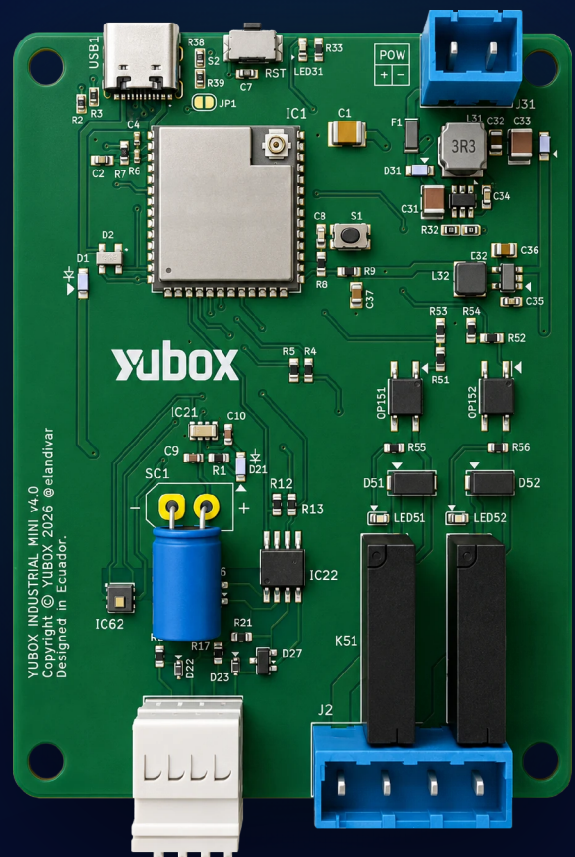




MANUAL DE USUARIO

Yubox Industrial Mini

Tarjeta base IoT de grado industrial: ESP32-S3 con WiFi/Bluetooth LE, radio LoRa® multibanda LR1121, dos relés de salida y dos entradas opto-aisladas en formato compacto.



Contenido

1 Introducción	3	5.4 Control desde el firmware	15
1.1 Características principales	3	6 Comunicaciones y periféricos	16
1.2 Arquitectura de la tarjeta	4	6.1 WiFi y Bluetooth LE	16
1.3 Accesorios necesarios	4	6.2 LoRa multibanda (LR1121)	16
1.4 Seguridad	5	6.3 USB-C	16
2 Vista general de la tarjeta	6	6.4 Bus I2C y conectores Qwiic	17
2.1 Vista superior	6	6.5 RTC RV-3028-C7 con respaldo por supercondensador	17
2.2 Vista inferior	7	6.6 Sensor de temperatura y humedad HDC2080	17
2.3 Dimensiones	8	6.7 Botones, indicadores y puente JP1	18
2.4 Instalación mecánica y puesta en marcha	8	7 Programación	19
3 Alimentación	10	7.1 Mapa de GPIO	19
3.1 Bornera de alimentación J31	10	7.2 Configuración de Arduino IDE	20
3.2 Protecciones	10	7.3 Definición de pines	20
3.3 Consumo y dimensionado de la fuente	10	7.4 Ejemplo: relés y entradas	21
3.4 Alimentación por USB-C	11	7.5 Ejemplo: RTC y sensor por I2C	21
3.5 Medición de la tensión de entrada (JP1)	11	7.6 Ejemplo: LoRa con RadioLib	22
4 Entradas digitales opto-aisladas	12	7.7 Ejemplo: WiFi y tensión de entrada	23
4.1 Bornera J1	12	7.8 PlatformIO	23
4.2 Características eléctricas	12	7.9 Librerías recomendadas	24
4.3 Ejemplos de conexión	13	8 Especificaciones técnicas	25
4.4 Lectura desde el firmware	13	9 Mantenimiento, soporte y contacto	27
5 Salidas de relé	14	9.1 Mantenimiento	27
5.1 Bornera J2	14	9.2 Solución de problemas	27
5.2 Características eléctricas	14	9.3 Soporte y contacto	28
5.3 Ejemplos de conexión	15		

Acerca de este manual. Describe la tarjeta Yubox Industrial Mini, revisión de hardware v4.0. La información técnica proviene del diseño de la tarjeta y de las hojas de datos de sus componentes. Las especificaciones pueden variar según versión y opciones; consulte siempre la última revisión de este documento en yubox.com/yuboxindustrialmini.

Convenciones

Consejo. Recomendaciones prácticas de uso.

Nota. Información complementaria.

Atención. Situaciones que pueden dañar la tarjeta o el equipo conectado.

Peligro. Riesgo eléctrico para las personas.

1 Introducción

La **Yubox Industrial Mini** es una tarjeta base IoT de grado industrial pensada para tableros de control donde el espacio importa. En 67,5 × 87 mm reúne un microcontrolador ESP32-S3 con WiFi y Bluetooth LE, una radio LoRa® multibanda (sub-GHz, 2,4 GHz y banda S satelital), dos relés de salida, dos entradas digitales opto-aisladas, un reloj de tiempo real con respaldo por supercondensador y un sensor de temperatura y humedad. Todas las conexiones de campo se realizan por borneras enchufables o de tornillo.

La tarjeta es la versión compacta de la Yubox Industrial. Comparte con ella el microcontrolador, la plataforma YuboxNow y el enfoque de robustez (protecciones TVS, aislamiento óptico y recubrimiento protector), pero prescinde del puerto RS485, del módulo de expansión y de dos de los relés, y añade una radio LoRa multibanda. Es adecuada como nodo de actuación y monitoreo en acuicultura, agricultura, automatización de bombas y aireadores, telemetría de tableros eléctricos y, en general, en cualquier proceso que requiera conmutar cargas y leer señales de campo con enlace inalámbrico.

1.1 Características principales

- **MCU ESP32-S3-WROOM-1U** (N16R8): dos núcleos Xtensa LX7 a 240 MHz, 16 MB de flash y 8 MB de PSRAM. WiFi 802.11 b/g/n y Bluetooth 5 LE con antena externa por conector U.FL.
- **Radio LoRa multibanda Wio-LR1121** (Semtech LR1121): sub-GHz 863–928 MHz para LoRaWAN, 2,4 GHz ISM y banda S de 2,1 GHz para enlace satelital. Hasta +22 dBm en sub-GHz; dos conectores de antena IPEX4.
- **2 relés Omron G6DN-1A** de 5 A / 250 VAC (SPST-NO), comandados por optoacoplador y con LED de estado.
- **2 entradas digitales opto-aisladas** de 5–24 VDC con protección TVS y contra inversión de polaridad.
- **Alimentación de 6 a 30 VDC** por bornera enchufable, con fusible, supresor de transitorios y diodo de protección de polaridad. Regulación conmutada de alta eficiencia.
- **USB-C** con USB nativo del ESP32-S3 para programación, consola serie y depuración JTAG. Alimenta la tarjeta durante el desarrollo.
- **RTC RV-3028-C7** de ±1 ppm con respaldo por supercondensador de 1 F: mantiene la hora sin alimentación.
- **Sensor HDC2080** de temperatura y humedad integrado.
- **2 conectores Qwiic** (I2C a 3,3 V) para sensores y periféricos externos sin soldadura.
- **PCB de 4 capas** con recubrimiento protector contra la humedad; 4 orificios de montaje.
- Compatible con la plataforma **YuboxNow** y con la **Red IoTodos**; programable con Arduino IDE, PlatformIO o ESP-IDF.

1.2 Arquitectura de la tarjeta

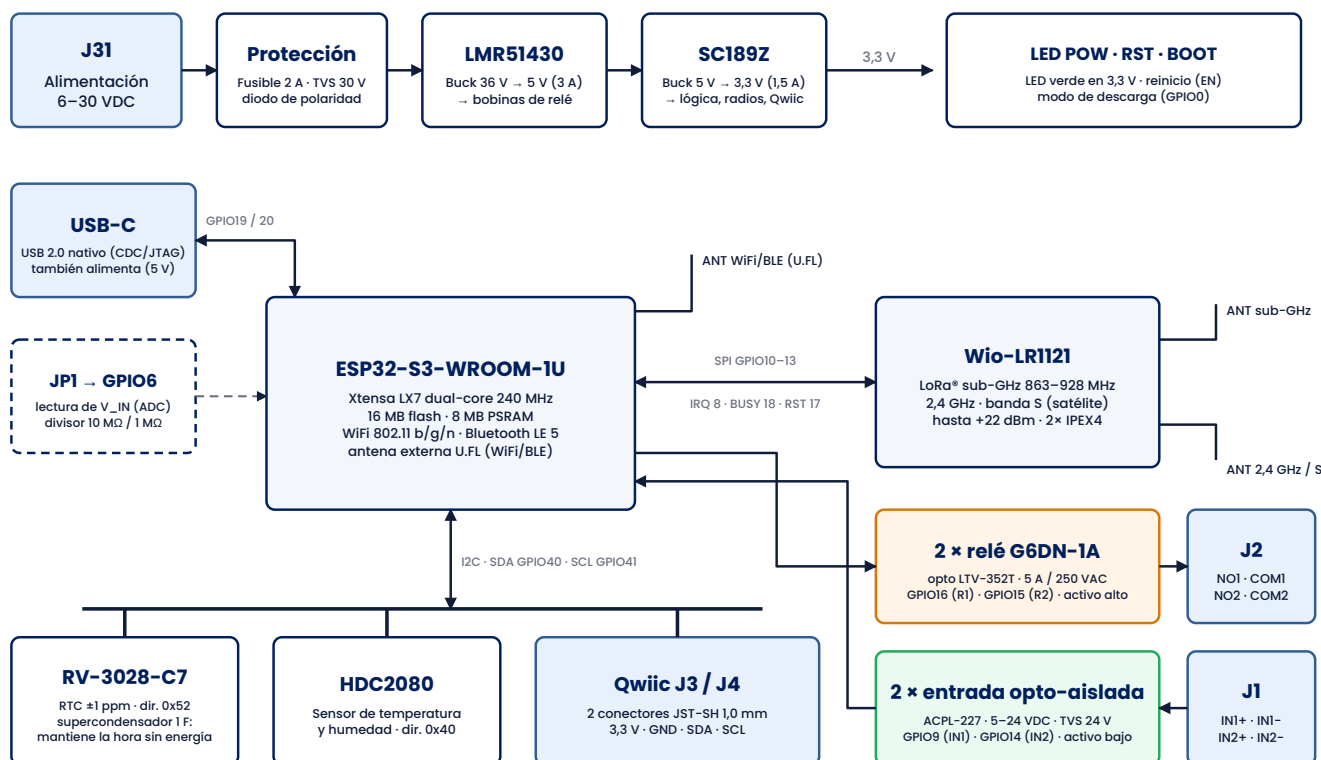


Figura 1. Diagrama de bloques de la Yubox Industrial Mini.

