



DIGITALIZACIÓN DE LA AGRICULTURA A PEQUEÑA ESCALA (AgTech 19043)

Producto 4. Nota Técnica del Diseño de los Prototipos

Brian Bulla
Oriana M. Gómez
Carolina Castaño
Luis A. Sandoval
Hugo A. Dorado
Luis A. Muñoz

2023



Códigos JEL: Q16, Q25, N56

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un mecanismo único de cooperación técnica entre países de América Latina, el Caribe y España, que promueve la competitividad y la seguridad alimentaria. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Brian Bulla, Oriana Gómez, Carolina Castaño, Luis A. Sandoval, Hugo A. Dorado y Luis A. Muñoz.

Copyright © 2022 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial- SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

FONTAGRO

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org

www.fontagro.org

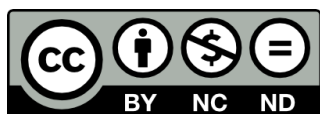


Tabla de Contenidos

Resumen.....	5
Abstract	5
Glosario	6
INTRODUCCIÓN	8
FICHA TÉCNICA MODELO A	9
Características	9
Especificaciones.....	10
<i>Especificaciones de medición</i>	10
<i>Especificaciones electrónicas</i>	11
<i>Diagrama electrónico de la tarjeta de procesamiento</i>	11
<i>Etapa de acoplamiento electrónico con el sensor</i>	12
<i>Especificaciones mecánicas</i>	12
FICHA TÉCNICA MODELO B	15
Características	15
Especificaciones.....	16
<i>Especificaciones de medición</i>	16
<i>Especificaciones electrónicas</i>	16
<i>Diagrama electrónico de la tarjeta de procesamiento</i>	17
<i>Etapa de acoplamiento electrónico con el sensor</i>	17
<i>Especificaciones mecánicas</i>	18
FICHA TÉCNICA MODELO C	21
Características	21
Especificaciones.....	22
<i>Especificaciones de medición</i>	22
<i>Especificaciones electrónicas</i>	22
<i>Diagrama electrónico de la tarjeta de procesamiento</i>	23
<i>Etapa de acoplamiento electrónico con el sensor</i>	23



<i>Especificaciones mecánicas</i>	24
Comparativo de las sondas	26
Conclusión	27
Referencias Bibliográficas	27
Instituciones participantes	28



Resumen

El proyecto “Digitalización de la Agricultura de Pequeña Escala” reúne academia, investigación y empresa privada con el objetivo de llevar la revolución de la agricultura 4.0 a los pequeños agricultores de la región, a través de una solución tecnológica para medir humedad de suelo que es encapsulada, económico, robusta y de alta usabilidad. Como parte de las actividades necesarias para dar alcance al objetivo, se incluye el desarrollo de tres prototipos o modelos de dispositivo de medición de humedad capaces de tomar mediciones de suelo diarias durante seis meses consecutivos. Estos prototipos se pusieron en pruebas piloto en Honduras y Colombia, paso obligatorio para obtener resultados que permitan ajustar los modelos y construir réplicas de calidad comercial para implementarlas con agricultores de pequeña y mediana escala en un contexto productivo real. Las pruebas de campo con los prototipos permitieron mejorar el diseño durante la segunda iteración e identificar la sonda de medición más apropiada para los fines del proyecto. Este documento presenta la ficha técnica de cada uno de los tres prototipos desarrollados en la fase de diseño del proyecto. Las fichas técnicas incluyen especificaciones electrónicas, mecánicas y modo de operación.

Palabras Clave: Medición de humedad de suelo, modelo, prototipo, sensores para agricultura, agricultura de pequeña escala.

Abstract

The "Digitalization of Small-Scale Agriculture" project brings together academia, research, and private companies to revolutionize agriculture 4.0 for small farmers in the region through a technological solution to measure soil moisture that is encapsulated, economical, robust, and highly usable. Developing three prototypes or models of moisture measurement devices capable of taking daily soil measurements for six consecutive months is included as part of the activities necessary to achieve the objective. These prototypes were put into pilot tests in Honduras and Colombia, a mandatory step to obtain results that allow adjusting the models and building commercial-quality replicas to implement them with small- and medium-scale farmers in a real productive context. The field tests with the prototypes allowed us to improve the design during the second iteration and identify the most appropriate measurement probe for the project. This document presents the technical data sheet for the three prototypes developed in the project's design phase. The technical sheets include electronic, mechanical, and operating mode specifications.

Keywords: soil humidity measure, model, prototype, agricultural sensors, small-scale agriculture.



Glosario

Autonomía energética: Funciona gracias a su propio sistema y/o componente de carga o batería, sin necesidad de ser conectado a una fuente de energía externa.

Consumo de energía: Cantidad de energía gastada o consumida por un aparato para operar.

Dispositivo: Aparato o equipo.

Encapsulado: Aparato o equipo que contiene en su interior elementos electrónicos para protegerlos de daño físico o corrosión y evacuar el calor generado en su funcionamiento. También permite la comunicación con el exterior mediante la conexión de un sensor de medición.

Exactitud: Capacidad de un dispositivo para tomar una medición muy cercana a la real.

Principio de funcionamiento: Modo, método o forma en que determinado aparato cumple con su función.

Pruebas piloto: Pruebas preliminares en campo de un equipo electrónico u otro tipo de herramienta.

Rango de medición: Intervalo de valores que determinado sensor es capaz de medir. Ejemplo: sensor de temperatura que mide entre los 0 y los 100 grados centígrados.

Registro de datos: Escritura de datos y mediciones en un elemento físico, por ejemplo, en una memoria de almacenamiento.

Resistencia: Oposición o dificultad al paso de la corriente eléctrica.

Resolución: Sensibilidad al cambio o variación de una variable medida por un sensor.

Sonda o sensor: Herramienta de medición de determinada variable, por ejemplo, la humedad del suelo.

