

**Electrificación del calor industrial:  
fiable y rentable**



# Electrificación del calor industrial: fiable y rentable



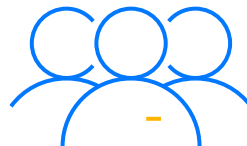
Investigación  
iniciada en 2015



Fundada en 2010  
por Pedro Ruano (CEO)



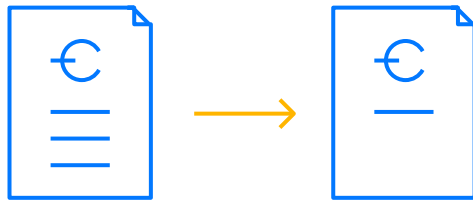
Alicante · Madrid  
Catalunya · Zaragoza  
Andalucía · Murcia



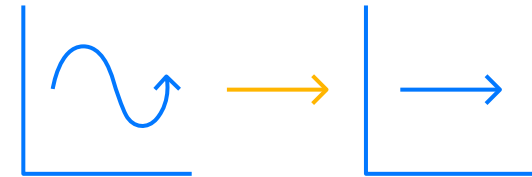
+60 empleados



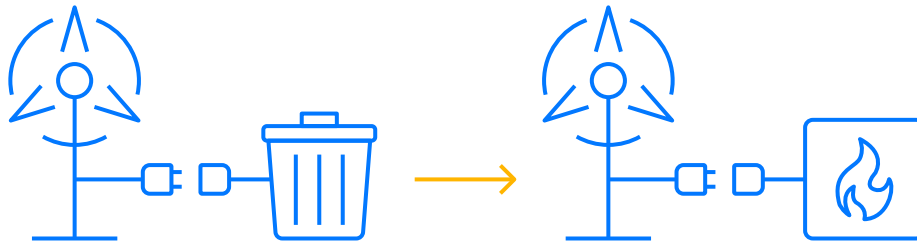
# El calor industrial electrificado representa una oportunidad que puede cambiar el mundo



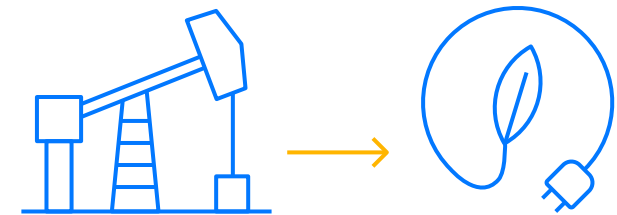
Reducir los costes energéticos



Aportar una energía más predecible y fiable



Equilibrar la red aprovechando los excedentes de generación



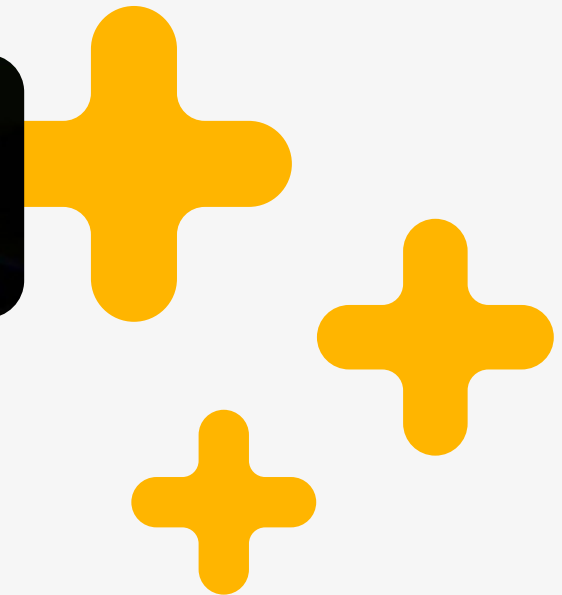
Reducir o incluso eliminar el consumo de combustibles fósiles

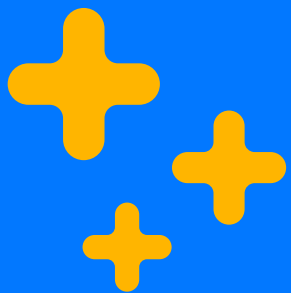
## Problema

- El calor industrial representa el 30% de las emisiones globales.
- El gas es barato porque los enlaces químicos almacenan mucha energía. Por eso, los combustibles fósiles son una fuente de calor muy densa energéticamente y de bajo coste.

