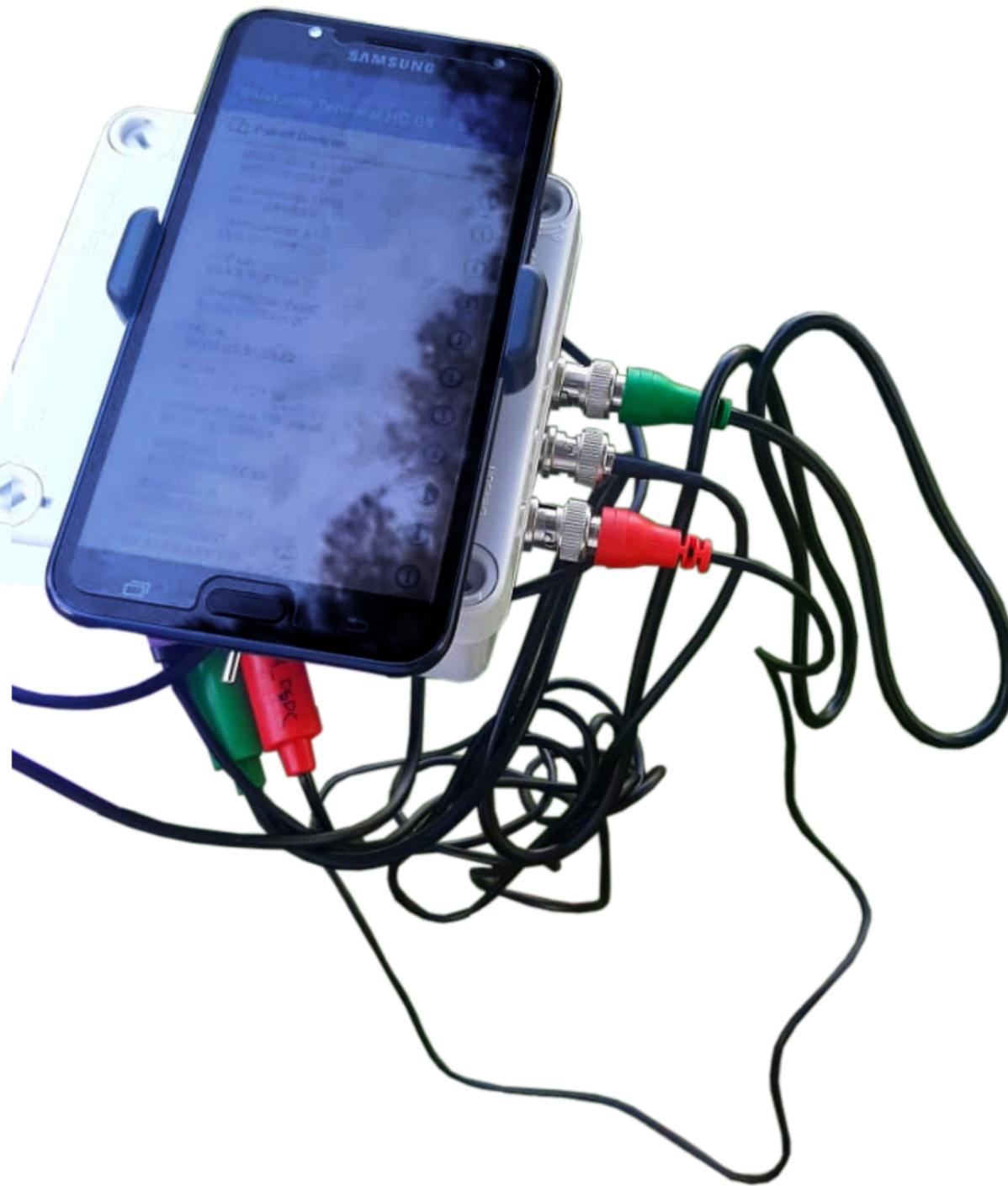
CODISEÑO COMUNITARIO

Comparación con sondas comerciales

Una sonda comercial puede costar alrededor de los (USD) **\$5.000**, mientras que la sonda Faramaca tendría un costo aproximado de (USD) **\$300**, y estaría diseñada para suplir las necesidades básicas de medición que la comunidad necesita, siendo además portable y de bajo costo.

- Parámetros Sonda Faramaca V1.0: pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, temperatura y turbidez (Opcional).

- Parámetros Sonda comercial Hanna HI9829: pH, ORP (Potencial de Óxido Reducción), conductividad eléctrica, turbidez, temperatura, iones de amonio, nitrato, cloruro (NH4+, NO3- -N o Cl-), oxígeno disuelto (como % de saturación o concentración), resistividad, TDS (Sólidos Totales Disueltos), salinidad y gravedad específica de agua de mar.