Tiempo de respuesta: Tiempo que tarda un sensor en tomar una medición y retornar el valor medido a la etapa de registro/almacenamiento.

Contenido volumétrico del agua: proporción del volumen de agua en el sustrato dividido por el volumen total del recipiente.



Diagrama Electrónico: representación pictórica de un circuito eléctrico.

Radiación UV: Rayos invisibles que forman parte de la energía que viene del sol.

O´ring: Se denomina junta tórica u O-Ring a una junta de forma toroidal, habitualmente de goma, cuya función es la de asegurar la estanqueidad de fluidos.

Potencial Mátrico: parte del potencial total que se debe a las fuerzas de atracción del agua por la superficie de las partículas sólidas del suelo y a las fuerzas de atracción molecular entre las propias moléculas del agua.



INTRODUCCIÓN

El proyecto Fontagro de Digitalización de la Agricultura de Pequeña Escala tiene como objetivo llevar la revolución de la agricultura 4.0 a todos los agricultores de pequeña y media escala de América Latina. Para lograr este objetivo, se planteó el desarrollo de una solución tecnológica que permita medir humedad de suelo, y cuyo desarrollo contemple las necesidades y expectativas de los agricultores, considerando las principales barreras de adopción de nuevas tecnologías.

Una de las etapas del desarrollo de la solución tecnológica es el diseño de prototipos. En este proyecto se contemplaron tres prototipos, a partir de la información recopilada en la vigilancia tecnológica, y ejercicio de co-creación con los productores. Donde la vigilancia tecnológica permitió identificar el estado de la tecnología y hacer un comparativo de tecnologías vigentes, y el ejercicio de co-creación permitió incorporar las necesidades y expectativas de los productores.

Se desarrollaron tres prototipos para las pruebas piloto y primera iteración (de dos) del desarrollo de la solución tecnológica. Estos prototipos son similares al compartir el mismo diseño de cápsula, que incluye el recolector de datos o tarjeta, memoria, batería y reloj, y se diferencian en las sondas de medición de humedad utilizadas. El diseño de las cápsulas es compartido, ya que para superar una de las barreras de adopción de nuevas tecnologías, la de costo, se llevó la solución tecnológica a su versión de producto mínimo viable. Las sondas difieren entre los prototipos ya que se busca evaluar la capacidad de las sondas de medir humedad de suelo de forma precisa en la mayor diversidad de texturas de suelo posibles. Por ejemplo, identificar la sonda más precisa tanto en suelos arenosos como arcillosos.

A continuación se presentan las fichas técnicas de cada uno de los prototipos construidos y evaluados en las pruebas piloto de campo.

FICHA TÉCNICA MODELO A

El dispositivo de medición de humedad de suelo modelo A incluye la tarjeta central de procesamiento y registro de datos desarrollada por la empresa Visualiti SAS, así como la sonda o sensor de humedad de suelo ECH2O-EC5 del fabricante Meter. Ambos se encuentran en un mismo dispositivo, robusto y considerado apto para las condiciones de campo. Fue diseñado para usarse en campos agrícolas cumpliendo con las características de bajo costo, de alta usabilidad y robustez. El diseño también contempló la simplificación de las tareas de instalación y el mantenimiento del dispositivo (Figura 1).

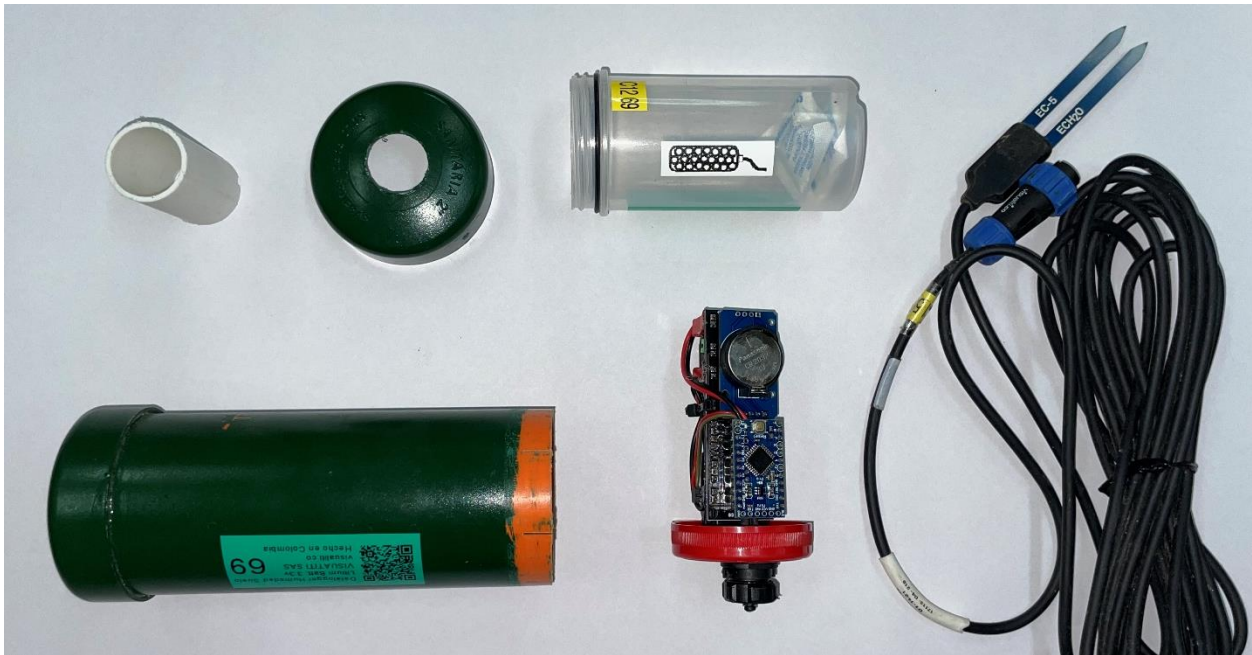


Figura 1. Imagen de referencia del Modelo A.