## Solución

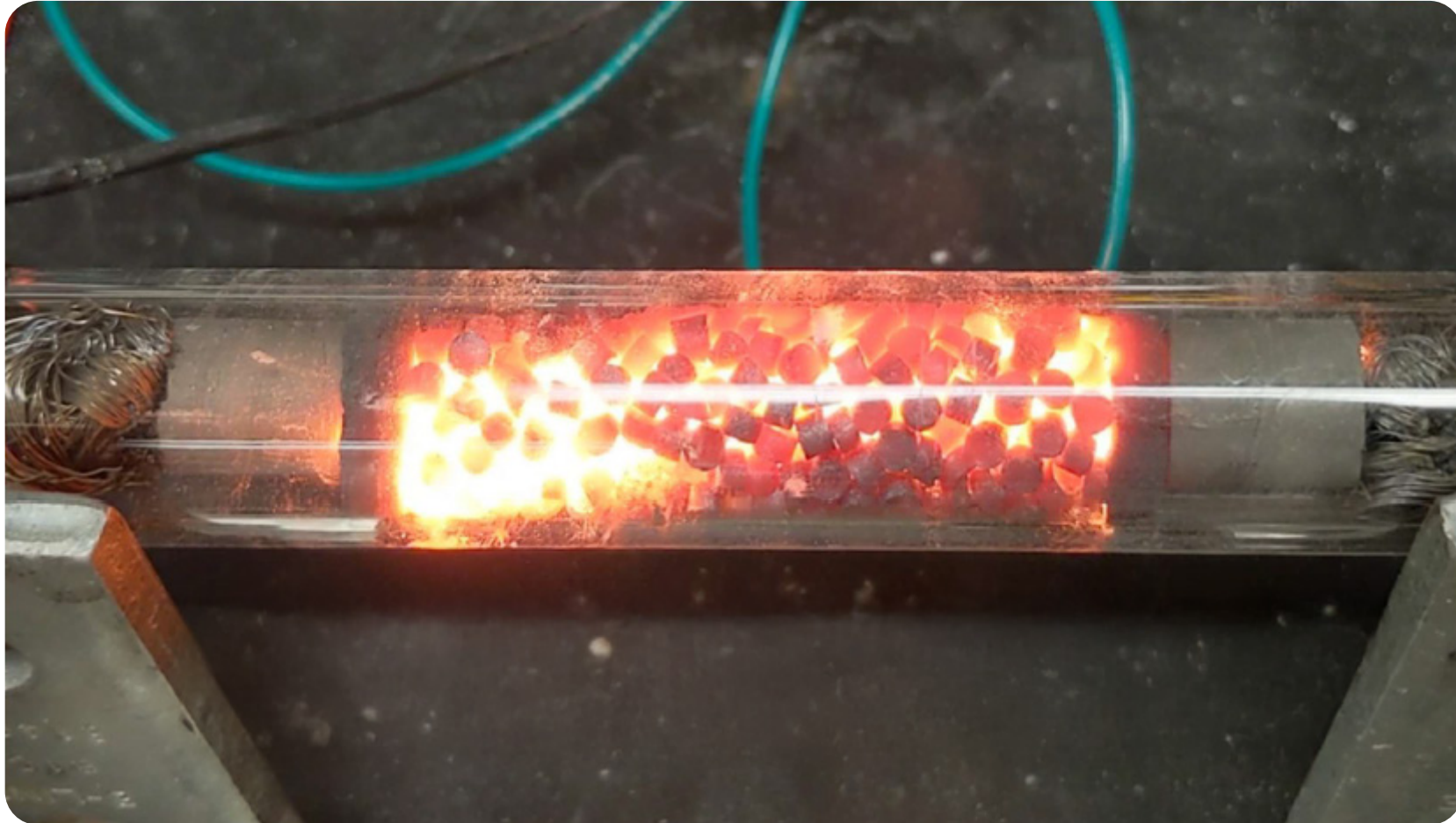
- Ruano Energía utiliza el mismo principio —reacciones químicas para almacenar y suministrar energía— pero sin emisiones.



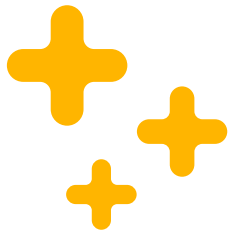


# Tecnología Ruano Energía

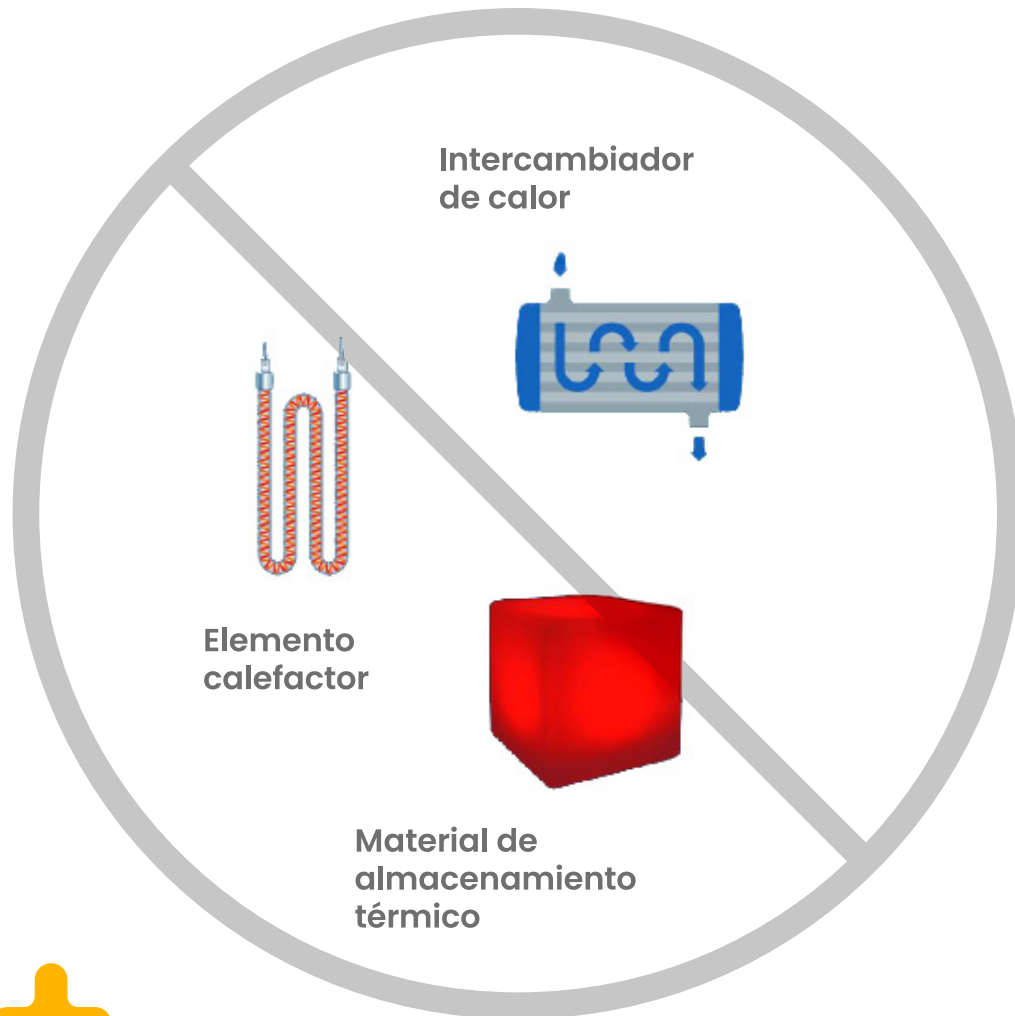
## 2015: Avance clave en materiales para almacenamiento termoquímico de energía



