

## Solución 1: Usar Modulo TP4056 + Modulo Convertidor a 3.3v

Sí, se puede usar el módulo TP4056 para alimentar tu ESP32, pero con consideraciones MUY importantes:

### Análisis Detallado

#### Lo que el TP4056 SÍ hace bien:

1. **Carga la batería:** Su función principal es cargar de forma segura la batería 18650.
2. **Protección (en módulos con PCB de protección):** La mayoría de los módulos TP4056 que se venden incluyen una PCB de protección (DW01A + FS8205). Esta protege la batería de:
  - **Sobrecarga:** Corta la carga cuando la batería llega a ~4.2V.
  - **Descarga Profunda:** Corta la salida cuando el voltaje de la batería cae a ~2.4V - 2.8V. **Esto es fundamental para la vida útil de tu batería de Li-Ion.**
  - **Cortocircuito:** Protege contra cortos en la salida.

#### El Problema Principal: El Voltaje

- Una batería 18650 full y cargada tiene **4.2V**, que cae rápidamente a un rango nominal de **3.7V** y, cuando está casi descargada, puede bajar hasta **~3.0V** (antes de que la protección corte).

- El ESP32 requiere un voltaje de alimentación estable de **3.3V**. Aunque puede funcionar con un rango de ~2.3V a 3.6V, su rendimiento no es óptimo por debajo de 3.2V y se vuelve inestable.
- **Conclusión:** Si conectas el ESP32 directamente a los pines de salida del TP4056 ("B+" y "B-"), lo estarás alimentando con un voltaje que varía entre **~4.2V y ~3.0V**. Esto es **demasiado alto** al principio (puede dañar el ESP32) y **demasiado bajo** al final (funcionamiento inestable).

## Soluciones Prácticas

Tienes dos opciones principales, dependiendo de tu aplicación:

### **Opción 1: TP4056 + Regulador LDO de 3.3V (Recomendada para la mayoría de casos)**

Esta es la solución más estable, eficiente y segura.

- **¿Cómo funciona?** Tomas la salida de la batería desde los pines "B+" y "B-" del TP4056 y los conectas a la entrada de un regulador de voltaje LDO (Low Dropout) de 3.3V.
- **Ventajas:**
  - Proporciona un **3.3V perfectos y estables** al ESP32, independientemente del voltaje de la batería (mientras esté por encima de ~3.4V).
  - Protege al ESP32 de picos de voltaje.
  - Es más eficiente en términos de costo y simplicidad que un *step-up* para esta aplicación.
- **Componente clave:** Usa un regulador LDO como el **AMS1117-3.3** (muy común y barato) o uno mejor como el **ME6211**.

**Conexiones:**

Batería 18650 -> TP4056 (Pines B+/B-) -> Entrada del AMS1117-3.3V -> Salida (3.3V) -> Alimentación del ESP32 (3.3V y GND)

## Opción 2: TP4056 + Step-Up Booster (DC-DC Boost Converter)

- **¿Cuándo usarla?** Solo es necesaria si tu proyecto incluye componentes que requieren **5V** (por ejemplo, algunos sensores, pantallas, relays, etc.). En este caso, usas el *booster* para obtener 5V y luego, para el ESP32, puedes derivar un regulador LDO de 3.3V desde esos 5V.
- **Desventaja para alimentar solo el ESP32:** Un *step-up* introduce más ruido eléctrico y es menos eficiente que un LDO cuando la batería está por encima de 3.3V, consumiendo más energía en standby.

## Resumen y Recomendación Final

| Característica | Conectar Directo al<br>TP4056                       | TP4056 + LDO<br>3.3V                  | TP4056 + Step-<br>Up a 5V                       |
|----------------|---|---------------------------------------|---|
| ¿Funciona?     | <b>NO</b><br><b>recomendado.</b> Riesgo<br>de daño. | <b>SÍ, altamente<br/>recomendado.</b> | <b>SÍ, pero para<br/>casos<br/>específicos.</b> |
| Estabilidad    | Mala (Voltaje variable<br>4.2V - 3.0V)              | Excelente (3.3V<br>fijos)             | Buena (5V fijos)                                |
| Seguridad      | Baja (Pico de 4.2V)                                 | Alta                                  | Alta  |
| Eficiencia     | -   | Alta                                  | Media   |
| Uso Ideal      | <b>Evitar.</b>                                      | Alimentar <b>solo el<br/>ESP32.</b>   | Alimentar ESP32<br>+ periféricos de<br>5V.      |

## Conclusión:

No conectar el ESP32 directamente a los pines de salida del TP4056. **La mejor y más sencilla solución es usar un pequeño módulo regulador LDO de 3.3V** (como el AMS1117-3.3) entre la salida de la batería del TP4056 y tu ESP32.