Características

El dispositivo de medición de humedad de suelo modelo A posee una autonomía teórica de seis meses de operación continua. No necesita carga o cambio de batería, de acuerdo con las pruebas de ciclos de carga y descarga del modelo realizadas bajo condiciones controladas en el laboratorio electrónico de Visualiti SAS. Además, el modelo A es un modelo que arroja mediciones precisas del contenido volumétrico de agua en el suelo expresado en porcentaje (%). Esto quiere decir que indica el porcentaje de agua contenida en el suelo en medio del volumen de suelo, considerando el suelo como un recipiente con capacidad de contener agua entre un rango de 0 a 60%.



Especificaciones

Especificaciones de medición

La Tabla 1 muestra las especificaciones de medición del modelo A (Figura 2).

Tabla 1. Especificaciones de medición del modelo A

Especificación	Valor
Sonda/Sensor	ECH2O-EC5
Unidad de medida	WCV
Resolución	0,001 m ³ /m ³
Exactitud	+ - 2%
Principio de funcionamiento	FDR
Rango de medición	0 - 1 m ³ /m ³



Figura 2. Imagen de referencia del sensor EC5.



Especificaciones electrónicas

Este apartado detalla las especificaciones electrónicas del modelo A, cubriendo aspectos generales de diseño electrónico y etapa de acople con el sensor o sonda ECH2O-EC5 de Meter (Tabla 2).

Tabla 2. Especificaciones electrónicas del modelo A

Especificación	Valor
Amperaje	20 mA
Voltaje de trabajo	2.5 - 3,6 v
Tiempo de respuesta	100 ms
Tipo de salida	Voltaje

Diagrama electrónico de la tarjeta de procesamiento

La tarjeta electrónica del modelo A es el cerebro encargado de capturar los datos del sensor, interpretarlos, procesarlos y registrarlos en una memoria micro SD extraíble. (Figura 3).

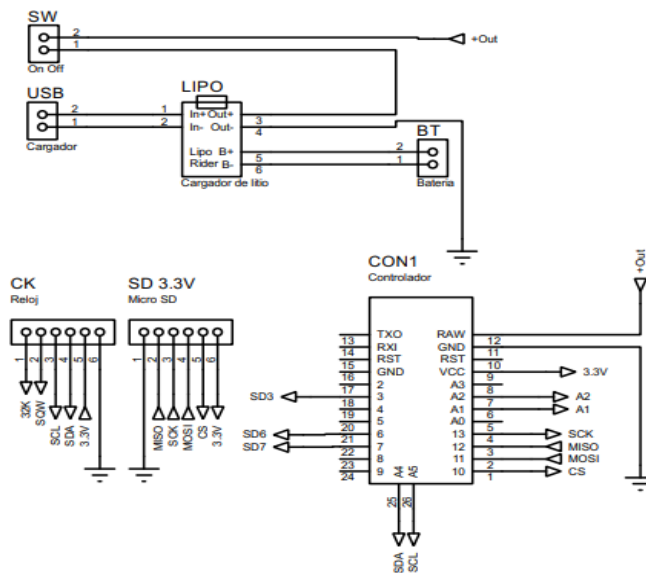


Figura 3. Diagrama electrónico de la tarjeta de procesamiento del modelo A.



Etapa de acoplamiento electrónico con el sensor

Para lograr una máxima autonomía del sistema, el sensor ha sido diseñado para no depender de ningún tipo de fuente eléctrica externa constante. Se implementó una mejora que permite encender y apagar el sensor, ahorrando consumo energético generado por este mismo. El sistema de acoplamiento permite desconectar el polo negativo del sensor cuando no está en operación, para ahorrar energía (Figura 4).

Los componentes de este sistema son:

1. Resistencia: Limita el paso de corriente y reduce interferencia o ruido en la señal eléctrica.
2. Transistor 2N3904: interruptor entre el pin negativo del sensor y tierra o GND.

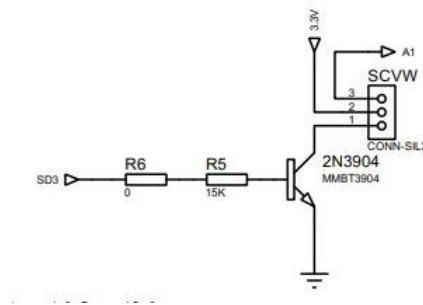


Figura 4. Componentes del sistema de acoplamiento del modelo A.

Especificaciones mecánicas

El diseño mecánico del modelo A ha sido pensado para que el prototipo sea capaz de resistir condiciones ambientales adversas en campo, en especial, cambios de humedad, altas temperaturas y radiación UV, lo que lo hace robusto.

Componentes mecánicos. El modelo A de medición de humedad de suelo se compone de una carcasa de protección externa y un contenedor interior, que se muestran a continuación, mientras que las especificaciones mecánicas se muestran en la tabla 3.

1. Carcasa de protección externa: es la primera etapa de protección del dispositivo contra factores ambientales (Figura 5).



Figura 5. Imagen de referencia de la carcasa de protección externa del modelo A.

2. Contenedor interior: es la segunda etapa de protección del dispositivo y encapsula la tarjeta electrónica de procesamiento, la memoria micro SD de registro de datos y la batería de alimentación del dispositivo. Está fabricada con un recipiente cilíndrico de plástico con tapa roscada y un O´ring o empaquetadura de goma (Figura 6).