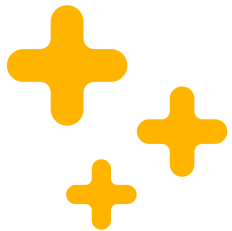
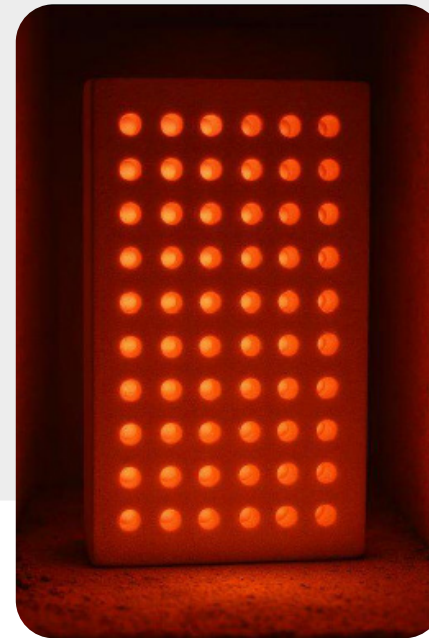
Se descubrió una fórmula estable y reversible de óxido metálico que puede cargarse mediante calentamiento resistivo.



# Tres componentes principales de una batería térmica, integrados en un solo elemento



Celda de óxido metálico termoquímicamente activa y eléctricamente conductora: actúa como elemento calefactor, material de almacenamiento e intercambiador de calor, todo en uno.



## Más allá del calor sensible: material de almacenamiento termoquímico

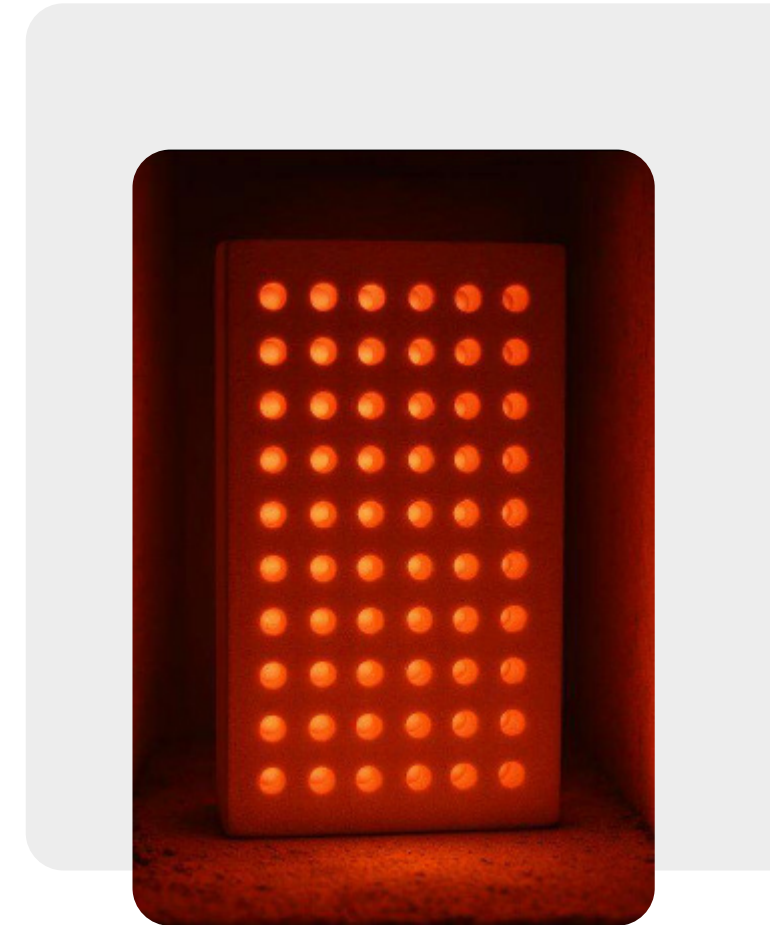
Ruano Energía ha desarrollado un material de óxidos metálicos mixtos que almacena energía de forma térmica y química mediante una reacción de oxidación-reducción reversible.

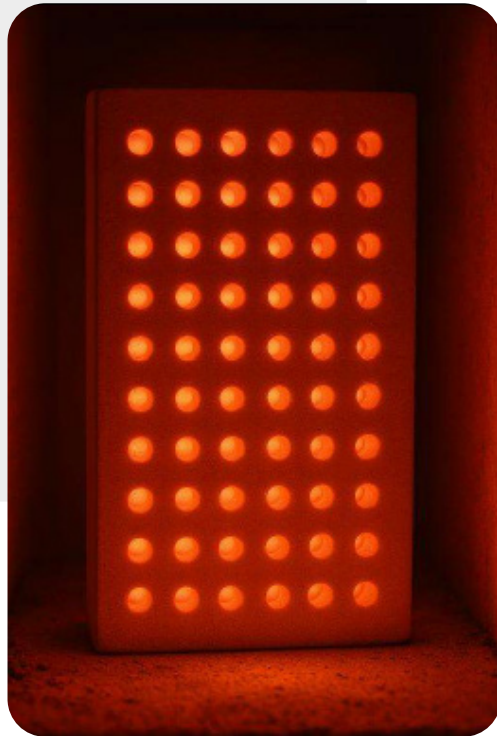
**Carga:** al calentarse por encima de 1300 °C, el material se reduce térmicamente y libera oxígeno, almacenando energía como calor sensible y calor químico.