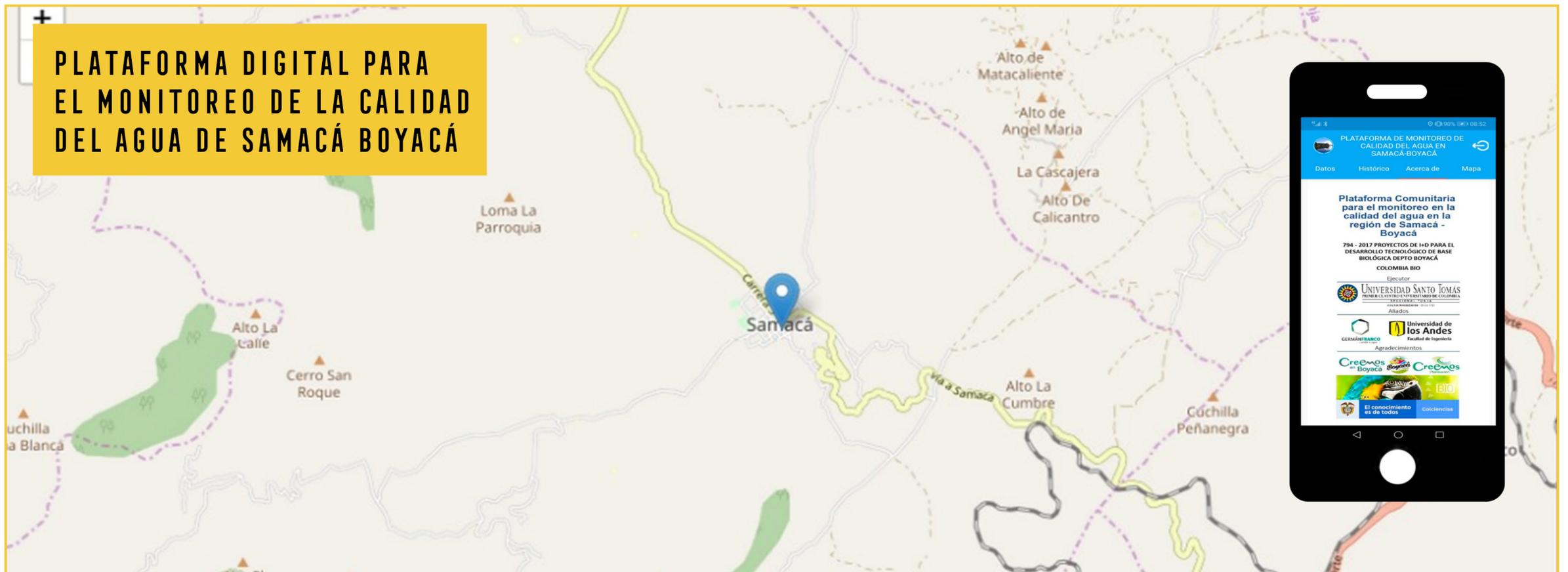
ENCUESTA DE SATISFACCIÓN
Retroalimentación y propuesta de la comunidad sobre FARAMACA V2:

- Continuar con el nombre, ya que genera identidad con la región.
- Solicitan bajar precio en v2.
- Almacenamiento de datos locales en la nube. Acceso abierto.
- Almacenamiento de datos locales en la nube.
- Calibración y compensación de temperatura.
- Implementar Multisonda o todo en uno, a un único cable.
- Empaque pequeño y fácil de llevar. Resistente al agua.
- La comunidad solicitó una pantalla y botones, para la comunicación con el celular.
- Viabilidad costo de \$100 a \$500 US

	FARAMACA 1.0	HANNA
Funcionalidad	30%	60%
Apariencia	40%	80%
Interfaz	40%	70%
Facilidad	50%	60%
Costo	90%	10%



<< Conexión Bluetooth entre Faramaca con el dispositivo y la página web



APLICATIVO MÓVIL

Dentro del taller se explicó el funcionamiento de la aplicación móvil de la Plataforma Comunitaria, que contiene el envío de los datos de las mediciones realizadas a través de Farmaca v1. Se presentó el aplicativo desarrollado para teléfonos Android que se conecta al módulo Farmaca v1, vía Bluetooth, para recibir la información que se envía a la base de datos a través de la red móvil o wifi. La aplicación tiene 4 opciones:

- **DATOS** permite hacer la conexión con el módulo de adquisición de datos y recibir cada una de las mediciones especificando del punto de medición.
- **HISTÓRICO**, se pueden observar las mediciones que se han realizado y almacenado en el teléfono,

cada una se puede enviar a la base de datos o puede ser eliminada.

- **ACERCA DE** se muestra la información básica de la Plataforma Comunitaria para el monitoreo en la calidad del agua en la región de Samacá – Boyacá.

- **MAPA** se visualiza el mapa con las zonas de muestreo seleccionadas.

PÁGINA WEB

Dentro del servidor se encuentra alojada la página WEB, conformada por ocho ventanas (Inicio, Muestreo, Graficas, Mapa, Noticias, Información, Descripción y Formularios).

- **MUESTREO** se encuentran cada una de las mediciones almacenadas en la base de datos tabuladas.

La tabla puede ser filtrada por diferentes parámetros como zona de medición, fecha entre otros.

- **GRÁFICAS** se encuentran las gráficas de cada parámetro de medición individual.
- **NOTICIAS** se da a conocer al público general los eventos o actividades realizadas en el marco del proyecto.

- **INFORMACIÓN** se da a conocer a la comunidad la información básica del proyecto, las entidades participantes, los integrantes de los grupos de trabajo y los financiadores.

- **DESCRIPCIÓN** se da brinda información sobre el funcionamiento de la plataforma de monitoreo.





<<
Samacá, Boyacá



<<
EQUIPO
Comunidad Samacá, Boyacá.
Colegio Sagrado Corazón de Jesús
Empresa Germán Franco S. A.
USTA-Uniandes



Proyecto: Plataforma comunitaria para el monitoreo de la calidad del agua en la región de Samacá – Boyacá. Convocatoria para proyectos de I+D para el desarrollo tecnológico de base biológica que contribuyan a los retos del Departamento de Boyacá - 794 de 2017.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A