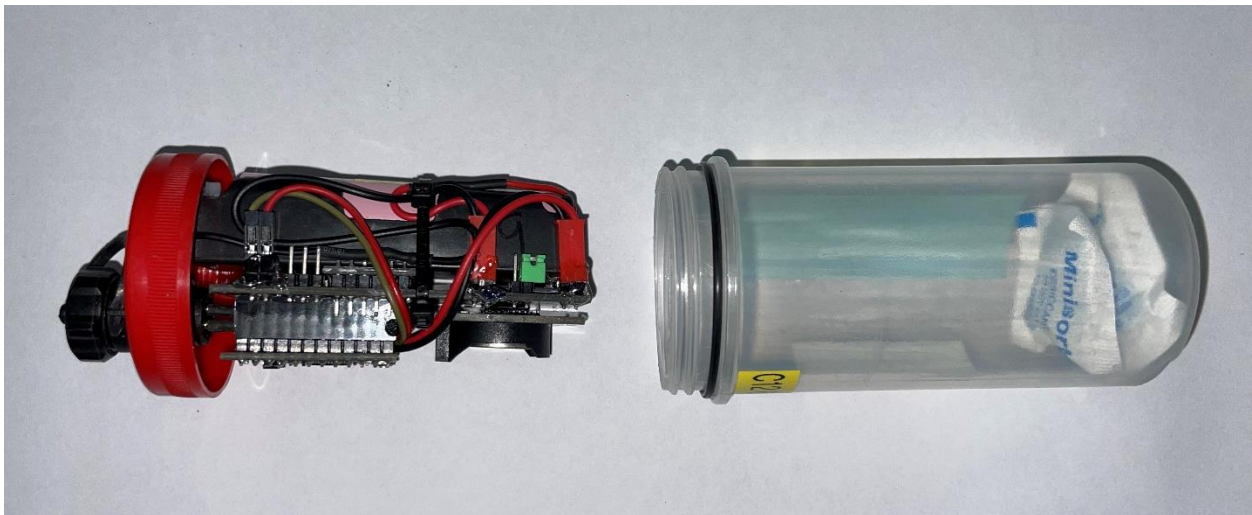


Figura 6. Imagen de referencia del contenedor interior del modelo A.

La Tabla 3 lista las especificaciones mecánicas del modelo B de medición de humedad de suelo.



Tabla 3. Especificaciones mecánicas del modelo A

Especificación	Valor
Material de la sonda	Fibra de vidrio
Material de la carcasa exterior	PVC
Material del cotenedor interior	Plástico
Resistencia	IP67
Tipo de conexiones	IP32
Tamaño de la sonda	89x18x7
Dimensiones de la carcasa	65x65x16

FICHA TÉCNICA MODELO B

El dispositivo de medición de humedad de suelo modelo B incluye la tarjeta central de procesamiento y registro de datos desarrollada por la empresa Visualiti SAS, así como la sonda o sensor de humedad de suelo SOILWATCH 10 del fabricante Pinotech, en un mismo dispositivo robusto apto para las condiciones de campo (Figura 7). Fue diseñado para su uso en campos agrícolas cumpliendo con las características de bajo costo, de alta usabilidad y robustez. En el diseño, también se tuvo en cuenta la instalación y el mantenimiento, buscando simplificar estas tareas tanto como fuese posible.

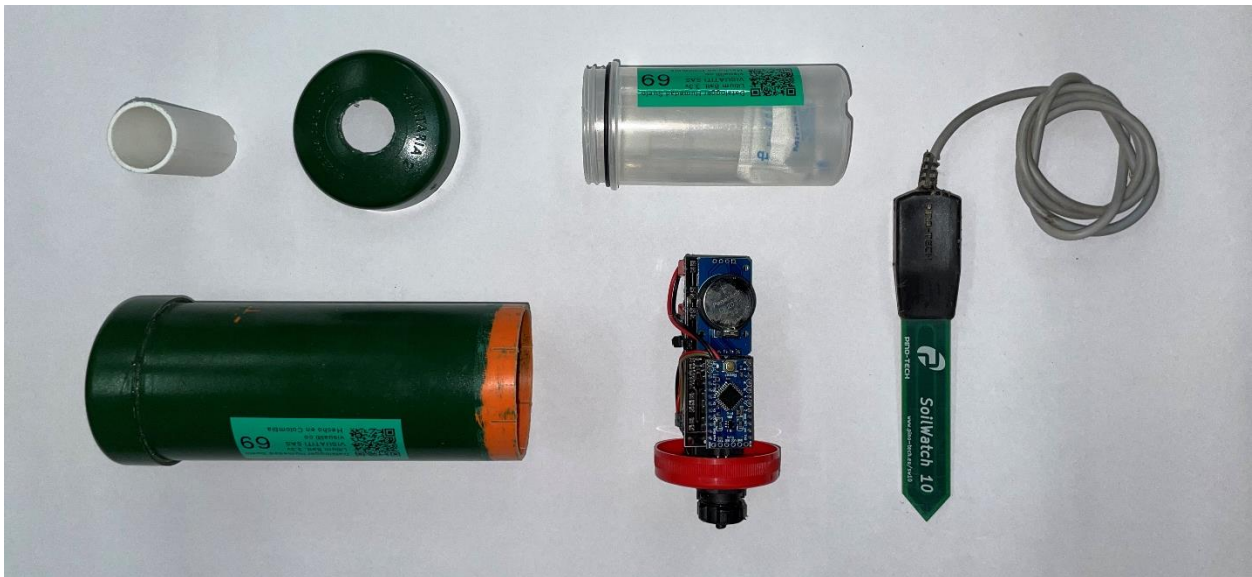


Figura 7. Imagen de referencia del modelo B.