**Descarga:** se hace pasar aire a través del material, que absorbe oxígeno y libera calor.

Cómo se traducen las características del material en ventajas del producto:

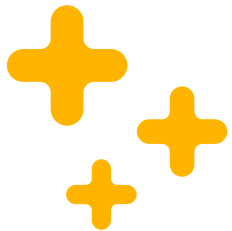
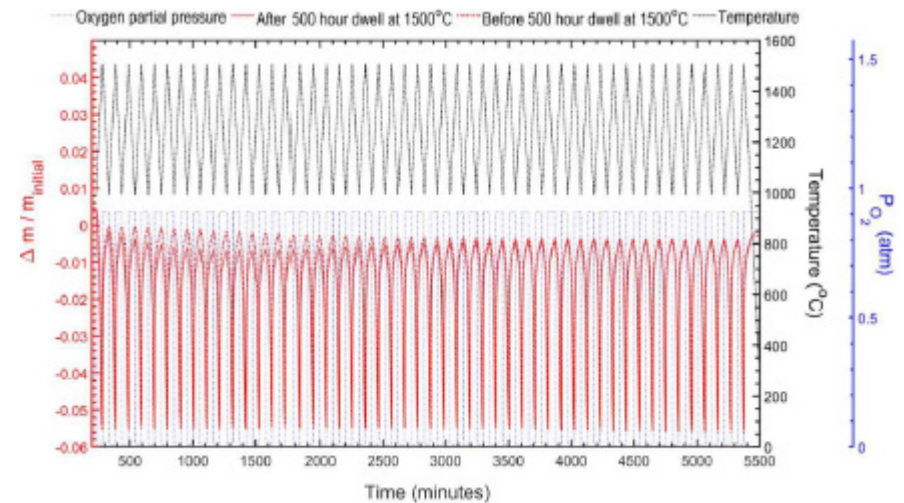
- **Mayor densidad energética:** la reacción química aporta entre el 10% y el 60% del almacenamiento de energía, según la formulación del material y la temperatura, aumentando la densidad energética global.
- **Mayor temperatura:** como el aire de proceso participa en la reacción química, se calienta a temperaturas más altas de las que permitiría el calor sensible por sí solo.
- **Más duradero:** el material se mantiene estable durante más de 1000 ciclos (hasta la fecha) sin sinterización ni degradación.



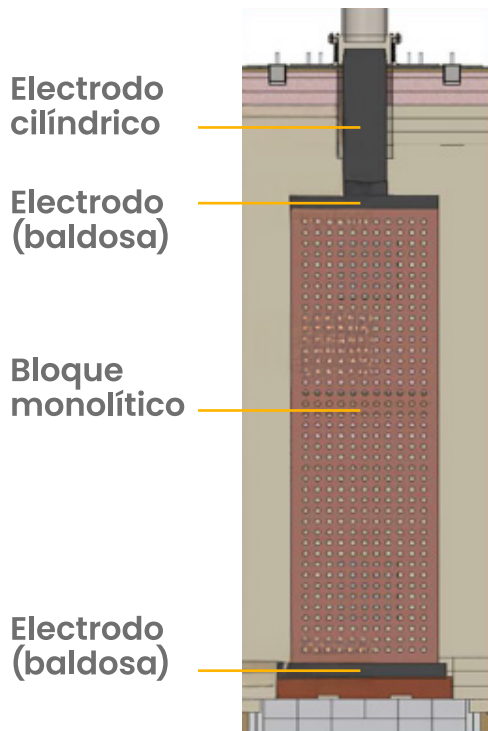


Innovación clave: descubrimiento de un material estable de óxidos metálicos mixtos que puede ciclar sin sinterización (sin degradación) y que almacena calor sensible y calor termoquímico.

Más de 1000 ciclos  
(3 años de ciclado diario)  
sin degradación medible.



# Celdas de almacenamiento y electrodos propietarios permiten la carga volumétrica



El sistema se carga aplicando una tensión a través de electrodos de alta temperatura hacia los “ladrillos” de material de almacenamiento, que se calientan hasta 1450 °C.

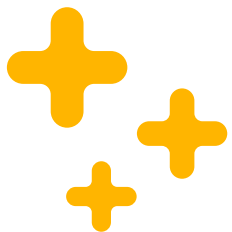
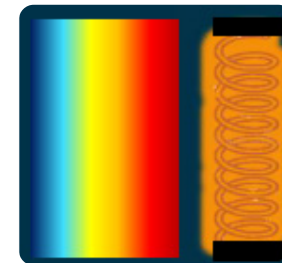
Cómo se traducen las características de los electrodos en ventajas del producto:

- **Carga más rápida:** como la corriente pasa directamente por el material de almacenamiento, la “carga volumétrica” permite una carga rápida en 4 horas, posibilitando cargar en las horas de menor coste del día.
- **Sin gradiente:** este método de carga no depende de una fuerza motriz variable  $\Delta T$ , como ocurre cuando se carga mediante convección forzada de aire caliente (u otro fluido caloportador).
- **Más duradero:** los electrodos son más duraderos que las resistencias tradicionales, que suelen ser finas y frágiles.