1.3 Accesorios necesarios

La tarjeta se entrega sin antenas ni fuente. Para ponerla en servicio necesita:

- Una **antena de 2,4 GHz** para WiFi/Bluetooth con cable adaptador **U.FL (IPEX MHF I)** a SMA o antena directa U.FL.
- Una **antena LoRa** para la banda que vaya a usar (en Ecuador, 915 MHz) con cable adaptador **IPEX4 (MHF4, 1,5 mm)** a SMA. Si usará 2,4 GHz o banda S, una segunda antena con el mismo tipo de conector.
- Una **fuentes de alimentación de 6-30 VDC** (típicamente 12 o 24 VDC industrial) de al menos 5 W.
- Un **cable USB-C** para programar y depurar.
- Separadores o tornillos M4 (o M3 con arandela) para el montaje.

Atención. Los conectores de antena del módulo LoRa (IPEX4/MHF4) y del módulo WiFi (U.FL/MHF I) son de tamaños distintos y no son intercambiables. Nunca transmita por LoRa o WiFi sin antena conectada: la etapa de salida puede dañarse.

1.4 Seguridad

Peligro. Los contactos de relé pueden conmutar tensiones peligrosas (hasta 250 VAC). Toda intervención en la bornera J2 debe hacerse con la carga desenergizada y por personal calificado, respetando la normativa eléctrica local. Instale la tarjeta dentro de un gabinete que impida el contacto accidental con las borneras.

- Alimente la tarjeta únicamente con una fuente de **corriente continua entre 6 y 30 V**. Tensiones mayores activan el supresor de transitorios y pueden fundir el fusible interno. Nunca conecte corriente alterna a J31.
- Respete la **polaridad** indicada en J31 y en las entradas J1. La tarjeta está protegida contra inversión de polaridad, pero no funcionará mientras la conexión esté invertida.
- No supere la corriente nominal de los relés (**5 A** por contacto). Para motores, cargas inductivas o corrientes mayores utilice un contactor o relé de potencia externo comandado por la tarjeta.
- Proteja cada circuito de carga con un **fusible o interruptor automático** externo adecuado.
- Las **entradas digitales** admiten hasta 24 VDC nominales (30 VDC absolutos). No conecte tensión alterna ni señales superiores.
- Conecte las **antenas antes** de alimentar la tarjeta y no las desconecte con la radio transmitiendo.
- La tarjeta contiene componentes sensibles a descargas electrostáticas. Manipúlela por los bordes y evite tocar los componentes.
- Rango de temperatura de operación: **-40 °C a +70 °C**. Evite la condensación y la exposición directa a líquidos; el recubrimiento protector reduce el efecto de la humedad ambiente, pero no hace a la tarjeta sumergible.
- El fusible F1 (2 A) es un componente soldado y **no es reemplazable en campo**. Si se funde, contacte al soporte de Yubox.

2 Vista general de la tarjeta

2.1 Vista superior

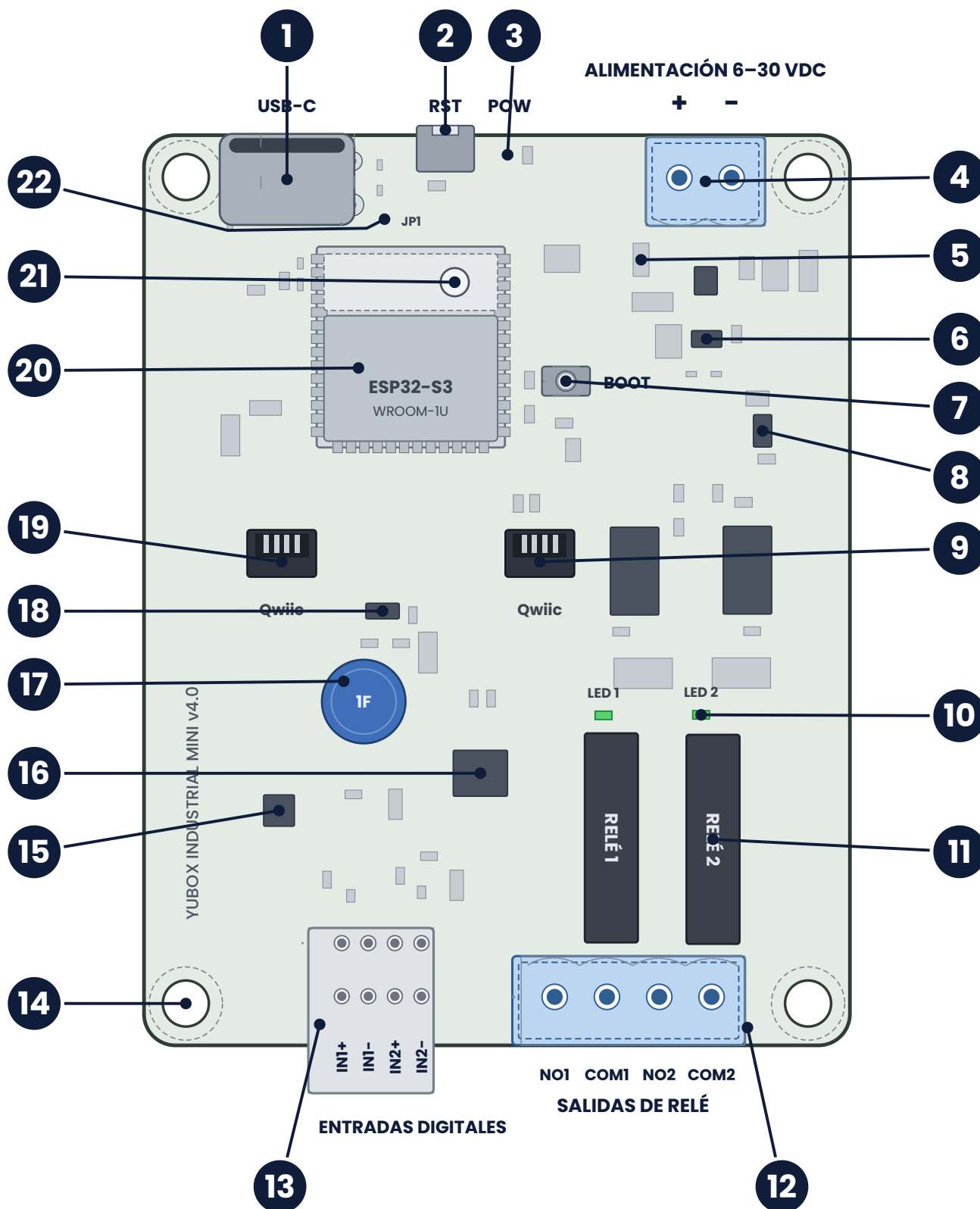


Figura 2. Vista superior de la Yubox Industrial Mini (dibujo a partir del diseño de la tarjeta, hardware v4.0).

Identificación		Descripción	Identificación		Descripción
1	USB1	Conector USB-C: programación, consola serie y alimentación auxiliar de 5 V.	12	J2	Bornera enchufable de salidas de relé: NO1 · COM1 · NO2 · COM2.
2	S2 · RST	Botón de reinicio (EN), accionable desde el borde superior.	13	J1	Bornera de tornillo de entradas digitales: IN1+ · IN1- · IN2+ · IN2-.
3	LED31 · POW	LED verde: presencia de 3,3 V (tarjeta encendida).	14	—	Orificios de montaje (4×) de Ø 4,4 mm.
4	J31 · POW	Bornera enchufable de alimentación 6–30 VDC. Pin izquierdo +, pin derecho – (GND).	15	IC62	Sensor de temperatura y humedad HDC2080 (I2C 0x40).
5	F1	Fusible de entrada de 2 A (no reemplazable).	16	IC22	Optoacoplador doble ACPL-227 de las entradas digitales.
6	IC31	Regulador conmutado LMR51430 (5 V).	17	SC1	Supercondensador de 1 F: respaldo del reloj de tiempo real.
7	S1 · BOOT	Botón BOOT (GPIO0) para forzar el modo de descarga de firmware.	18	IC21	Reloj de tiempo real RV-3028-C7 (I2C 0x52).
8	IC32	Regulador conmutado SC189Z (3,3 V).	19	J3	Conector Qwiic (I2C, 3,3 V).
9	J4	Conector Qwiic (I2C, 3,3 V).	20	IC1	Módulo ESP32-S3-WROOM-1U (WiFi + Bluetooth LE).
10	LED52 / LED51	LED de estado del relé 2 y del relé 1: encendido con el relé activado.	21	—	Conector U.FL de antena WiFi/Bluetooth (sobre el módulo).
11	K52 / K51	Relés Omron G6DN-1A (relé 2 y relé 1), 5 A / 250 VAC.	22	JP1	Puente de soldadura (cerrado de fábrica): lectura de la tensión de entrada por GPIO6.