Características

El dispositivo de medición de humedad de suelo modelo B posee una autonomía teórica de seis meses de operación continua. No necesita carga o cambio de batería, de acuerdo con las pruebas de ciclos de carga y descarga del modelo realizadas bajo condiciones controladas en el laboratorio electrónico de Visualiti SAS. Además, el modelo B, es un modelo que ofrece mediciones precisas del contenido volumétrico de agua en el suelo, expresado en metros cúbicos. Esto quiere decir que indica el porcentaje de agua en metros cúbicos contenida en el suelo en medio del volumen de suelo, considerando el suelo como un recipiente con capacidad de contener agua entre un rango de 0 a 0.6 m³/m³.



Especificaciones

Especificaciones de medición

La Tabla 4 lista las especificaciones de medición del modelo B (Figura 8).

Tabla 4. Especificaciones de medición del modelo B

Especificación	Valor
Sonda/Sensor	SoilWatch-10
Unidad de medida	WCV
Resolución	0,1 %
Exactitud	+/- 3%
Principio de funcionamiento	FDR
Rango de medición	0 - 100



Figura 8. Imagen de referencia del sensor Soil Watch 10.

Especificaciones electrónicas

Este apartado detalla las especificaciones electrónicas del modelo B, cubriendo aspectos generales de diseño electrónico y etapa de acople con el sensor o sonda SOILWATCH 10 de Pinotech (Tabla 5).



Tabla 5. Especificaciones electrónicas del modelo B

Especificación	Valor
Amperaje	24 mA
Voltaje de trabajo	3.1 - 5 v
Tiempo de respuesta	200 ms
Tipo de salida	Voltaje

Diagrama electrónico de la tarjeta de procesamiento

La tarjeta electrónica del modelo B es el cerebro encargado de capturar los datos del sensor, interpretarlos, procesarlos y registrarlos en una memoria micro SD extraíble (Figura 9).

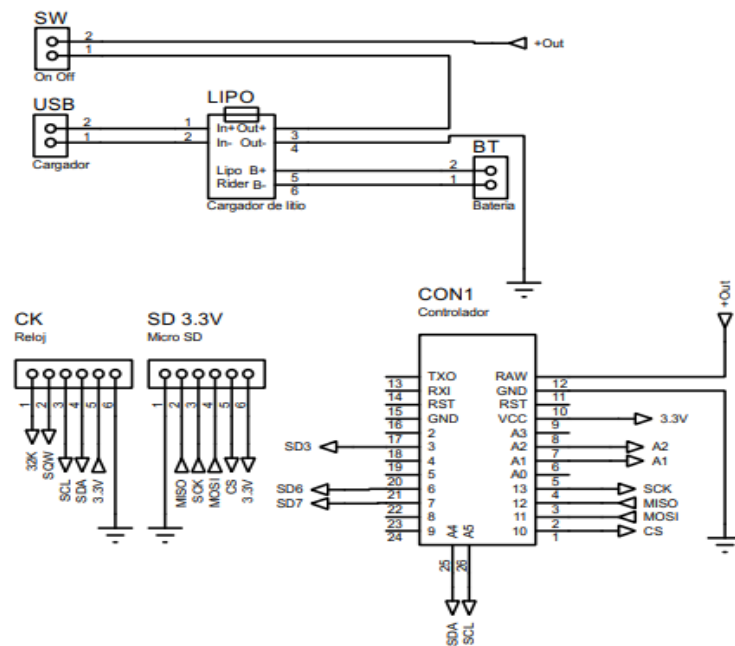


Figura 9. Diagrama electrónico de la tarjeta de procesamiento del modelo B.

Etapa de acoplamiento electrónico con el sensor

Para lograr una máxima autonomía del sistema, este fue diseñado para no depender de ningún tipo de fuente eléctrica externa constante. Se implementó un sistema que permite encender y apagar el sensor, ahorrando consumo energético. El sistema de acoplamiento permite desconectar el polo negativo del sensor cuando no está en operación, para ahorrar energía (Figura 10).

Los componentes de este sistema son:

1. Resistencia: Limita el paso de corriente y reduce interferencia o ruido en la señal eléctrica.
2. Transistor 2N3904: interruptor entre el pin negativo del sensor y tierra o GND.

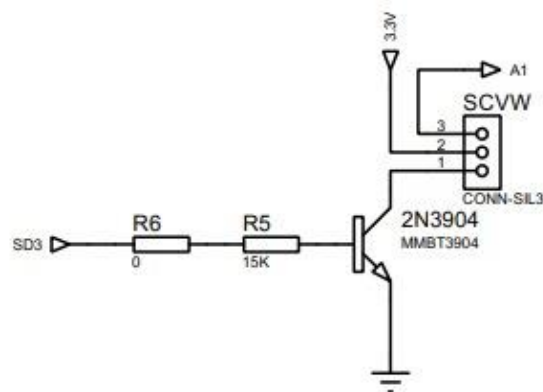


Figura 10. Componentes del sistema de acoplamiento del modelo B.

Especificaciones mecánicas

El diseño mecánico del modelo B, ha sido pensado para que el prototipo sea capaz de resistir condiciones ambientales adversas en campo, en especial cambios de humedad, altas temperaturas y radiación UV, lo que lo hace robusto.

Componentes mecánicos. El modelo B de medición de humedad de suelo se compone carcasa de protección externa y un contenedor interior. Los componentes se describen a continuación y sus especificaciones se muestran en la tabla 6.

1. Carcasa de protección externa: es la primera etapa de protección del dispositivo contra factores ambientales. Está fabricada con un cilindro de PVC de diámetro 2 pulgadas encerrado por dos tapones del mismo diámetro, uno a cada extremo del cilindro. La tapa superior se encuentra totalmente sellada y la tapa inferior es removible, con el fin facilitar la instalación y desinstalación del sistema interno y el sensor o sonda (Figura 11).



Figura 11. Imagen de referencia de la carcasa de protección externa del modelo B.

2. Contenedor interior: es la segunda etapa de protección del dispositivo y encapsula la tarjeta electrónica de procesamiento, la memoria micro SD de registro de datos y la batería de alimentación del dispositivo. Está fabricada con un recipiente cilíndrico de plástico con tapa roscada y un O´ring o empaquetadura de goma (Figura 12).