Calentamiento volumétrico:  
rápido y uniforme



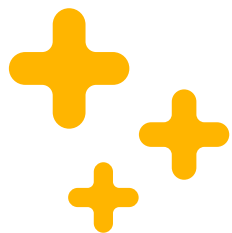
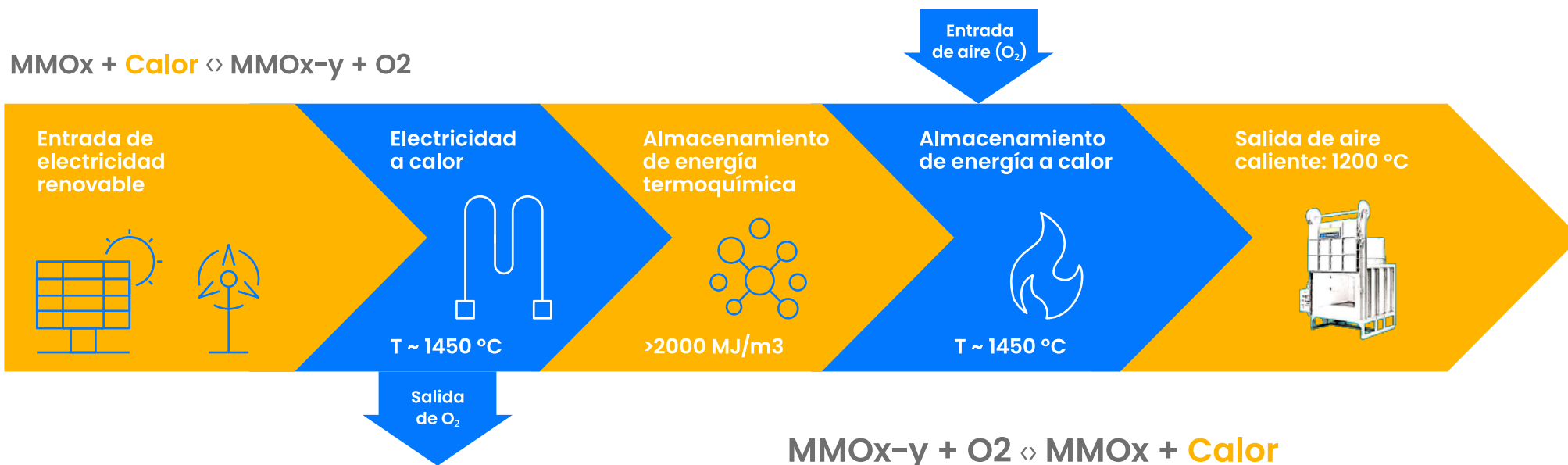
Resistencia de hilo/bobina  
(calentador resistivo): lenta,  
genera gradientes  
de temperatura



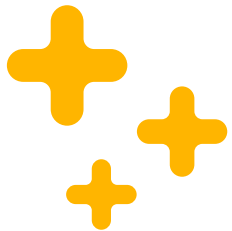
# Material de almacenamiento termoquímicamente activo

Proceso redox reversible clave:  $\text{MMO} + \text{calor} \leftrightarrow \text{MMO}(1-\delta) + \frac{1}{2} \text{O}_2$

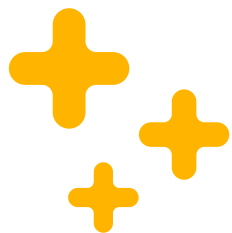
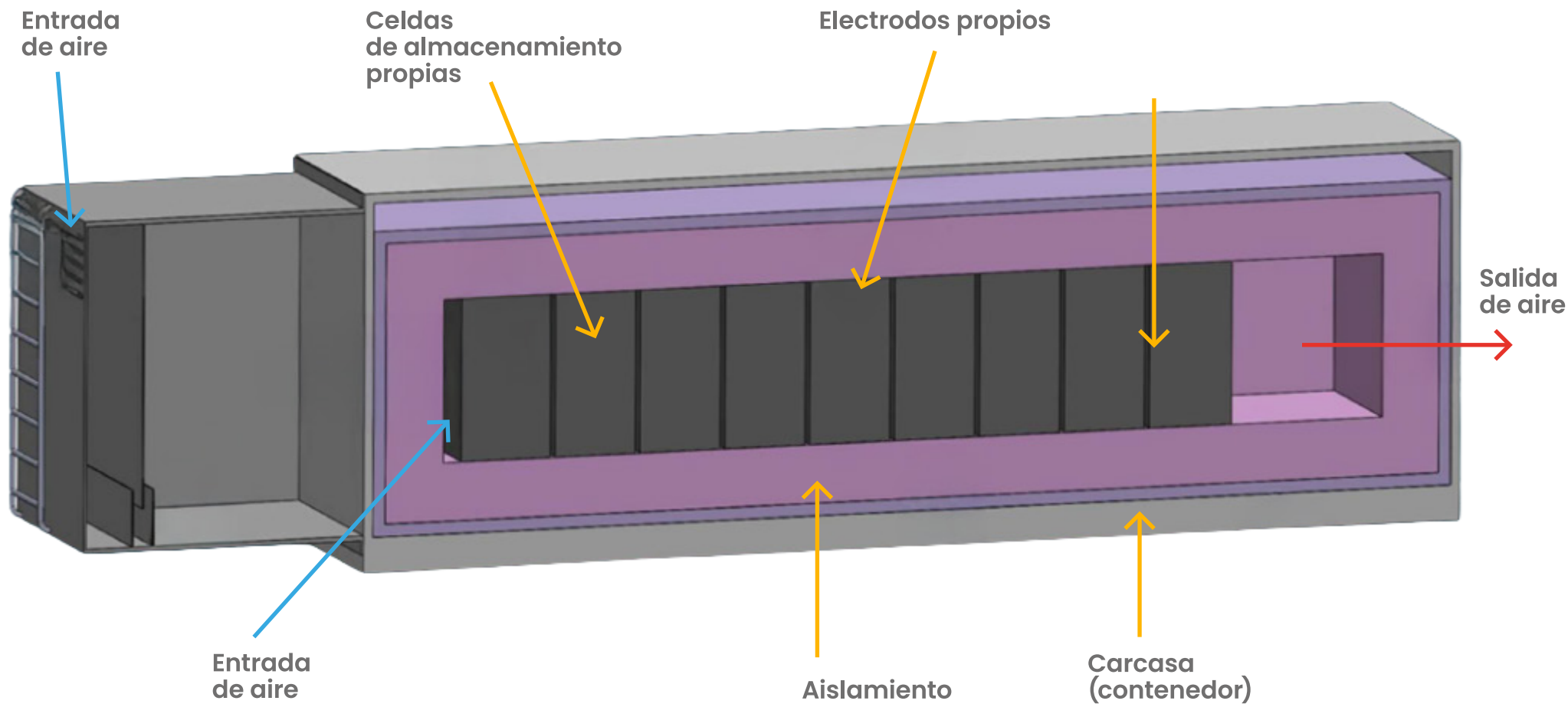
MMO = óxido metálico mixto (formulación variable)