2.2 Vista inferior

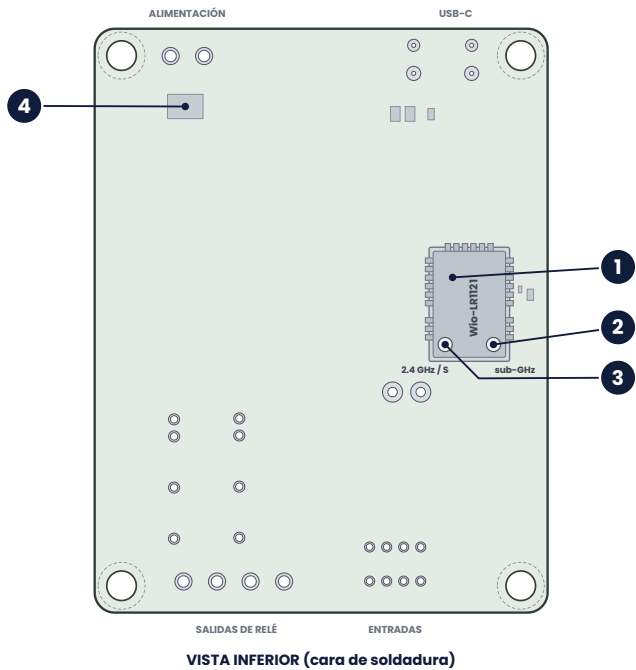


Figura 3. Vista inferior: el módulo LoRa y sus dos conectores de antena están en la cara de soldadura.

Identificación		Descripción
1	IC10	Módulo LoRa Wio-LR1121 (Semtech LR1121), interfaz SPI con el ESP32-S3.
2	ANT sub-GHz	Conector IPEX4 (MHF4) de antena sub-GHz (863–928 MHz): LoRaWAN regional. Es el conector más próximo al borde izquierdo de la tarjeta (visto desde arriba).
3	ANT 2,4 GHz / S	Conector IPEX4 (MHF4) de antena de 2,4 GHz y banda S (satélite).
4	D3	Supresor de transitorios SMBJ30A de la entrada de alimentación.

Nota. Al montar la tarjeta deje al menos 5 mm libres bajo la cara inferior: el módulo LoRa, sus conectores de antena y los cables de antena necesitan espacio. Use separadores de 6 mm o más.

2.3 Dimensiones

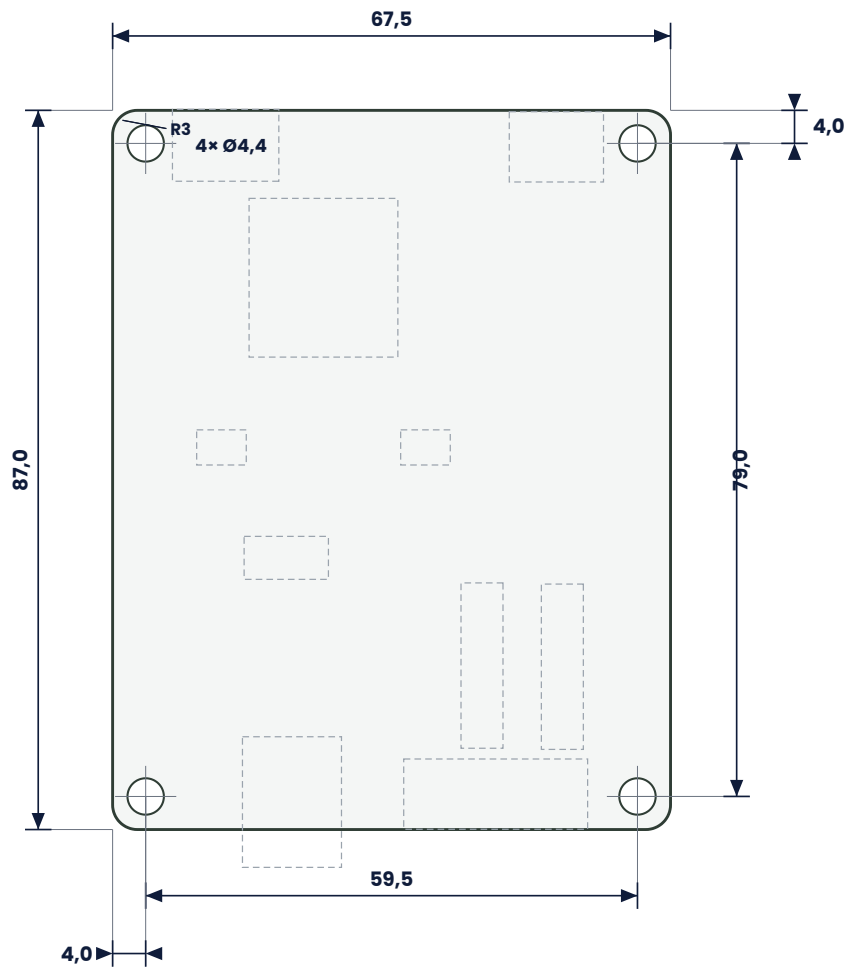


Figura 4. Dimensiones de la tarjeta y posición de los orificios de montaje. Cotas en mm.

Cota	Valor
Tarjeta (ancho × alto)	67,5 × 87,0 mm
Radio de las esquinas	3 mm
Orificios de montaje	4 × Ø 4,4 mm, centros a 4,0 mm de los bordes
Distancia entre centros de orificios	59,5 mm (horizontal) × 79,0 mm (vertical)
Espesor de la PCB	1,6 mm
Altura de componentes (cara superior)	≈ 13 mm (relés, supercondensador); con los enchufes de las borneras insertados, ≈ 25 mm
Altura de componentes (cara inferior)	≈ 3 mm (módulo LoRa y conectores de antena); prever ≥ 5 mm libres
Saliente de conectores	Bornera J1: 4,6 mm bajo el borde inferior · botón RST: 1 mm sobre el borde superior

2.4 Instalación mecánica y puesta en marcha

La tarjeta mide **67,5 × 87 mm** (1,6 mm de espesor) y dispone de cuatro orificios de montaje de Ø 4,4 mm dispuestos en un rectángulo de **59,5 × 79 mm**, a 4 mm de los bordes (figura 4). Los orificios admiten tornillos M4 directamente, o

M3 con arandela.

Recomendaciones de montaje

- Fije la tarjeta sobre **separadores metálicos o de nailon** de 6 mm o más, en el interior de un gabinete con grado de protección adecuado al ambiente (IP54 o superior en exteriores y ambientes húmedos, como los de acuicultura).
- Oriente la tarjeta de modo que las borneras queden accesibles: la alimentación (J31) y el USB-C están en el borde superior; las entradas (J1) y las salidas de relé (J2) en el borde inferior. La bornera J1 sobresale unos 4,6 mm del borde inferior de la tarjeta; téngalo en cuenta al elegir el gabinete.
- Mantenga los cables de potencia de los relés separados de los cables de señal y de las antenas.
- Deje espacio por encima para los enchufes de las borneras J31 y J2 (unos 25 mm en total) y para los cables de antena. La altura máxima de los componentes fijos sobre la cara superior es de unos 13 mm (relés y supercondensador).
- Instale las antenas fuera de gabinetes metálicos, usando pasamuros SMA, y lejos de fuentes de ruido (variadores de frecuencia, contactores).

Secuencia de puesta en marcha

1. Monte la tarjeta y conecte las antenas WiFi y LoRa a sus conectores (capítulo 6).
2. Con todo desenergizado, cablee las entradas digitales (J1) y las salidas de relé (J2).
3. Conecte la fuente de 6–30 VDC a J31 respetando la polaridad y energice. El LED **POW** debe encender.
4. Conecte el cable USB-C a un computador para cargar el firmware o abrir la consola serie (capítulo 7), o configure la tarjeta desde la plataforma YuboxNow si se entregó con firmware Yubox.
5. Verifique el funcionamiento de cada entrada y de cada relé (los LED de relé indican su estado) antes de conectar las cargas definitivas.

3 Alimentación

3.1 Bornera de alimentación J31

La alimentación principal entra por **J31**, una bornera enchufable de dos posiciones y paso de 5,0 mm (cabezal KF2EDGV; acepta enchufes de tornillo tipo 2EDGK de paso 5,0 mm). Acepta de **6 a 30 VDC**; los valores típicos son 12 VDC y 24 VDC. El pin marcado **+** (el de la izquierda, junto al fusible) es el positivo y el pin **-** es la referencia (GND).

Utilice cable de 0,5 a 1,5 mm² (AWG 20–16) con terminal o punta estañada y apriete los tornillos del enchufe. Con fuentes de 24 V la corriente es menor y el cableado más tolerante a caídas de tensión.