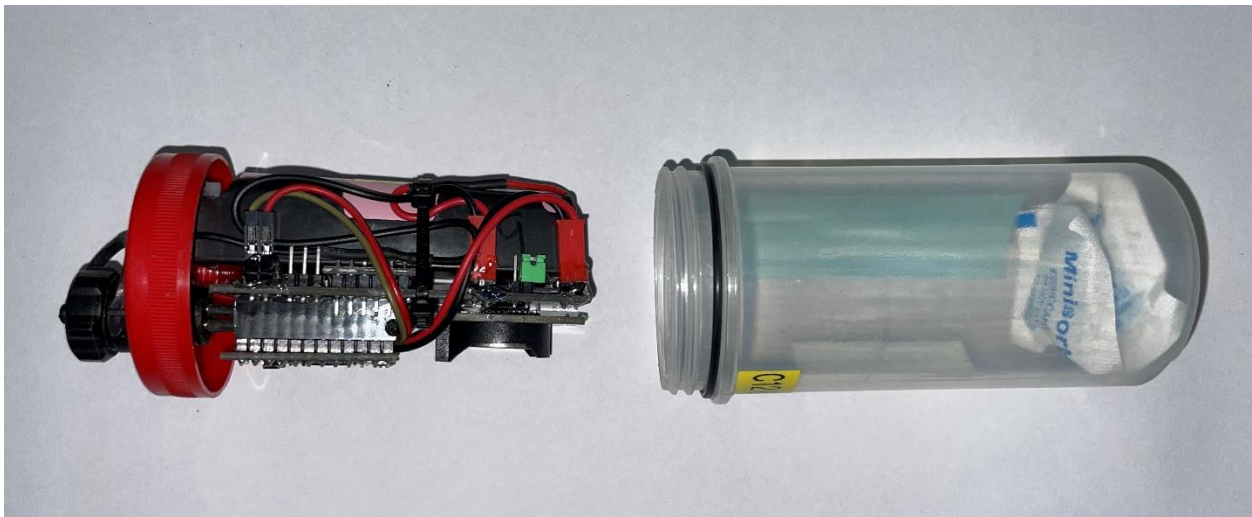


Figura 12. Imagen de referencia del contenedor interior del modelo B.

La Tabla 6 lista las especificaciones mecánicas del modelo B de medición de humedad de suelo.



Tabla 6. Especificaciones mecánicas del modelo B

Especificación	Valor
Material de la sonda	Fibra de vidrio
Material de la carcasa	PVC
Material del cotenedor interior	Plástico
Resistencia	IP67
Tipo de conexiones	IP32
Tamaño de la sonda	170x25x 15 cm
Dimensiones de la carcasa	65x65x16 cm



FICHA TÉCNICA MODELO C

El dispositivo de medición de humedad de suelo modelo C incluye la tarjeta central de procesamiento y registro de datos desarrollada por la empresa Visualiti SAS, así como la sonda o sensor de humedad de suelo SS200 del fabricante Irrometer, en un mismo dispositivo robusto, apto para las condiciones de campo. Fue diseñado para su uso en campos agrícolas, cumpliendo con las características de bajo costo, de alta usabilidad y robustez. En el diseño también, se tuvo en cuenta la instalación y el mantenimiento, buscando simplificar estas tareas tanto como fuese posible (Figura 13).



Figura 13. Imagen de referencia del modelo C.

Características

El dispositivo de medición de humedad de suelo modelo C posee una autonomía teórica de seis meses de operación continua. No necesita carga o cambio de batería, de acuerdo con las pruebas de ciclos de carga y descarga del modelo, realizadas bajo condiciones controladas en el laboratorio electrónico de Visualiti SAS. Además, el modelo C brinda mediciones precisas del potencial mátrico del suelo. Esto quiere decir que indica la fuerza que debe ejercer una raíz para poder extraer agua del suelo, en un rango de 0 a 200 kPa.



Especificaciones

Especificaciones de medición

La tabla 7 lista las especificaciones de medición para el modelo C (Figura 14).

Tabla 7. Especificaciones de medición del modelo C

Especificación	Valor
Sonda/Sensor	SS200
Unidad de medida	WCV
Resolución	1 kPa
Exactitud	+ - 3%
Principio de funcionamiento	FDR
Rango de medición	0 - 200 kPa

