



# koelus

## KO-DDDL2

Sistema LoRaWAN de monitorización de  
crecimiento y estado hídrico de plantas

Hoja de características

## 1. Descripción general

El KO-DDDL2 es un kit para la monitorización del crecimiento y estado hídrico de plantas y árboles. El sistema combina un dendrómetro de diámetro DD-L2 con un nodo sensor LoRaWAN LSN50v2. La solución permite medir de forma continua las variaciones de diámetro en troncos o ramas y transmitir los datos de forma inalámbrica mediante una red LoRaWAN.



*Ilustración 1: Componentes del kit KO-DDDL2*

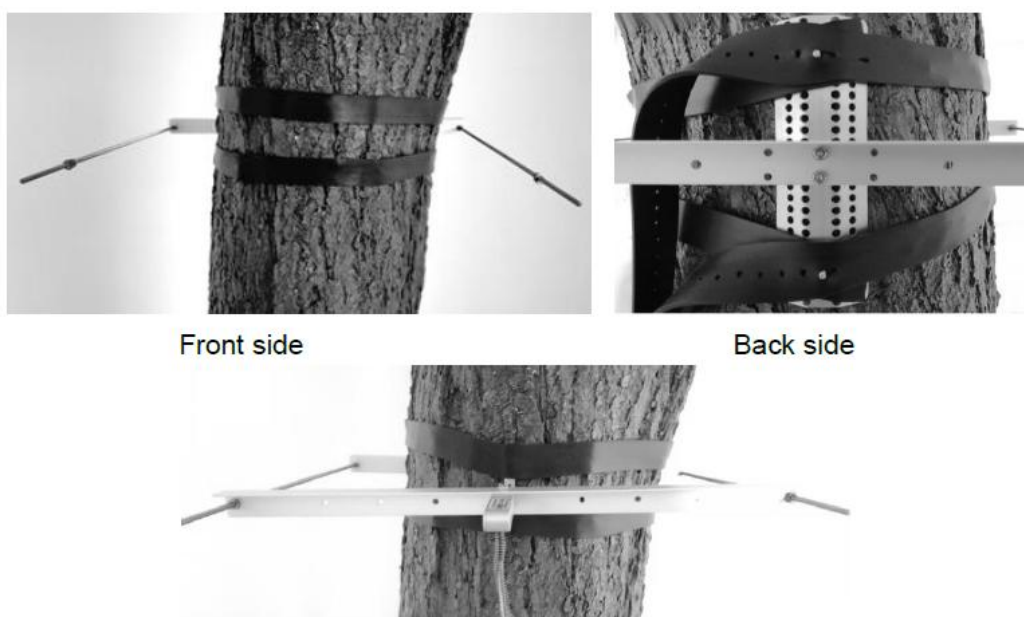
El sistema está orientado a aplicaciones de agricultura inteligente, investigación vegetal, seguimiento de cultivos leñosos y monitorización del estado hídrico de la planta. Las variaciones diarias del diámetro del tronco o rama aportan información sobre el crecimiento, la dinámica de contracción-expansión y la respuesta de la planta a las condiciones ambientales y de disponibilidad hídrica.

## 2. Componentes del kit

| Elemento                   | Descripción                                                                                                       |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dendrómetro DD-L2</b>   | Sensor de diámetro para medición continua de cambios en tallos o ramas de árboles de crecimiento rápido.          |
| <b>Nodo LSN50v2</b>        | Nodo LoRaWAN de largo alcance para lectura de señales de sensores y transmisión inalámbrica de datos.             |
| <b>Cableado y conexión</b> | Conexión del dendrómetro al nodo de adquisición, respetando la configuración de alimentación, señal y referencia. |

## 3. Principio de funcionamiento e instalación

El dendrómetro DD-L2 registra cambios de diámetro mediante el desplazamiento mecánico del sensor montado sobre el tronco o rama. El sensor entrega una señal analógica proporcional a la variación medida, que puede ser registrada por un datalogger o por un nodo IoT compatible.



*Ilustración 2: Fijación del dendrómetro al tronco*

El nodo LSN50v2 actúa como unidad de adquisición y transmisión. El equipo lee la señal del sensor y la envía por LoRaWAN, permitiendo que las medidas estén disponibles de forma remota sin cableado de comunicaciones hasta el punto de medida.