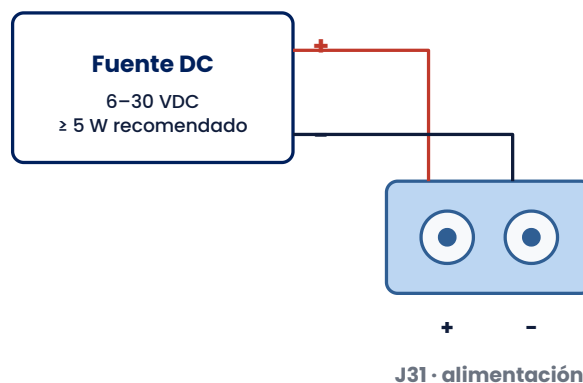


Figura 5. Conexión de la alimentación.

3.2 Protecciones

La entrada de alimentación incorpora, en este orden: un **fusible de 2 A** (F1, Littelfuse serie 468, soldado), un **supresor de transitorios** unidireccional de 30 V (D3, SMBJ30A) que absorbe picos de tensión y descargas, y un **diodo Schottky en serie** (D31) que impide que una conexión con polaridad invertida dañe la tarjeta. Tras las protecciones, el regulador conmutado LMR51430 (36 V, 3 A) genera el bus de 5 V que alimenta las bobinas de los relés, y de él un segundo regulador conmutado SC189Z (1,5 A) obtiene los 3,3 V de la lógica, las radios y los conectores Qwiic.

Atención. El supresor de transitorios conduce a partir de 30 V: una fuente ajustada por encima de ese valor calentará el TVS y terminará fundiendo el fusible. Si usa fuentes ajustables o baterías con cargador, verifique la tensión máxima con un multímetro (una batería de plomo de 24 V en carga puede superar los 28 V; sigue dentro del rango, pero no lo exceda).

3.3 Consumo y dimensionado de la fuente

El consumo depende del firmware, de la actividad de las radios y del estado de los relés. Valores orientativos (estimados a partir del consumo de los componentes) referidos a la entrada de 12 V: en reposo, con WiFi asociado y radios en recepción, la tarjeta consume unos 0,3–0,5 W; durante las ráfagas de transmisión WiFi o LoRa a máxima potencia el pico llega a unos 2 W, y cada relé activado añade unos 0,15 W. Dimensione la fuente para al menos **5 W** (por ejemplo 12 V / 0,5 A o 24 V / 0,3 A) y, si comparte la fuente con otros equipos, añada margen. Las cargas conmutadas por los relés se alimentan de circuitos independientes y no cuentan en este cálculo.

Condición	Potencia orientativa	Corriente a 12 V	Corriente a 24 V
Reposo (WiFi asociado, LoRa en recepción, relés en reposo)	0,3–0,5 W	25–45 mA	15–25 mA
Ambos relés activados (añadir)	+0,3 W	+25 mA	+13 mA
Pico en transmisión (WiFi + LoRa a +22 dBm)	≈ 2 W	≈ 170 mA	≈ 85 mA
Fuente recomendada	≥ 5 W	≥ 0,5 A	≥ 0,3 A

3.4 Alimentación por USB-C

El conector USB-C también alimenta la tarjeta: los 5 V del puerto entran al bus de 5 V a través de un diodo Schottky (D1), por lo que la tarjeta arranca y puede programarse con solo conectar el cable a un computador. Ambas fuentes pueden estar conectadas a la vez sin conflicto: el diodo evita que la tensión de J31 retorne al puerto USB.

Nota. Alimentada solo por USB, la tensión del bus de 5 V queda en unos 4,6–4,7 V. Los relés de 5 V operan con normalidad (tensión mínima de accionamiento 3,5 V), pero un puerto USB estándar de 500 mA puede quedarse corto si el firmware transmite por WiFi y LoRa a máxima potencia con ambos relés activos. Para operación en campo use siempre la alimentación por J31.

3.5 Medición de la tensión de entrada (JP1)

La tarjeta permite que el firmware mida la tensión de alimentación. Un divisor resistivo de 10 MΩ / 1 MΩ, conectado después del fusible, lleva $V_{IN}/11$ al **GPIO6** (entrada ADC1, canal 5) a través del puente de soldadura **JP1**, que viene cerrado de fábrica. Con 24 V de entrada el ADC recibe 2,18 V; con 30 V, 2,73 V, dentro del rango del ADC con atenuación de 11 dB (ADC_11db). Es útil para supervisar baterías o detectar caídas de la fuente.

Por la alta impedancia del divisor, promedie varias lecturas y no espere una exactitud mejor que ±5 %. Si necesita el GPIO6 para otro uso (no está disponible en conectores, así que rara vez será el caso), abra JP1 con un cúter o un soldador.

4 Entradas digitales opto-aisladas

4.1 Bornera J1

Las dos entradas digitales se cablean en **J1**, una bornera de tornillo fija de cuatro posiciones y paso de 2,54 mm situada en el borde inferior izquierdo (los cables entran por el frente, desde el borde de la tarjeta). Cada entrada tiene su propio par de terminales, **IN+** e **IN-**, sin referencia común con la alimentación de la tarjeta ni con la otra entrada: las dos entradas están aisladas galvánicamente entre sí y del resto del circuito.

Use cable de 0,2 a 0,5 mm² (AWG 24–20). Apriete con suavidad: son tornillos pequeños.



Figura 6. Orden de los terminales de J1 (vista desde arriba, de izquierda a derecha).

4.2 Características eléctricas

Cada entrada alimenta el diodo emisor de un optoacoplador Broadcom **ACPL-227** a través de dos resistencias de 1,5 kΩ en serie (3 kΩ en total). La entrada se activa cuando circula corriente de IN+ a IN-. Un supresor bidireccional de 24 V (TVS) protege contra transitorios y descargas, y un par de diodos en antiparalelo con el emisor protege contra la inversión de polaridad: si conecta la señal al revés, la entrada no se activa pero tampoco se daña.

Parámetro	Valor	Observaciones
Tensión de activación nominal	5 a 24 VDC	Diseñada para señales industriales de 12 y 24 V. Umbral de activación aprox. 3,5 V.
Tensión máxima absoluta	30 VDC	El supresor de transitorios está dimensionado para 24 V de trabajo. No aplique tensión alterna.
Tensión de desactivación garantizada	≤ 1 V	
Corriente de entrada	$\approx (V_{IN} - 1,2 \text{ V}) / 3 \text{ k}\Omega$	$\approx 1,3 \text{ mA}$ a 5 V · $3,6 \text{ mA}$ a 12 V · $7,6 \text{ mA}$ a 24 V
Polaridad	IN+ positivo respecto a IN-	Protegida contra inversión
Aislamiento	3750 V _{RMS}	Optoacoplador ACPL-227-560E (IEC/EN 60747-5-5)
Frecuencia máxima de señal	≈ 1 kHz	Orientativa; adecuada para contadores de pulsos lentos (caudalímetros, ruedas de paletas)
Lógica en el microcontrolador	Activo bajo	IN1 → GPIO9, IN2 → GPIO14; pull-up interno de 10 kΩ a 3,3 V

4.3 Ejemplos de conexión

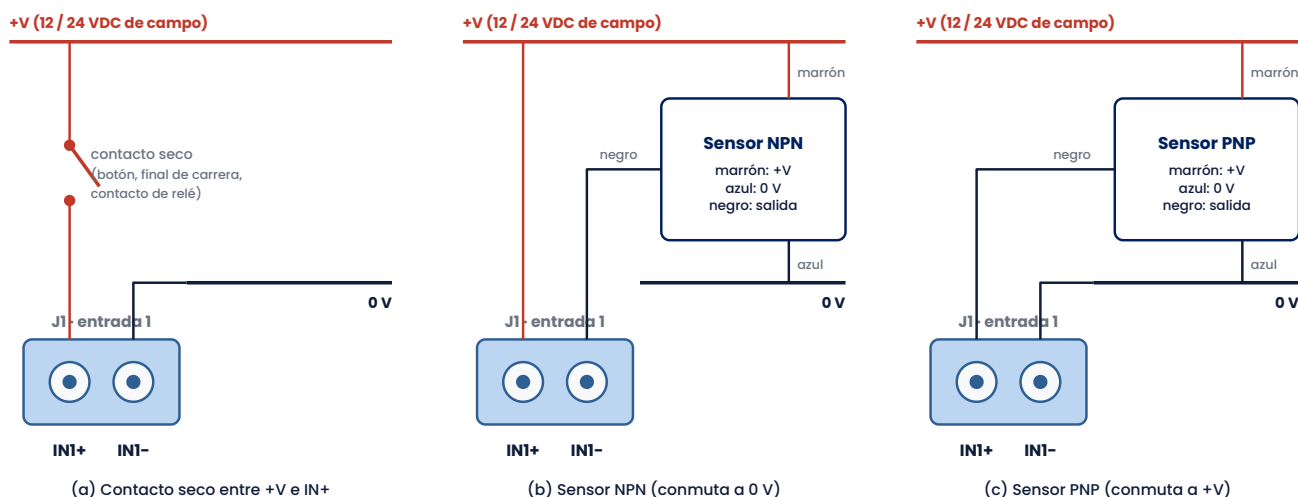


Figura 7. Conexión de un contacto seco (a), de un sensor de tres hilos NPN (b) y PNP (c). La fuente de campo de 12 o 24 V puede ser la misma que alimenta la tarjeta o una independiente.