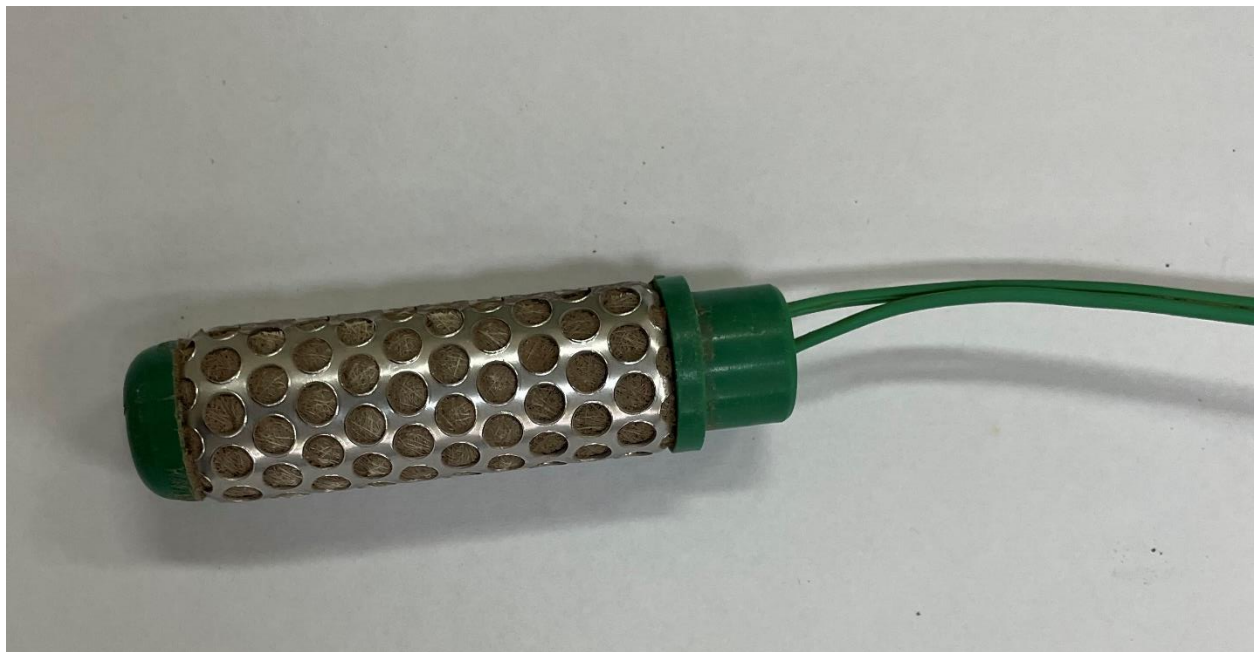


Figura 14. Imagen de referencia del sensor SS200.

Especificaciones electrónicas

Este apartado detalla las especificaciones electrónicas del modelo C, cubriendo aspectos generales de diseño electrónico y etapa de acople con el sensor o sonda SS200 del fabricante Irrometer (Tabla 8).



Tabla 8. Especificaciones electrónicas del modelo C

Especificación	Valor
Amperaje	100 mA
Voltaje de trabajo	3-5 v
Tiempo de respuesta	60 ms
Tipo de salida	Resistencia

Diagrama electrónico de la tarjeta de procesamiento

La tarjeta electrónica del modelo C es el cerebro encargado de capturar los datos del sensor, interpretarlos, procesarlos y registrarlos en una memoria micro SD extraíble (Figura 15).

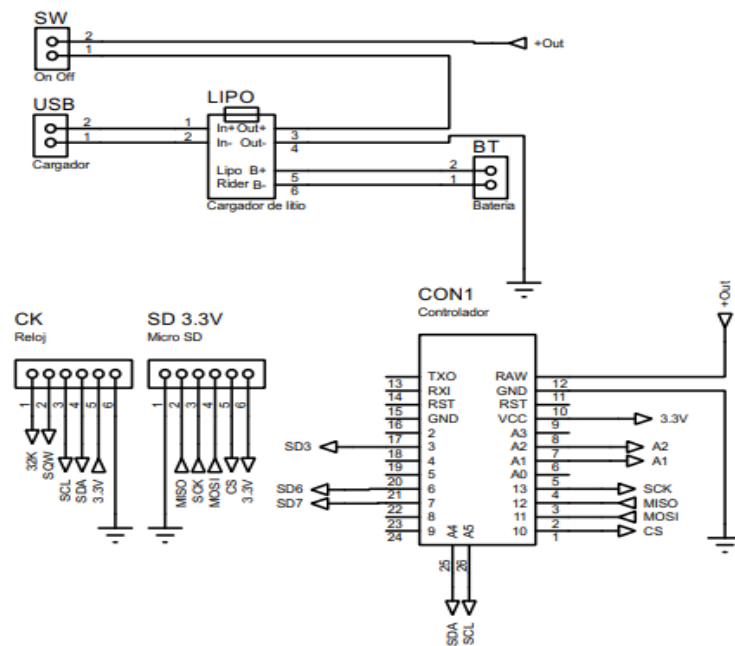


Figura 15. Diagrama electrónico de la tarjeta de procesamiento del modelo C.

Etapa de acoplamiento electrónico con el sensor

Para lograr una máxima autonomía, el sistema ha sido diseñado para no depender de ningún tipo de fuente eléctrica externa constante. Permite encender y apagar el sensor, ahorrando consumo energético generado por este mismo. El sistema de acoplamiento permite desconectar el polo negativo del sensor cuando no está en operación, para ahorrar energía (Figura 16).

Los componentes de este sistema son:

1. Resistencia: oposición al flujo de corriente eléctrica a través de un conductor.
2. Diodos DL 4148: Son los elementos que facilitan la inversión de voltaje de excitación que favorecen el funcionamiento de la sonda dispositivo, evitando su rápida degradación a medida que transcurren los ciclos de medición.

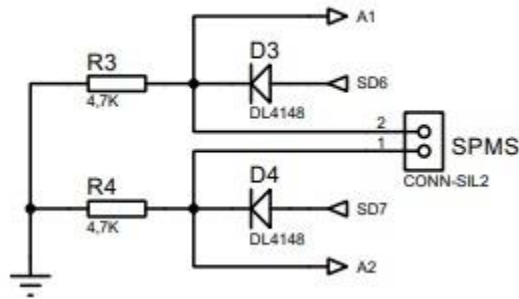


Figura 16. Componentes del sistema de acoplamiento del modelo C.

Especificaciones mecánicas

El diseño mecánico del modelo C ha sido pensado para que el prototipo sea capaz de resistir las condiciones ambientales en campo, en especial, cambios de humedad, altas temperaturas y radiación UV, lo que lo hace robusto.

Componentes mecánicos. El modelo C de medición de humedad de suelo consta de una carcasa de protección externa y de un contenedor interior, cuyas especificaciones se muestran en la tabla 9.

1. Carcasa de protección externa: es la primera etapa de protección del dispositivo contra factores ambientales. Está fabricada con un cilindro de PVC de diámetro 2 pulgadas, encerrado por dos tapones del mismo diámetro, uno a cada extremo del cilindro. La tapa superior se encuentra totalmente sellada y la tapa inferior es removible con el fin facilitar la instalación y desinstalación del sistema interno y el sensor o sonda (Figura 17).