# Historial de desarrollo tecnológico: del avance en materiales a la escala industrial



Los sistemas de Ruano Energía son simples, fiables y rentables



Producto modular con mínima obra en campo:  
más barato, más rápido y más escalable

**RUANO<sup>+</sup>**  
La otra energía



**Un módulo**

2,5 MWh  
~25 m<sup>2</sup>



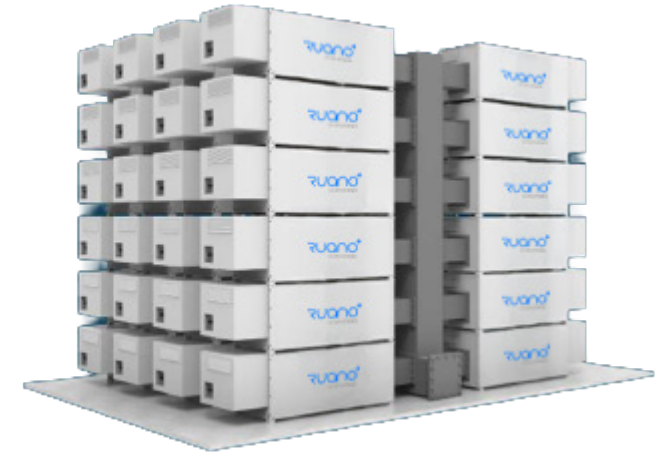
**Dos módulos**

5 MWh  
~25 m<sup>2</sup>



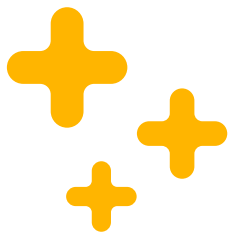
**Conjunto pequeño**

45 MWh  
~180 m<sup>2</sup>



**Conjunto grande**

120 MWh  
~220 m<sup>2</sup>





# Operación híbrida

# Opcionalmente, quemar gas o usar la electricidad almacenada

~30% de la carga térmica  
anual cubierta con gas



Las unidades Ruano Energía pueden quemar gas como respaldo durante periodos de precios altos de la electricidad

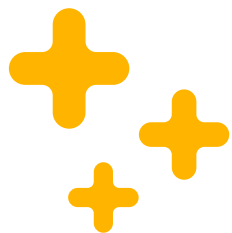
El calor se suministra automáticamente con la opción de menor coste en función de los mercados diarios