Consejo. Si el contacto seco está lejos, alimente el lazo con 24 V en lugar de 12 V: la corriente será mayor y la señal más inmune al ruido. Para longitudes superiores a 50 m use cable apantallado o de par trenzado.

4.4 Lectura desde el firmware

El transistor de salida del optoacoplador lleva el GPIO a nivel bajo cuando la entrada está activa; en reposo, la resistencia de pull-up lo mantiene en alto. Por tanto, `digitalRead(9) == LOW` significa "entrada 1 activa". Configure los pines como INPUT (el pull-up ya está en la tarjeta) y, para señales mecánicas, aplique un antirrebote de 10–20 ms por software. Para contar pulsos use interrupciones por flanco de bajada (`attachInterrupt`), como se muestra en el capítulo 7.

5 Salidas de relé

5.1 Bornera J2

Los contactos de los dos relés salen por **J2**, una bornera enchufable de cuatro posiciones y paso de 5,0 mm en el borde inferior derecho. Cada relé ofrece un contacto **normalmente abierto** (NO) y su **común** (COM); no hay contacto normalmente cerrado. Con la tarjeta sin alimentación, o con el relé desactivado, NO y COM están abiertos.

Use cable de 0,5 a 1,5 mm² (AWG 20–16) con terminal. El enchufe puede retirarse para cablear cómodamente fuera del tablero.



Figura 8. Orden de los terminales de J2 (vista desde arriba, de izquierda a derecha).

5.2 Características eléctricas

Los relés son Omron **G6DN-1A**, de un contacto (1 Form A) con bobina de 5 V. El microcontrolador no los excita directamente: cada uno se comanda a través de un optoacoplador Darlington LTV-352T, con diodo de rueda libre en la bobina y una resistencia de pull-down que garantiza que los relés permanezcan en reposo durante el arranque y la programación. El LED situado sobre cada relé se enciende cuando la bobina está energizada.

Parámetro	Valor	Observaciones
Configuración	SPST-NO (1 Form A) × 2	Terminales NO y COM por relé
Carga nominal (resistiva)	5 A a 250 VAC · 5 A a 30 VDC	Datos del fabricante para carga resistiva
Tensión máxima de conmutación	277 VAC · 125 VDC	Con corriente reducida; consulte la hoja de datos del G6DN
Corriente máxima	5 A	Para cargas mayores use un contactor externo
Aislamiento bobina–contactos	3000 VAC (1 min)	Más 3750 V _{RMS} del optoacoplador de mando
Vida útil	80 000 op. eléctricas a carga nominal · 20 millones mecánicas	Cargas inductivas o capacitivas reducen la vida eléctrica
Tiempo de conmutación	≈ 10 ms (cierre) · ≈ 5 ms (apertura)	Orientativo
Lógica en el microcontrolador	Activo alto	Relé 1 → GPIO16, relé 2 → GPIO15; pull-down de 10 kΩ

5.3 Ejemplos de conexión

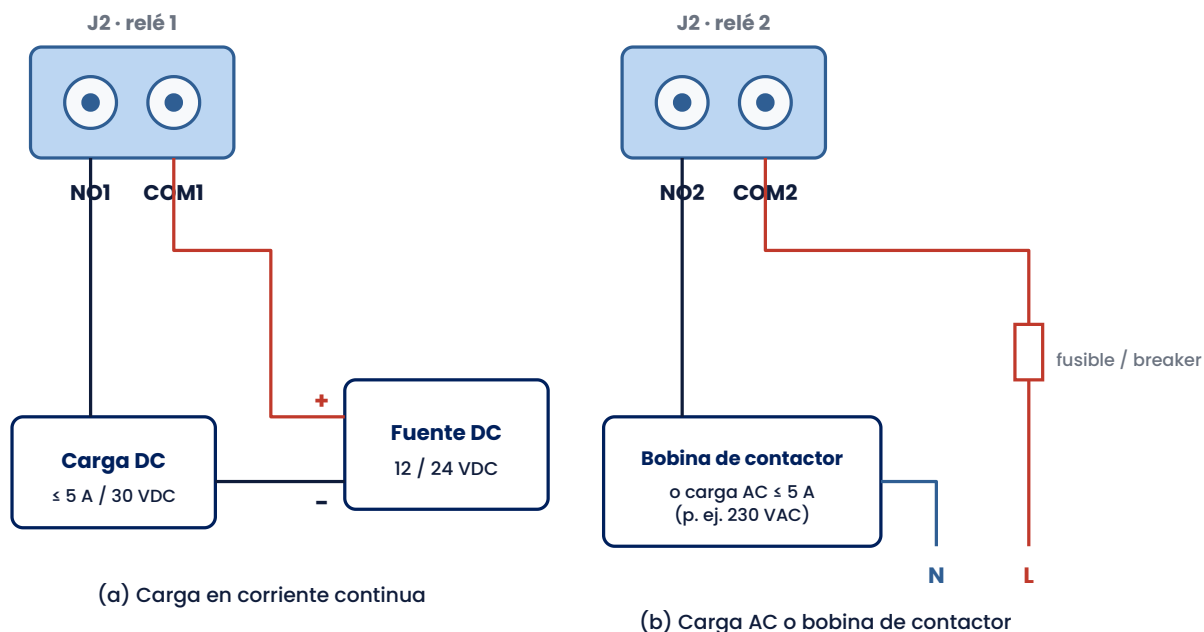


Figura 9. El relé actúa como un interruptor entre COM y NO. (a) Carga de corriente continua. (b) Carga de corriente alterna o bobina de un contactor para cargas superiores a 5 A.

Peligro. Si conmuta tensión de red (110/220 VAC) con los relés, la bornera J2 y su cableado quedan a tensión peligrosa. Use cable con el aislamiento adecuado, mantenga la separación con los circuitos de baja tensión y bloquee el acceso al gabinete.

Atención. Cargas inductivas (bobinas de contactores, electroválvulas, motores pequeños) generan picos al desconectarse que acortan la vida de los contactos. Añada un diodo de rueda libre en paralelo con cargas de continua, y una red RC o un varistor en cargas de alterna.

5.4 Control desde el firmware

Configure GPIO16 y GPIO15 como salidas y escriba HIGH para cerrar el contacto y LOW para abrirlo. Al arrancar, los pines están en alta impedancia y las resistencias de pull-down mantienen los relés abiertos, de modo que un reinicio del microcontrolador nunca activa una carga por sí solo. Si su aplicación necesita que un relé mantenga su estado ante fallos de comunicación, impleméntelo en el firmware con temporizadores de vigilancia (watchdog).

6 Comunicaciones y periféricos

6.1 WiFi y Bluetooth LE

El módulo ESP32-S3-WROOM-1U integra WiFi 802.11 b/g/n en 2,4 GHz (hasta 150 Mbps, modos estación y punto de acceso) y Bluetooth 5 LE. La variante **-1U** no tiene antena impresa: la señal sale por el conector **U.FL (IPEX MHF I)** ubicado sobre el blindaje del módulo (elemento 21 de la figura 2). Conecte una antena de 2,4 GHz de 50 Ω, preferiblemente con cable adaptador U.FL–SMA y antena externa al gabinete.

Nota. Aunque el ESP32-S3 permita configurar hasta 20 dBm de potencia WiFi, use antenas de ganancia moderada (≤ 3 dBi) y respete los límites de potencia radiada de la normativa de su país.

6.2 LoRa multibanda (LR1121)

La radio LoRa es un módulo Seeed **Wio-LR1121** basado en el transceptor Semtech **LR1121**, montado en la cara inferior de la tarjeta. A diferencia de los transceptores clásicos, cubre tres bandas con un mismo chip:

Banda	Frecuencias	Uso típico	Potencia máx.	Sensibilidad (LoRa, 125 kHz)
Sub-GHz	863–928 MHz	LoRaWAN con planes regionales (AU915 y US915 en América, EU868 en Europa), enlaces punto a punto de largo alcance	+22 dBm	–126 dBm (SF7) · –140 dBm (SF12)
2,4 GHz	2400–2500 MHz	LoRa 2,4 GHz de uso global sin restricción regional; mayor tasa de datos y menor alcance	+11 dBm	–115 dBm (SF7, 406 kHz)
Banda S	≈ 2,1 GHz	Enlace directo a satélite (LoRa satelital) donde no hay infraestructura terrestre; comparte la etapa de RF y el conector de 2,4 GHz	+11 dBm	—

El módulo tiene **dos conectores de antena IPEX4 (MHF4, 1,5 mm)**: uno para la banda sub-GHz y otro compartido por 2,4 GHz y banda S (figura 3). El conector sub-GHz es el más próximo al borde izquierdo de la tarjeta (mirándola desde arriba); el de 2,4 GHz/S queda hacia el centro. Use cables adaptadores MHF4–SMA y antenas de 50 Ω para la banda correspondiente; en Ecuador la banda sub-GHz de uso general es 915 MHz (plan AU915 en la mayoría de las redes LoRaWAN de la región).

Interfaz con el microcontrolador: bus SPI dedicado (NSS GPIO10, MOSI GPIO11, SCK GPIO12, MISO GPIO13), interrupción DIO9 en GPIO8, BUSY en GPIO18 y reset en GPIO17. El módulo integra TCXO y conmutador de RF; se controla con librerías como **RadioLib** (clase LR1121, con soporte LoRaWAN) o con el *LoRa Basics Modem* de Semtech.

Consejo. Para LoRaWAN de largo alcance en 915 MHz, una antena de $\frac{1}{2}$ onda (aprox. 16 cm) o de 3 dBi montada en vertical y fuera del gabinete marca la diferencia. Mantenga los cables de antena cortos (menos de 1 m) y evite doblarlos con radios pequeños.