Figura 17. Imagen de referencia de la carcasa de protección externa del modelo C.

2. Contenedor interior: es la segunda etapa de protección del dispositivo y encapsula la tarjeta electrónica de procesamiento, la memoria micro SD de registro de datos y la batería de alimentación del dispositivo. Está fabricada con un recipiente cilíndrico de plástico con tapa roscada y un O´ring o empaquetadura de goma (Figura 18).

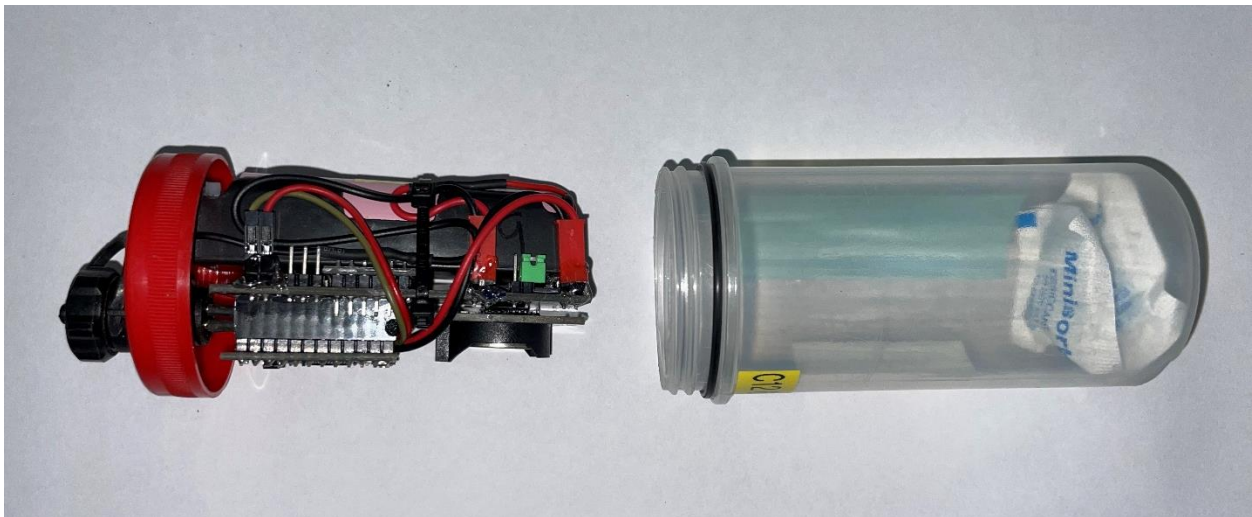


Figura 18. Imagen de referencia del contenedor interior del modelo C.

La Tabla 9 lista las especificaciones mecánicas del modelo C de medición de humedad de suelo.



Tabla 9. Especificaciones mecánicas del modelo C

Especificación	Valor
Material de la sonda	Cerámica porosa
Material de la carcasa	PVC
Material del cotenedor interior	Plástico
Resistencia	IP67
Tipo de conexiones	IP32
Tamaño de la sonda	22x22x83 cms
Dimensiones de la carcasa	65x65x16 cms

Comparativo de las sondas

A continuación se muestran las comparaciones entre los prototipos de dispositivo de humedad del suelo. Los prototipos son iguales en diseño mecánico y electrónico, siendo lo que los diferencia la sonda o sensor. La tabla 10 muestra un comparativo de los aspectos técnicos de las sondas utilizadas en los prototipos.

Tabla 10. Comparación entre los sensores

Criterio / Sensor	SS200	SW-10	ECH20-EC5
1. Autonomía de carga	3600	3600	3600
2. Consumo de energía	100 mA	24 mA	20 mA
3. Voltaje de trabajo		3.1 - 5	2.5 - 3,6
4. Tiempo de respuesta	60 ms	nd	100 ms
5. Tipo de comunicación	Resistencia	Voltaje	Voltaje
6. Unidad de medida	kPa	WCV	WCV
7. Resolución	nd	nd	0,001 m3/m3
8. Exactitud	nd	nd	2%
9. Rango de medición	0 - 200	0 - 100	0 - 100
10. Elementos adicionales	6	1	1
11. Resistencia	IP68	IP68	IP68
12. Tipo de conexiones	IP32	IP32	IP32
13. Tamaño	22x22x83	170x25x 15	89x18x7
14. Vida Útil	1	1	1
15. Fabricante	Irrrometer	Pinotech	Meter Group



Conclusión

Para cumplir con el objetivo del proyecto Fontagro de Digitalización de la Agricultura de Pequeña Escala, se desarrollaron tres prototipos de una solución tecnológica para medir humedad de suelo. Para esto, el equipo técnico del proyecto consideró la información obtenida durante el proceso de vigilancia tecnológica, y las expectativas y necesidades de los agricultores. A partir de estos prototipos, se mejoró el diseño de la solución tecnológica y se escogió una sonda comercial para incluir en el diseño que se evaluó de forma participativa con productores.

Referencias Bibliográficas

- Meter Group (2019). "EC-5 User Manual". Meter Manuals. Recuperado de http://publications.metergroup.com/Manuals/20431_EC-5_Manual_Web.pdf.
- Pino Tech (2018). "Soilwatch 10". Pino Tech Sensors. Recuperado de <https://pino-tech.eu/wp-content/uploads/2017/08/SoilWatch10.pdf>.
- Irrrometer Company Inc. (2021). "SENSOR DE HUMEDAD DEL SUELO WATERMARK MODELO 200SS". Irrrometer Sensors. Recuperado de <https://www.irrometer.com/pdf/sensors/403SP%20WATERMARK%20Sensor-WEB.pdf>.



Instituciones participantes



Alliance



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org