De esta manera, aprovechas la protección de carga y descarga del TP4056 y le das al ESP32 el voltaje estable y seguro que necesita para funcionar correctamente.

## Solución 2: Usar Modulo SM5308 que incorpora un elevador (boost converter) de 5V.



El módulo SM5308 es una opción más avanzada y adecuada para esta aplicación específica (alimentar el ESP32 desde el pin VIN 5v).

### Análisis del SM5308 vs TP4056

El SM5308 es un **sistema de gestión de energía (Power Management IC - PMIC)** mucho más completo que un simple cargador como el TP4056.

#### Ventajas clave del SM5308 para tu proyecto:

1. **Regulación de Voltaje Integrada:** Esta es la gran diferencia. El SM5308 incorpora un **elevador (boost converter) de 5V**. Toma el voltaje variable de la batería (2.9V - 4.2V) y lo eleva de forma estable a **5V en su salida VOUT**.
2. **Carga por USB-C:** Suele tener conector USB-C moderno.

3. **Protección Completa:** Al igual que el TP4056 con protección, incluye protección contra sobrecarga, descarga profunda y cortocircuitos.
4. **Funcionalidad "Passthrough":** Permite alimentar la carga (del ESP32) y cargar la batería **simultáneamente** (aunque esto puede generar cierto calor en el módulo).

## ¿Cómo conectar el SM5308 al ESP32?

Batería 18650 -> Módulo SM5308 -> Pin VIN (5V) del ESP32

### Explicación:

- El pin **VOUT (5V)** del SM5308 se conecta al pin **VIN** del ESP32.
- El ESP32 tiene su propio regulador interno de 5V a 3.3V. Al alimentar VIN con 5V, este regulador interno se encarga de generar el 3.3V estable que necesitan los núcleos del microcontrolador.
- **Esta es una forma perfectamente válida y común de alimentar el ESP32.**

## Consideraciones Prácticas

1. **Corriente:** El SM5308 puede entregar típicamente hasta 2A-2.4A en su salida de 5V, lo cual es **más que suficiente** incluso para un ESP32 con sensores conectados (el ESP32 en sí consume ~100-250mA en funcionamiento normal, con picos superiores).
2. **Eficiencia:** Un *boost converter* (como el del SM5308) es menos eficiente que un *LDO* (la solución recomendada para el TP4056). Esto significa que tendrás un **ligeramente menor tiempo de funcionamiento con la batería** comparado con usar un TP4056 + LDO de 3.3V, ya que el booster tiene pérdidas por conversión.

3. **Calor:** El módulo SM5308 puede calentarse un poco cuando está cargando la batería y alimentando la carga al mismo tiempo. Es normal, pero asegúrate de tener una ventilación mínima.

4. **Compatibilidad de Pines:**

- **SM5308:** Usa el pin **VOUT** (generalmente etiquetado como 5V OUT).
- **ESP32:** Usa el pin **VIN** (no el pin 5V, que en algunas placas es solo para salida).

5.  **Tabla Comparativa: TP4056 vs SM5308 para ESP32**

| Característica           | TP4056 + LDO 3.3V                            | Módulo SM5308  |
|--------------------------|--|--|
| <b>Complejidad</b>       | 2 módulos                                    | <b>1 solo módulo (Todo-en-uno)</b>   |
| <b>Conexión ESP32</b>    | Al pin <b>3.3V</b>                           | Al pin <b>VIN (5V)</b>   |
| <b>Eficiencia</b>        | <b>Alta</b> (LDO directo a 3.3V)             | Media (Conversión a 5V + regulación a 3.3V interna en el ESP)                        |
| <b>Tiempo de Batería</b> | <b>Ligeramente mayor</b>                     | Ligeramente menor  |
| <b>Funcionalidad</b>     | Solo carga y protección                      | <b>Carga, protección, elevación a 5V, passthrough</b>                                |
| <b>Recomendación</b>     | Ideal para proyectos que solo necesitan 3.3V | <b>Ideal para proyectos que también usan periféricos de 5V</b> o buscan simplicidad. |

## Conclusión Final

El **SM5308** es una excelente elección para alimentar el ESP32. Es simple, todo-en-uno, y te da la flexibilidad de tener una salida de 5V estable para otros componentes.