6.3 USB-C

El conector USB-C (GCT USB4105) se conecta al periférico USB nativo del ESP32-S3 (GPIO19/GPIO20), con protección ESD (SP0503) y resistencias de 5,1 kΩ en las líneas CC, por lo que funciona con cables USB-C a USB-C y con cables USB-A a USB-C. La tarjeta aparece en el computador como un puerto serie **USB CDC** y como interfaz **JTAG** (modo "Hardware CDC and JTAG"), lo que permite programar, ver la consola y depurar sin convertidor externo. El puerto también alimenta la tarjeta (sección 3.4).

6.4 Bus I2C y conectores Qwiic

El bus I2C de la tarjeta usa **SDA en GPIO40** y **SCL en GPIO41**, con resistencias de pull-up de 10 kΩ a 3,3 V. No son los pines por defecto del ESP32-S3 en Arduino, por lo que debe indicarlos al inicializar: `Wire.begin(40, 41)`. En el bus residen el RTC (dirección 0x52) y el sensor HDC2080 (0x40); cualquier periférico externo debe usar otra dirección.

Los dos conectores **Qwiic** (J3 y J4, JST-SH de 4 pines y paso 1,0 mm) exponen el mismo bus a 3,3 V, siguiendo el orden estándar del ecosistema Qwiic/STEMMA QT: GND, 3,3 V, SDA, SCL. Permiten encadenar sensores y módulos sin soldar. Los periféricos deben ser de 3,3 V; no conecte dispositivos de 5 V.

Qwiic (JST-SH 1,0 mm) · pin 1 = GND



GND 3,3 V SDA SCL

SDA = GPIO40 · SCL = GPIO41 · pull-ups 10 kΩ

Figura 10. Conector Qwiic (J3 y J4).

Nota. El bus de 3,3 V puede entregar del orden de 300 mA a los periféricos Qwiic en total. Para sensores de mayor consumo (por ejemplo, con calentadores) use una fuente propia. Con cables Qwiic largos (más de 50 cm) reduzca la velocidad del bus a 100 kHz.

6.5 RTC RV-3028-C7 con respaldo por supercondensador

El reloj de tiempo real Micro Crystal **RV-3028-C7** incorpora su propio cristal de 32,768 kHz calibrado en fábrica (± 1 ppm a 25 °C, es decir, unos $\pm 2,6$ segundos al mes) y consume apenas 45 nA. Se comunica por I2C en la dirección **0x52** y ofrece alarma, temporizador periódico y función de marca de tiempo.

Un **supercondensador de 1 F** (SC1, elemento 17 de la figura 2) alimenta el RTC cuando la tarjeta pierde la energía. Se carga desde el bus de 3,3 V a través de un diodo y una resistencia de 200 Ω; la carga completa toma unos 15–20 minutos desde cero. Con el supercondensador cargado, el reloj conserva la hora durante varios días sin alimentación (el tiempo exacto depende de la temperatura y del envejecimiento del componente). Al reponer la energía, la tarjeta dispone de fecha y hora válidas de inmediato, lo que permite registrar eventos con marca de tiempo y ejecutar programaciones horarias aunque no haya conectividad.

Consejo. Sincronice el RTC por NTP (WiFi) o mediante la red LoRaWAN cada vez que haya conectividad, y use el RTC como referencia el resto del tiempo. La librería *RTC RV-3028-C7* de Constantin Koch facilita la puesta en hora y las alarmas (capítulo 7).

6.6 Sensor de temperatura y humedad HDC2080

El sensor Texas Instruments **HDC2080** (I2C, dirección **0x40**) mide temperatura con exactitud típica de $\pm 0,2$ °C y humedad relativa con ± 2 % HR, con resolución de 14 bits. Está montado en la cara superior, cerca del borde izquierdo de la tarjeta, alejado de los reguladores y de los relés para reducir el autocalentamiento; aun así mide las condiciones del interior del gabinete, que suelen superar en algunos grados a las del exterior. Para la temperatura del proceso utilice una sonda externa por Qwiic o por las entradas.

El pin de interrupción del sensor no está conectado al microcontrolador: realice lecturas por sondeo (polling) a la cadencia que necesite; una lectura cada 10–60 s es habitual.

6.7 Botones, indicadores y puente JP1

Elemento	Ubicación	Función
Botón RST (S2)	Borde superior, junto al USB-C	Reinicia el microcontrolador (pin EN). Es un pulsador de accionamiento lateral: se presiona desde el borde de la tarjeta, lo que permite dejarlo accesible a través del gabinete.
Botón BOOT (S1)	A la derecha del módulo ESP32-S3	Lleva GPIO0 a nivel bajo. Manténgalo presionado mientras pulsa RST para entrar en el modo de descarga de firmware por USB. Con el firmware en marcha puede usarse como botón de propósito general (lectura de GPIO0, activo bajo).
LED POW (LED31)	Borde superior, entre RST y J31	Verde. Encendido cuando el bus de 3,3 V está presente, ya sea desde J31 o desde USB.
LED relé 1 (LED51) · LED relé 2 (LED52)	Sobre cada relé	Verdes. Encendidos mientras la bobina del relé correspondiente está energizada (contacto NO–COM cerrado).
Puente JP1	Bajo el conector USB-C, a la derecha	Puente de soldadura cerrado de fábrica que conecta el divisor de la tensión de entrada al GPIO6 (sección 3.5). Ábralo solo si necesita desvincular el GPIO6.

La tarjeta no dispone de LED de usuario programable; si necesita señalización local, use un LED externo por Qwiic (expansor de E/S) o los propios LED de relé.

7 Programación

La tarjeta puede programarse con **Arduino IDE**, **PlatformIO** o **ESP-IDF** a través del conector USB-C, sin adaptadores. Este capítulo se centra en Arduino, el entorno más habitual entre los usuarios de Yubox. Si la tarjeta se entregó con el firmware de la plataforma YuboxNow, no es necesario programarla: consulte la documentación de YuboxNow en yubox.com.

7.1 Mapa de GPIO

La tabla resume la asignación de pines del ESP32-S3 en la Yubox Industrial Mini. A diferencia de la Yubox Industrial, esta tarjeta **no dispone de cabecera de expansión**: los GPIO no listados no están conectados a ningún conector y no deben usarse. La única vía de expansión es el bus I2C por los conectores Qwiic.

GPIO	Señal	Dirección	Función y notas
EN	RST	—	Reinicio del módulo (botón RST, pull-up 12 kΩ, filtro RC).
0	BOOT	Entrada	Botón BOOT; pin de arranque (strapping). Activo bajo. Pull-up 12 kΩ.
6	VIN_SENSE	Analógica (ADC1_CH5)	Tensión de entrada / 11 a través del divisor 10 MΩ / 1 MΩ y del puente JP1.
8	LORA_IRQ	Entrada	Interrupción DIO9 del LR1121.
9	IN1	Entrada	Entrada digital 1 (activo bajo). Pull-up 10 kΩ.
10	LORA_NSS	Salida	Selección de chip SPI del LR1121.
11	LORA_MOSI	Salida	SPI MOSI (bus del LR1121).
12	LORA_SCK	Salida	SPI SCK (bus del LR1121).
13	LORA_MISO	Entrada	SPI MISO (bus del LR1121).
14	IN2	Entrada	Entrada digital 2 (activo bajo). Pull-up 10 kΩ.
15	RELAY2	Salida	Relé 2 (activo alto). Pull-down 10 kΩ.
16	RELAY1	Salida	Relé 1 (activo alto). Pull-down 10 kΩ.
17	LORA_RST	Salida	Reset (NRESET) del LR1121, activo bajo.
18	LORA_BUSY	Entrada	Señal BUSY del LR1121.
19	USB_D-	—	USB nativo (no usar como GPIO).
20	USB_D+	—	USB nativo (no usar como GPIO).
40	I2C_SDA	Bidireccional	Bus I2C: RTC (0x52), HDC2080 (0x40), Qwiic J3/J4. Pull-up 10 kΩ.
41	I2C_SCL	Salida	Bus I2C. Pull-up 10 kΩ.
35, 36, 37	—	—	Reservados para la PSRAM octal del módulo. No utilizar.
1-5, 7, 21, 38, 39, 42-48	—	—	Sin conexión en la tarjeta. No disponibles en conectores.

Nota. GPIO0, GPIO3, GPIO45 y GPIO46 son pines de arranque (strapping) del ESP32-S3. Solo GPIO0 está en uso (botón BOOT); los demás quedan libres con sus niveles por defecto, de modo que el módulo arranca siempre desde la flash interna.

7.2 Configuración de Arduino IDE

1. Instale Arduino IDE 2.x y, desde el Gestor de tarjetas, el paquete **"esp32" de Espressif Systems** (versión 3.0 o superior).
2. Seleccione la tarjeta **ESP32S3 Dev Module** y configure el menú *Herramientas* según la tabla siguiente.
3. Conecte el cable USB-C. Debe aparecer un puerto serie nuevo (COMx en Windows, /dev/cu.usbmodem* en macOS, /dev/ttyACM0 en Linux). Selecciónelo y cargue el programa.
4. Si el puerto no aparece o la carga falla, entre manualmente en modo de descarga: mantenga presionado **BOOT**, pulse y suelte **RST**, suelte BOOT y vuelva a cargar. Tras la carga, pulse RST.