=

El menor coste posible del calor y la máxima reducción de carbono

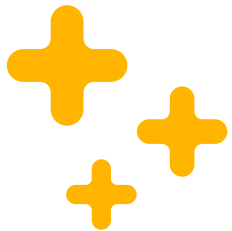
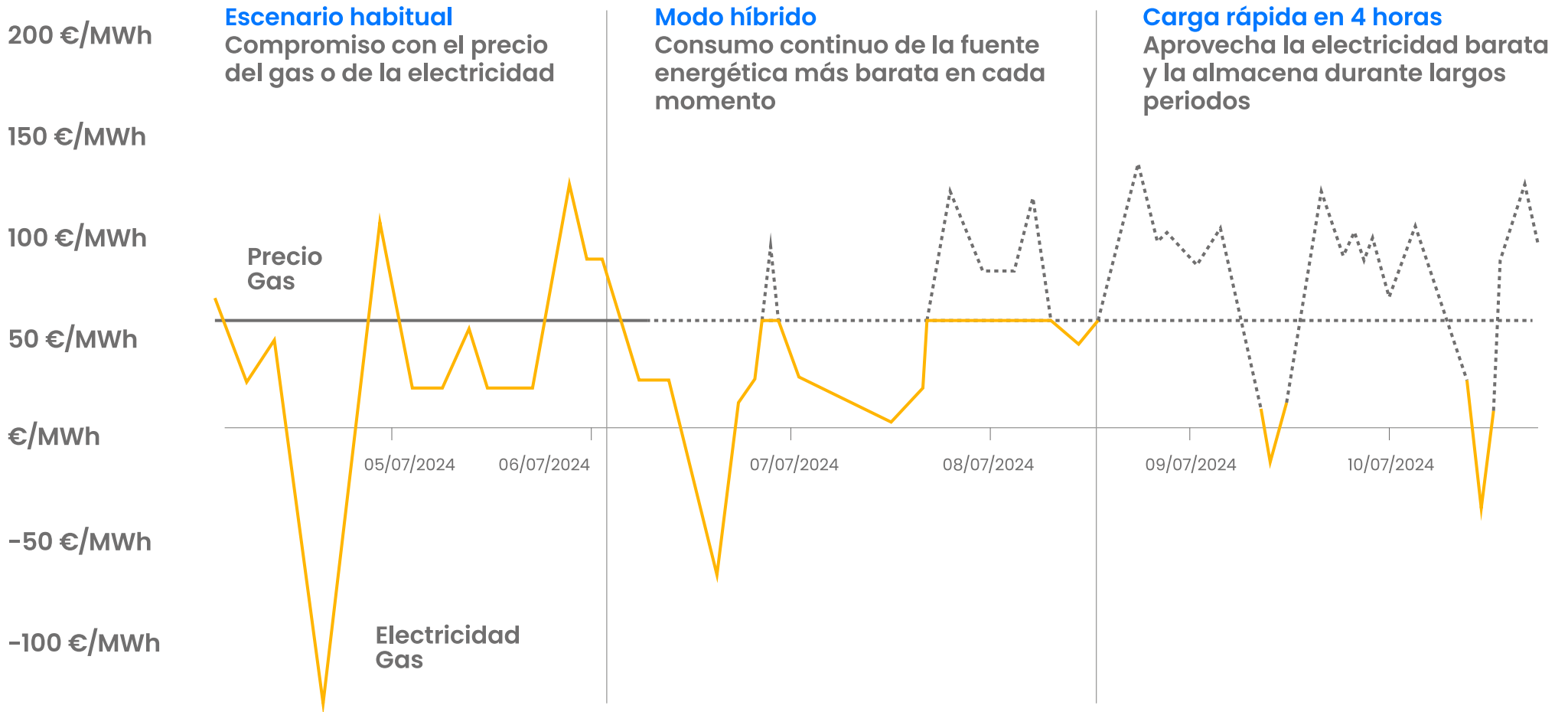


~70% de la carga térmica anual  
cubierta con renovables almacenadas\*



\*Los porcentajes reales varían según el mercado, el perfil de demanda térmica y la aplicación final

# Modo híbrido + carga rápida + almacenamiento de larga duración: el menor coste energético con una fiabilidad del 100%





**Próximo**s pasos

# Sistemas Realizados y Planeados

Estudios de integración con 10+ empresas de los sectores de cemento, minerales, papel, y metales

• Primer despliegue de un producto de "acceso temprano"  
• ~25 unidades instaladas

Entrega primeros sistemas comerciales

2025

2026

2027

+2028



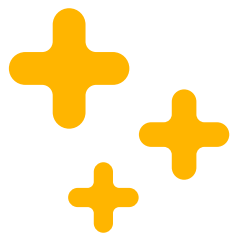
Piloto en operación de 200 kWh

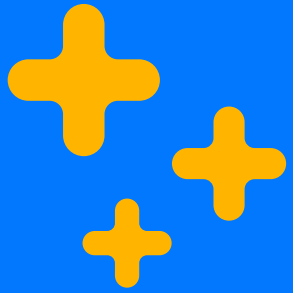


Generación de Vapor Industrial – Dow Chemical



Integración de una microturbina

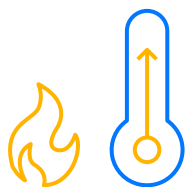




# Resumen

Ruano Energía es la primera empresa en demostrar que esto es posible

RUANO<sup>+</sup>  
La otra energía



**Más caliente – hasta 1200 °C suministrados**

Para industrias donde el calor electrificado nunca había sido posible hasta ahora



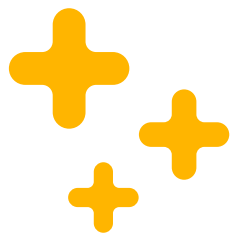
**Más rápido – carga en 4 horas**

Permite a los clientes aprovechar la electricidad de bajo coste



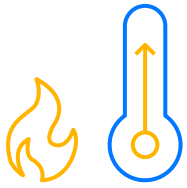
**Carga y descarga simultáneas**

Permite la sustitución total de combustibles fósiles y la participación en servicios de balance sin interrumpir el suministro de calor



Ruano Energía es la primera empresa  
en demostrar que esto es posible

RUANO<sup>+</sup>  
La otra energía



### Operación híbrida

Para industrias donde electrificar el calor no es sencillo por falta de capacidad de red o de suelo para implantar renovables



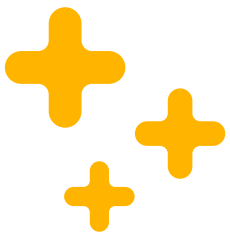
### Plataforma multi-calor

Aire caliente, vapor, aceite térmico; los fluidos de transferencia de calor distintos a estos quedan fuera del alcance de Ruano Energía