**Puedes proceder con confianza con tu plan:**

**SM5308 (VOUT) ---> ESP32 (VIN)**

Es una solución más moderna e integrada que usar un TP4056 por separado, a cambio de una pequeña reducción en la eficiencia energética que en la mayoría de los casos de uso no es crítica.

## Solución 3: Usar Modulo FM5324 salida 5v



El modulo anterior SM5308 y este FM5324 son esencialmente equivalentes para la aplicación de alimentar el ESP32. El **FM5324** es un competidor directo del SM5308 y funciona de la misma manera.

## Análisis Detallado FM5324 vs SM5308

Ambos chips pertenecen a la misma categoría: **PMIC (Power Management IC)** para baterías de Litio de 1 celda (**1S**) con carga y elevador integrado.

### Características Comunes (Por qué son intercambiables):

1. **Función Principal Idéntica:** Ambos toman el voltaje variable de una batería Li-Ion (3.0V - 4.2V) y lo convierten en una **salida estable de 5V** mediante un circuito elevador (Boost Converter).
2. **Carga Integrada:** Ambos incluyen el circuito cargador para la batería (usualmente por USB-C).
3. **Protecciones:** Ambos incorporan protección contra:
  - Sobrecarga (Over-Voltage Protection - OVP)
  - Descarga profunda (Under-Voltage Protection - UVP)
  - Cortocircuito (Short-Circuit Protection - SCP)
  - Sobrecorriente (Over-Current Protection - OCP)
4. **Passthrough:** Ambos permiten, en mayor o menor medida, operar en modo "passthrough" (alimentar la carga mientras se carga la batería).

### Diferencias Técnicas Menores (Que no afectan tu uso con el ESP32)

A nivel de hoja de datos (datasheet), pueden existir diferencias mínimas en:

- **Eficiencia de Conversión:** Uno puede ser ligeramente más eficiente que el otro en ciertas condiciones de carga, pero la diferencia para tu proyecto será inapreciable.
- **Corriente de Carga Máxima:** Ambos suelen estar en el rango de 1.5A a 2A, que es estándar.

- **Corriente de Salida del Boost:** Ambos suelen manejar sin problemas corrientes de hasta 2A-2.4A en los módulos comunes, más que suficiente para el ESP32.
- **Componentes Internos:** La implementación específica del circuito de protección (por ejemplo, el IC de protección puede ser diferente al DW01A).

**En la práctica, para el usuario final, estas diferencias son imperceptibles.**

#### **Conexiones:**

Las instrucciones son idénticas a las del SM5308:

Módulo FM5324 (Pin de Salida 5V / VOUT) ---> ESP32 (Pin VIN)

#### **Recomendación Final**

**Puedes tratar al módulo FM5324 y al SM5308 como intercambiables** para tu aplicación de alimentar un ESP32.

No te compliques. Si tienes acceso a un módulo basado en el FM5324, es una **excelente opción** y funciona exactamente como lo necesitas:

1. **Protege tu batería 18650** de sobrecarga y descarga.
2. **Proporciona un voltaje estable de 5V** desde el voltaje variable de la batería.
3. **Es perfectamente compatible con el pin VIN del ESP32.**

**Conclusión:** Es un reemplazo directo y de igual calidad al SM5308 para lo que necesitas hacer.

## Solución 3: Usar Modulo IP5306 (Para proyectos de mayor consumo).



El IP5306 es otro módulo muy popular y potente, pero con algunas características importantes que lo diferencian.

**Respuesta corta:** Sí, es una opción excelente y aún más capaz, pero verificar que el módulo tenga soldado el componente clave para la salida de 5V.

### Análisis Detallado del IP5306

El IP5306 es un **PMIC (Integrated Circuit de Administración de Energía)** de gama un poco más alta que el SM5308/FM5324. Es conocido por su alta eficiencia y capacidad de corriente.