Opción de Herramientas	Valor
Board	ESP32S3 Dev Module
USB CDC On Boot	Enabled (necesario para ver Serial por USB)
USB Mode	Hardware CDC and JTAG
Flash Size	16MB (128Mb)
PSRAM	OPI PSRAM
Flash Mode	QIO 80MHz
Partition Scheme	Según necesidad; p. ej. "16M Flash (3MB APP/9.9MB FATFS)" o "8M with spiiffs (3MB APP/1.5MB SPIFFS)"
CPU Frequency	240 MHz (WiFi)
Upload Speed	921600

7.3 Definición de pines

Guarde estas definiciones en un archivo YuboxIndustrialMini.h e inclúyalo en sus programas:

```
// Yubox Industrial Mini v4.0 - asignacion de pines del ESP32-S3
#pragma once

// Salidas de rele (activo alto)
#define YIM_RELAY1      16
#define YIM_RELAY2      15

// Entradas digitales opto-aisladas (activo bajo, pull-up en la tarjeta)
#define YIM_IN1          9
#define YIM_IN2          14

// Bus I2C (RTC RV-3028-C7 en 0x52, HDC2080 en 0x40, conectores Qwiic)
#define YIM_I2C_SDA      40
#define YIM_I2C_SCL      41

// Radio LoRa Wio-LR1121 (SPI)
#define YIM_LORA_NSS     10
#define YIM_LORA_MOSI    11
#define YIM_LORA_SCK     12
#define YIM_LORA_MISO    13
#define YIM_LORA_IRQ     8   // DI09
#define YIM_LORA_RST     17  // NRESET
```

```
#define YIM_LORA_BUSY    18

// Otros
#define YIM_BOOT_BTN      0    // boton BOOT (activo bajo)
#define YIM_VIN_SENSE     6    // ADC: V_IN / 11 (a traves de JP1)
#define YIM_VIN_DIVIDER 11.0f
```

7.4 Ejemplo: relés y entradas

El programa activa el relé 1 mientras la entrada 1 esté activa, conmuta el relé 2 cada dos segundos y cuenta los pulsos de la entrada 2 por interrupción.

```
#include "YuboxIndustrialMini.h"

volatile uint32_t pulsosIN2 = 0;

void IRAM_ATTR onPulsoIN2() { pulsosIN2++; }

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    pinMode(YIM_RELAY1, OUTPUT); digitalWrite(YIM_RELAY1, LOW);
    pinMode(YIM_RELAY2, OUTPUT); digitalWrite(YIM_RELAY2, LOW);
    pinMode(YIM_IN1, INPUT);      // pull-up de 10 k ya en la tarjeta
    pinMode(YIM_IN2, INPUT);
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(YIM_IN2), onPulsoIN2, FALLING);
}

void loop() {
    bool in1Activa = (digitalRead(YIM_IN1) == LOW); // activo bajo
    digitalWrite(YIM_RELAY1, in1Activa ? HIGH : LOW); // sigue a la entrada 1

    static uint32_t t = 0;
    if (millis() - t > 2000) { // relé 2 alterna cada 2 s
        t = millis();
        digitalWrite(YIM_RELAY2, !digitalRead(YIM_RELAY2));
        Serial.printf("IN1=%d pulsos IN2=%lu R2=%d\n", in1Activa, pulsosIN2, digitalRead(YIM_RELAY2));
    }
}
```

7.5 Ejemplo: RTC y sensor por I2C

Requiere las librerías **RTC RV-3028-C7 Arduino Library** (Constantin Koch) y **Lime Labs HDC2080**, instalables desde el Gestor de librerías de Arduino.

```
#include <Wire.h>
#include <RV-3028-C7.h>
#include <HDC2080.h>
#include "YuboxIndustrialMini.h"

RV3028 rtc;
HDC2080 sensor(0x40);

void setup() {
    Serial.begin(115200);
```

```
Wire.begin(YIM_I2C_SDA, YIM_I2C_SCL); // pines I2C de la tarjeta (no son los por defecto)

if (!rtc.init()) Serial.println("RTC no responde");
// Puesta en hora inicial (solo una vez): seg, min, hora, dia semana, dia, mes, anio
// rtc.setTime(0, 30, 14, 5, 11, 9, 2026);

sensor.begin();
sensor.setMeasurementMode(TEMP_AND_HUMID);
sensor.setRate(ONE_HZ);
sensor.setTempRes(FOURTEEN_BIT);
sensor.setHumidRes(FOURTEEN_BIT);
sensor.triggerMeasurement();
}

void loop() {
  rtc.updateTime();
  Serial.print(rtc.stringDate()); Serial.print(" "); Serial.print(rtc.stringTime());
  Serial.printf(" T=%.1f C HR=%.1f %%\n", sensor.readTemp(), sensor.readHumidity());
  delay(5000);
}
```

7.6 Ejemplo: LoRa con RadioLib

RadioLib (Jan Gromeš, versión 7 o superior) soporta el LR1121, incluida la pila LoRaWAN 1.0.4/1.1. El módulo Wio-LR1121 usa las salidas DIO5 y DIO6 del LR1121 para gobernar su conmutador de RF y lleva TCXO propio, de modo que hay que declarar la tabla del conmutador y la tensión del TCXO antes de transmitir. El siguiente esqueleto envía un paquete LoRa punto a punto en 915 MHz:

```
#include <RadioLib.h>
#include "YuboxIndustrialMini.h"

// NSS, IRQ (DIO9), NRESET, BUSY
LR1121 radio = new Module(YIM_LORA_NSS, YIM_LORA_IRQ, YIM_LORA_RST, YIM_LORA_BUSY);

// Conmutador de RF del Wio-LR1121, gobernado por DIO5/DIO6 del LR1121.
// Tabla de referencia (la misma que usa RadioLib para el Wio-WM1110 de Seeed);
// verifiquela con la tabla de verdad de la hoja de datos del modulo (seccion 4.5).
static const uint32_t rfswitch_dio_pins[] = {
  RADIOLIB_LR11X0_DIO5, RADIOLIB_LR11X0_DIO6, RADIOLIB_NC, RADIOLIB_NC, RADIOLIB_NC };
static const Module::RfSwitchMode_t rfswitch_table[] = {
  // modo          DIO5  DIO6
  { LR11x0::MODE_STBY, { LOW,  LOW } },
  { LR11x0::MODE_RX,   { HIGH, LOW } },
  { LR11x0::MODE_TX,   { HIGH, HIGH } },
  { LR11x0::MODE_TX_HP, { LOW,  HIGH } },
  { LR11x0::MODE_TX_HF, { LOW,  LOW } },
  { LR11x0::MODE_GNSS, { LOW,  LOW } },
  { LR11x0::MODE_WIFI, { LOW,  LOW } },
  END_OF_MODE_TABLE,
};

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  SPI.begin(YIM_LORA_SCK, YIM_LORA_MISO, YIM_LORA_MOSI, YIM_LORA_NSS);
  radio.setRfSwitchTable(rfswitch_dio_pins, rfswitch_table);
```

```
// frecuencia MHz, BW kHz, SF, CR, sync word, potencia dBm, preambulo, tension TCX0
int estado = radio.begin(915.0, 125.0, 9, 7, RADIOLIB_LR11X0_LORA_SYNC_WORD_PRIVATE, 22, 16, 1.6);
if (estado != RADIOLIB_ERR_NONE) {
    Serial.printf("Fallo al iniciar LR1121, codigo %d\n", estado);
    while (true) delay(1000);
}
}

void loop() {
    int estado = radio.transmit("Hola desde Yubox Industrial Mini");
    Serial.println(estado == RADIOLIB_ERR_NONE ? "Paquete enviado" : "Error de transmision");
    delay(10000);
}
```

Nota. Para LoRaWAN use la clase LoRaWANNode de RadioLib con la región AU915 (Ecuador) o la que corresponda a su red, y las claves (DevEUI, JoinEUI, AppKey) del servidor de red. Los ejemplos *LoRaWAN_Starter* y *LR11x0_Transmit* incluidos en RadioLib son un buen punto de partida.

7.7 Ejemplo: WiFi y tensión de entrada

```
#include <WiFi.h>
#include "YuboxIndustrialMini.h"

float leerVin() {
    // promedio de 32 lecturas por la alta impedancia del divisor
    uint32_t mv = 0;
    for (int i = 0; i < 32; i++) mv += analogReadMilliVolts(YIM_VIN_SENSE);
    return (mv / 32) * YIM_VIN_DIVIDER / 1000.0f;
}

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    analogSetPinAttenuation(YIM_VIN_SENSE, ADC_11db); // rango hasta ~3,1 V en el pin
    WiFi.begin("MI_RED", "MI_CLAVE");
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) { delay(500); Serial.print("."); }
    Serial.printf("\nConectado, IP %s\n", WiFi.localIP().toString().c_str());
}

void loop() {
    Serial.printf("Tension de entrada: %.1f V\n", leerVin());
    delay(5000);
}
```

7.8 PlatformIO

```
[env:yubox_industrial_mini]
platform = espressif32
board = esp32-s3-devkitc-1
framework = arduino
board_build.arduino.memory_type = qio_opi
board_build.flash_size = 16MB
board_build.partitions = default_16MB.csv
```

```

build_flags =
  -DBOARD_HAS_PSRAM
  -DARDUINO_USB_MODE=1
  -DARDUINO_USB_CDC_ON_BOOT=1
monitor_speed = 115200
lib_deps =
  jgromes/RadioLib
  https://github.com/constiko/RV-3028_C7-Arduino_Library
  https://github.com/lime-labs/HDC2080-Arduino

```

7.9 Librerías recomendadas

Librería	Uso en la tarjeta
RadioLib	Control del LR1121: LoRa punto a punto, LoRaWAN, LR-FHSS y FSK en las tres bandas.
RTC RV-3028-C7 Arduino Library (Constantin Koch)	Puesta en hora, lectura, alarmas y temporizador del RTC.
Lime Labs HDC2080	Lectura del sensor de temperatura y humedad.
WiFi, WiFiClientSecure, HTTPClient, ESPmDNS (núcleo esp32)	Conectividad WiFi, HTTP/HTTPS y descubrimiento de servicios.
PubSubClient o AsyncMqttClient	Publicación de datos y recepción de comandos por MQTT.
ArduinoJson	Serialización de mensajes JSON.
ESP32Time / time.h (SNTP)	Sincronización horaria por NTP para actualizar el RTC.
Preferences (núcleo esp32)	Almacenamiento de configuración en la flash.