En cuanto a la instalación, cabe destacar las siguientes consideraciones:

- El DD-L2 debe instalarse firmemente sobre el tronco o rama, evitando movimientos relativos entre el bastidor y la planta.
- El sensor está diseñado para diámetros de 3 a 30 cm, por lo que debe verificarse el diámetro real del punto de instalación.
- Durante la instalación, el vástago del sensor debe quedar presionado aproximadamente 2-3 mm; si se instala antes de periodos de helada, el fabricante recomienda 5 mm.
- El cable debe fijarse al tronco o soporte para evitar tracciones accidentales sobre el sensor.
- Debe evitarse que el agua de lluvia escurra por el cable hacia la carcasa del sensor.
- El LSN50v2 debe instalarse en una posición adecuada para la cobertura LoRaWAN, evitando sombras radioeléctricas o enterramiento del nodo.
- La frecuencia de lectura y envío debe definirse equilibrando resolución temporal, autonomía de batería y necesidades agronómicas.

## 4. Especificaciones técnicas del dendrómetro DD-L2

| Parámetro      | Valor                                                             |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|
| Tipo de sensor | Dendrómetro de diámetro para tallos o ramas.                      |
| Uso previsto   | Medición de cambios de diámetro en árboles de crecimiento rápido. |

|                             |                                                                                                                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rango de diámetro de planta | 3-30 cm.                                                                                                                            |
| Rango de medida             | 25,4 mm.                                                                                                                            |
| Resolución                  | Dependiente del equipo de adquisición. Ejemplos indicados por fabricante: 3,3 $\mu\text{m}$ con CR1000; 0,5 $\mu\text{m}$ con DL18. |
| Precisión del dendrómetro   | Máx. $\pm 1,97$ % de la lectura, como offset estable.                                                                               |
| Linealidad                  | <0,7 %.                                                                                                                             |
| Coeficiente térmico         | <0,2 $\mu\text{m}/^{\circ}\text{C}$ en todo el rango.                                                                               |
| Condiciones ambientales     | -25 a 70 $^{\circ}\text{C}$ ; 0 a 100 % HR.                                                                                         |
| Peso del sensor             | 33 g sin cable.                                                                                                                     |
| Alimentación                | Vex estabilizada de 0,5 a 10 VDC; consumo prácticamente cero.                                                                       |
| Materiales                  | Acero inoxidable y aluminio.                                                                                                        |
| Longitud de cable           | 5 m, ampliable hasta 100 m.                                                                                                         |
| Protección frente a agua    | Protegido frente a lluvia/salpicaduras, pero no sumergible.                                                                         |

## 5. Especificaciones técnicas del nodo LoRaWAN LSN50v2

| Parámetro           | Valor                                                                                                      |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de dispositivo | Nodo sensor LoRaWAN de largo alcance para exteriores.                                                      |
| Chip LoRa           | SX1276/SX1278.                                                                                             |
| MCU                 | STM32L072xxxx.                                                                                             |
| Memoria             | Flash 128 KB; RAM 20 KB; EEPROM 6 KB.                                                                      |
| Bandas disponibles  | 433 / 868 / 915 / 920 MHz, según región. Opciones: EU433, CN470, EU868, IN865, KR920, AS923, AU915, US915. |
| Protocolo           | LoRaWAN 1.0.3.                                                                                             |
| Potencia RF         | +20 dBm / 100 mW; +14 dBm en modo de alta eficiencia.                                                      |
| Sensibilidad        | Hasta -148 dBm.                                                                                            |

|                             |                                                                                                          |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Interfaz de sensores        | Entradas analógicas/digitales según configuración del nodo. Incluye 2 ADC de 12 bits y 18 E/S digitales. |
| Consumo en STOP mode        | 2,7 $\mu$ A a 3,3 V.                                                                                     |
| Consumo en transmisión LoRa | 125 mA a 20 dBm; 44 mA a 14 dBm.                                                                         |
| Batería                     | Li/SOCl <sub>2</sub> no recargable. Capacidades disponibles: 4.000 mAh u 8.500 mAh.                      |
| Autodescarga                | <1 % anual a 25 °C.                                                                                      |
| Temperatura de operación    | -40 a 85 °C.                                                                                             |
| Protección                  | Caja IP66.                                                                                               |
| Dimensiones                 | 101 x 40 x 42 mm.                                                                                        |
| Peso neto                   | 140 g.                                                                                                   |
| Configuración               | Parámetros modificables mediante comandos AT.                                                            |