*Características Principales (Similitudes con SM5308):*

1. **Carga Integrada:** Tiene un cargador de hasta **2.1A** (muy rápido para una 18650).
2. **Elevador a 5V (Boost):** Como los otros, convierte el voltaje de la batería (3.0V-4.2V) a una salida estable de **5V**.
3. **Protecciones:** Incluye protección contra sobrecarga, descarga profunda, cortocircuito y sobretemperatura.
4. **Passthrough:** Permite usar el dispositivo mientras se carga la batería.

## 💡 Características DIFERENTES y Únicas del IP5306:

1. **Corriente de Salida MÁS ALTA:** Esta es su gran ventaja. El IP5306 puede entregar hasta **3.1A** en su salida de 5V. Esto lo hace ideal para alimentar:
  - Múltiples ESP32
  - Pantallas LCD más grandes
  - Módulos GSM/GPRS (como el SIM800L) que tienen picos de consumo muy altos (~2A).
  - Pequeños motores o drivers.
2. **Inductor Externo (¡Punto Crítico!):** A diferencia de otros módulos que traen todo soldado, en las placas IP5306 el **inductor del circuito boost (elevador)** a veces no viene soldado para ahorrar costos. Si este inductor no está soldado, **NO tendrás salida de 5V.**
3. **Botones y Indicadores LED Avanzados:** Suele tener más pines para conectar botones de encendido y múltiples LEDs para indicar el nivel de batería con mayor precisión.

### Conexiones:

Batería 18650 -> Módulo IP5306 (Puerto de Batería) -> IP5306 (Puerto de Salida 5V) -> ESP32 (Pin VIN).

## **Advertencia Importante: ¡Verifica el Módulo IP5306!**

**Antes de comprar o usar un módulo IP5306, debes verificar esto:**

**¿Tiene el inductor soldado?** Busca un componente cuadrado negro (usualmente de  $4.7\mu\text{H}$  o  $10\mu\text{H}$ ) en la placa. Debe estar en una de las esquinas, cerca del chip IP5306.

**Si el inductor NO está soldado:**

- La salida será **igual al voltaje de la batería** (varía entre 4.2V y 3.0V).
- **NO podrás conectar directamente al pin VIN del ESP32** (el voltaje será insuficiente e inestable).
- En este caso, tendrías que usar un LDO de 3.3V, como con el TP4056, anulando la ventaja principal del IP5306.

**Si el inductor SÍ está soldado:**

- Funcionará perfectamente y es una de las mejores opciones por su potencia y robustez.

-  **Tabla Comparativa Rápida**

| Característica                  | SM5308 / FM5324                | IP5306   |
|---------------------------------|--------------------------------|--|
| <b>Corriente de Salida (5V)</b> | ~2.0A - 2.4A                   | <b>Hasta 3.1A</b>  |
| <b>Corriente de Carga</b>       | ~1.5A - 2.0A                   | <b>Hasta 2.1A</b>  |
| <b>Complejidad</b>              | Todo soldado, listo para usar  | <b>Verificar inductor</b>  |
| <b>Ideal para</b>               | Proyectos con ESP32 y sensores | <b>Proyectos con alto consumo (pantallas, GSM, múltiples dispositivos)</b> |
| <b>Nivel de Batería</b>         | LEDs básicos                   | LEDs más precisos / control por software                                   |

## Conclusión Final

El **IP5306 es una bestia de potencia** y es una opción superior si necesitas alimentar cargas más demandantes o simplemente quieres el módulo más capaz.

### Para tu ESP32:

1. Si confirmas que el módulo **IP5306 tiene el inductor soldado**, es una **elección excelente**. Conéctalo al pin **VIN** del ESP32 y funcionará de maravilla, con un amplio margen de potencia.
2. Si el módulo **no tiene el inductor**, evítalo a menos que quieras soldarlo tú mismo o usarlo solo como cargador/protector con un LDO aparte.

**Recomendación:** Si solo es para un ESP32 con algunos sensores, el SM5308/FM5324 es más que suficiente y suele ser más económico y con menos sorpresas. Si planeas expandir tu proyecto o necesitas más potencia, el IP5306 es el rey.