8 Especificaciones técnicas

Parámetro	Especificación
Procesador y memoria	
Módulo	Espressif ESP32-S3-WROOM-1U-N16R8
CPU	Xtensa LX7 de doble núcleo a 240 MHz, 512 KB de SRAM
Memoria	16 MB de flash · 8 MB de PSRAM (octal)
Conectividad	
WiFi	802.11 b/g/n, 2,4 GHz, hasta 150 Mbps; estación y punto de acceso
Bluetooth	Bluetooth 5 LE
Antena WiFi/BLE	Conector U.FL (IPEX MHF I), 50 Ω
Radio LoRa	Seeed Wio-LR1121 (Semtech LR1121) · certificaciones del módulo CE y FCC
Bandas LoRa	Sub-GHz 863–928 MHz · 2,4 GHz ISM (2400–2500 MHz) · banda S $\approx$ 2,1 GHz (satélite)
Potencia de transmisión LoRa	Hasta +22 dBm (sub-GHz) · hasta +11 dBm (2,4 GHz)
Sensibilidad LoRa	–140 dBm (SF12, 125 kHz) · –126 dBm (SF7, 125 kHz) en sub-GHz
Antenas LoRa	2 conectores IPEX4 (MHF4, 1,5 mm), 50 Ω : sub-GHz y 2,4 GHz/banda S
Protocolos	LoRa, LoRaWAN (planes regionales AU915, US915, EU868, etc.), LR-FHSS, (G)FSK; LoRa 2,4 GHz; LoRa satelital en banda S
USB	USB-C, USB 2.0 full-speed nativo (CDC serie + JTAG), protección ESD
I2C / expansión	Bus I2C a 3,3 V (SDA GPIO40, SCL GPIO41) en 2 conectores Qwiic (JST-SH 1,0 mm)
Entradas y salidas	
Salidas de relé	2 × Omron G6DN-1A, SPST-NO, 5 A / 250 VAC y 5 A / 30 VDC (resistivo), máx. 277 VAC / 125 VDC; aislamiento 3000 VAC; LED de estado; mando por optoacoplador
Entradas digitales	2 × opto-aisladas (ACPL-227, 3750 V _{RMS}), 5–24 VDC nominal (30 VDC máx.), $\approx$ 3 k Ω de impedancia, TVS 24 V y protección de polaridad
Borneras	Alimentación: enchufable 2 pos. paso 5,0 mm · Relés: enchufable 4 pos. paso 5,0 mm · Entradas: tornillo 4 pos. paso 2,54 mm
Alimentación	
Tensión de entrada	6–30 VDC (típico 12 o 24 VDC) por J31; 5 V por USB-C
Protecciones	Fusible 2 A · TVS 30 V (SMBJ30A) · diodo contra inversión de polaridad · ESD en USB y entradas
Regulación	LMR51430 (5 V, 3 A) + SC189Z (3,3 V, 1,5 A), conmutados
Consumo	0,3–0,5 W en reposo · $\approx$ 2 W de pico en transmisión · +0,15 W por relé activo (orientativo)
Medición de V _{IN}	Divisor 10 M Ω / 1 M Ω a GPIO6 (ADC), puente JP1

Reloj y sensores	
RTC	Micro Crystal RV-3028-C7, ± 1 ppm (25 °C), I2C 0x52, respaldo por supercondensador de 1 F / 3 V
Sensor ambiental	TI HDC2080: temperatura $\pm 0,2$ °C (típ.), humedad ± 2 % HR (típ.), 14 bits, I2C 0x40
Mecánica y ambiente	
Dimensiones	67,5 × 87 mm · espesor de PCB 1,6 mm · altura máx. de componentes ≈ 13 mm (sin enchufes) · J1 sobresale 4,6 mm del borde
Montaje	4 orificios $\varnothing 4,4$ mm en 59,5 × 79 mm
PCB	4 capas, recubrimiento protector contra humedad
Temperatura de operación	-40 °C a +70 °C
Indicadores y botones	LED POW, LED relé 1, LED relé 2 · botones RST y BOOT
Plataforma	Compatible con YuboxNow y Red IoTodos; programable con Arduino IDE, PlatformIO y ESP-IDF

Especificaciones referenciales, sujetas a cambio sin previo aviso. Los valores de los componentes corresponden a sus hojas de datos (Espressif, Semtech/Seeed, Omron, Broadcom, Micro Crystal, Texas Instruments).

9 Mantenimiento, soporte y contacto

9.1 Mantenimiento

- La tarjeta no requiere mantenimiento periódico. Revise anualmente el apriete de las borneras y el estado de los cables de antena.
- Limpie solo con aire seco o un pincel suave. No use solventes: dañan el recubrimiento protector.
- Si va a soldar sobre la tarjeta (por ejemplo, abrir JP1), retire el recubrimiento de la zona con cuidado y restáurelo después con barniz conformal.

9.2 Solución de problemas

Síntoma	Causas probables y acciones
El LED POW no enciende	Polaridad invertida en J31 (la tarjeta está protegida, pero no arranca). Fuente fuera de rango o sin carga. Fusible fundido por sobretensión: contacte al soporte.
El computador no detecta el puerto USB	Use un cable USB-C de datos (no solo de carga). Entre en modo de descarga: mantenga BOOT, pulse RST, suelte BOOT. En Windows, instale los controladores del ESP32-S3 (USB CDC) si el sistema lo pide.
La carga del firmware falla a mitad	Reduzca la velocidad de carga a 460800 o 115200. Evite concentradores USB sin alimentación.
No aparece nada en el monitor serie	Active <i>USB CDC On Boot</i> en Arduino (o <code>DARDUINO_USB_CDC_ON_BOOT=1</code> en PlatformIO). Verifique la velocidad (115200).
Un relé no conmuta	Compruebe que el LED del relé enciende al activar el GPIO (16 o 15). Si el LED enciende y el contacto no cierra, revise el cableado NO-COM. Alimentada solo por USB desde un puerto débil, la tensión de bobina puede ser insuficiente: use J31.
Una entrada no se detecta	Verifique la polaridad (IN+ positivo) y que la tensión del lazo esté entre 5 y 24 V. Recuerde que la lectura es activa baja: LOW = activa.
El LR1121 no inicia (código de error de RadioLib)	Compruebe los pines SPI y de control (sección 6.2), la tensión de TCXO en <code>begin()</code> y la tabla del conmutador de RF. El pin BUSY debe bajar tras el reset.
Alcance LoRa o WiFi muy corto	Antena ausente, de banda incorrecta o conectada al conector equivocado (sub-GHz frente a 2,4 GHz). Cable de antena dañado. Antena dentro de un gabinete metálico.
El RTC pierde la hora al desconectar	Supercondensador descargado: mantenga la tarjeta alimentada al menos 20 minutos antes de la prueba. Si el problema persiste tras varios ciclos, contacte al soporte.
La temperatura del sensor es mayor que la ambiente	Es normal: el sensor mide dentro del gabinete y cerca de la tarjeta. Aplique una corrección o use una sonda externa.
Lecturas erráticas de V_{IN}	Promedie varias lecturas y use atenuación de 11 dB en el ADC. La exactitud esperable es de $\pm 5\%$.

9.3 Soporte y contacto

Para asistencia técnica, información sobre firmware, la plataforma YuboxNow, la Red IoTodos o servicios de integración, contacte al equipo de Yubox:

Correo	crm@yubox.com
Teléfonos	+593 4 454 2060 · +593 4 454 2012 · +593 9 8723 3209
Web	yubox.com · yubox.com/yuboxindustrialmini
Dirección	Puerto Santa Ana, Edificio Emporium, piso 17, oficina 1704 · Guayaquil, Ecuador

Al solicitar soporte indique la revisión de hardware impresa en la tarjeta (YUBOX INDUSTRIAL MINI v4.0), la versión de firmware y una descripción del montaje (fuente, cargas, antenas).

Historial del documento

Rev.	Fecha	Cambios
1.0	Septiembre 2026	Primera edición para hardware v4.0.

Marcas

LoRa® y LoRaWAN® son marcas de Semtech Corporation y de LoRa Alliance. ESP32 es marca de Espressif Systems. Qwiic es marca de SparkFun Electronics. Omron, Broadcom, Micro Crystal, Texas Instruments y Seeed Studio son marcas de sus respectivos propietarios. Yubox y YuboxNow son marcas de Yubox.



© 2026 YUBOX · Diseñado en Ecuador · Todos los derechos reservados.