### Más rentable (mejor relación coste-eficacia)

La construcción off-site sencilla y la instalación modular reducen los costes



# Generación de calor industrial con TCES de Ruano Energía: barata, eficiente, fiable y limpia

Carga rápida  
cuando la energía  
renovable es barata

Convierte la  
electricidad en calor  
directamente  
mediante resistencia

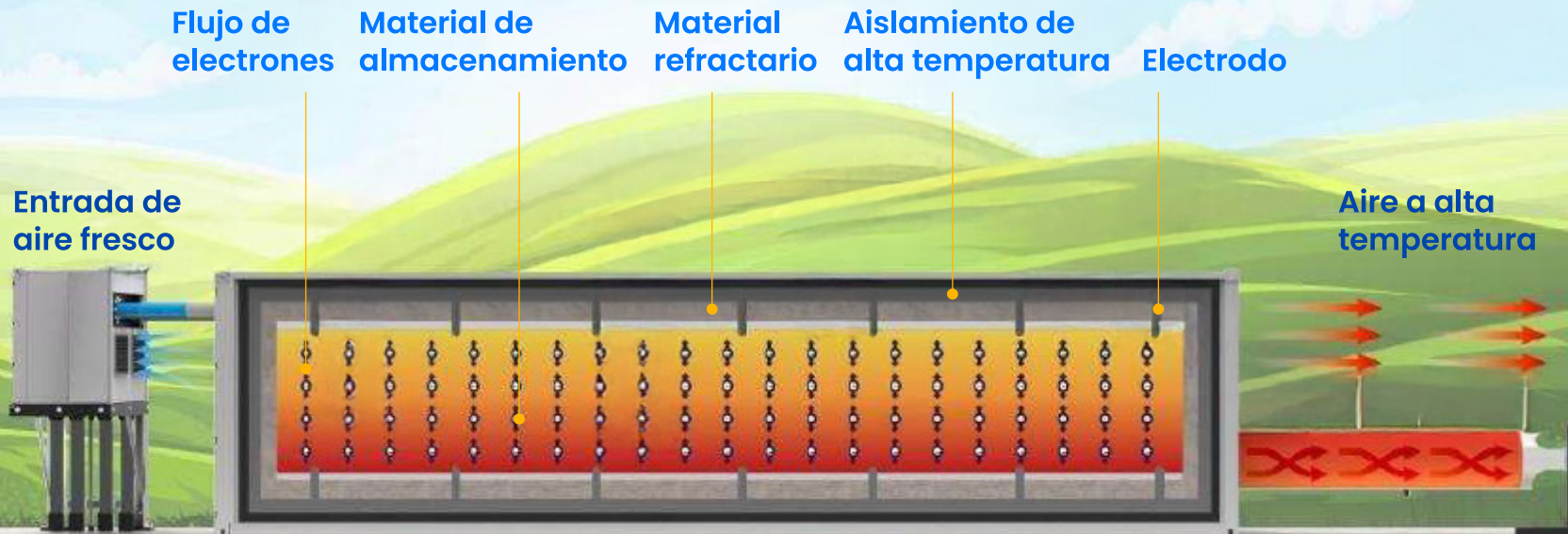
Almacena  
calor durante  
largos periodos

Mezcla con aire  
ambiente para  
aplicaciones de  
menor temperatura

Entrega calor  
sin emisiones  
(en la descarga)

Energía  
intermitente

Uso  
industrial



# Próximos Pasos

## 1. Estudio de viabilidad y análisis de valor detallado para demostrar la utilidad de la tecnología Ruano Energía



Necesidades de calor que definirán potencia (MW) y capacidad (MWh) de la batería



Costos de electricidad y combustible para diferentes escenarios



integración con el equipo final (caldera, horno, calcinador)



Análisis de valor para cuantificar ahorros



Cuantificación de reducción de CO<sub>2</sub>

## 2. Unidad modular de "acceso temprano"

- Entrega de los primeros sistemas para Q4 2026



Formalizar pedidos para módulos de "acceso temprano" y acuerdos condicionales de sistemas comerciales



Entrega de módulos de acceso temprano



Operación y validación de desempeño



Entrega de sistemas comerciales



## 3. Sistemas comerciales

- Entrega 2027+
- Tamaño y entrega varían según caso de uso y capacidad requerida
- Área del sistema: 3.5 GWh / hectárea



## Características de la tecnología de Ruano Energía

La batería de Ruano Energía combina tecnología termoquímica con un diseño modular optimizado para ofrecer:

- calor despachable en un amplio rango de temperaturas
- instalación sencilla y rápida
- rendimiento energético constante en su vida útil para descarbonizar procesos industriales



### Flexibilidad en temperaturas de operación

- Máxima temperatura de almacenamiento: 1450 °C
- Descarga ajustable a temperatura constante hasta 1200 °C
- Permite descarbonizar la mayoría de los procesos industriales



### Carga rápida

- Alcanzando el 100% SOC en 4 horas
- Carga y descarga simultánea (suministro de calor 24/7)



### Diseño modular

- Fácil logística e instalación in situ
- Unidades apilables para aumentar la densidad energética y ocupar el mínimo espacio.
- Permite un amplio rango de tamaños de proyecto, de 2.5 MWhth a >>100 MWhth



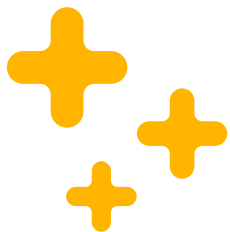
### Alto perfil de seguridad

- Sin materiales tóxicos o inflamables

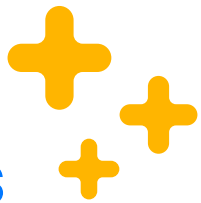


### Operación híbrida

- El sistema puede trabajar en paralelo con el gas: en modo híbrido, como reserva, o cuando los costes de la electricidad son elevados
- Maximiza la fiabilidad y minimiza los costes



Gracias  
por dedicarnos  
tu tiempo



Video Empresa



[www.ruanoenergia.com](http://www.ruanoenergia.com)  
(+34) 966 469 187  
[info@ruanoenergia.com](mailto:info@ruanoenergia.com)

**Sede central:** Alicante, España

**Delegaciones:** Madrid · Catalunya · Zaragoza · Andalucía · Murcia

RUANO<sup>+</sup>  
La otra energía