

Technology and cost comparisons

Four chart sets: English, Italiano, Español, Português

1. Technology roles

Generation uses a primary resource; a generator converts shaft power; storage shifts energy supplied earlier.

2. IRENA global costs

2025 utility-scale renewable projects; capacity-weighted global generation LCOE in 2025 USD/MWh.

3. EIA U.S. scenario

AEO2026 Counterfactual Baseline for new resources in 2031; simple regional averages; eligible credits included. Battery LCOS is separate from generation LCOE.

4. Proposed flywheel scenario

Recalculated from the paper assumptions, in EUR/MWh delivered. The modeled system has not been independently validated as a prototype.

EN: pages 2-5 | IT: pages 6-9 | ES: pages 10-13 | PT: pages 14-17

Giuseppe Carilli - The Lion of Judah Music - 21 October 2026

Full sources, accessible tables and calculation inputs: www.zionjudahmusic.com/energy-in-motion.html#comparisons

Different technologies, different jobs

Follow the energy source before comparing a cost per MWh.

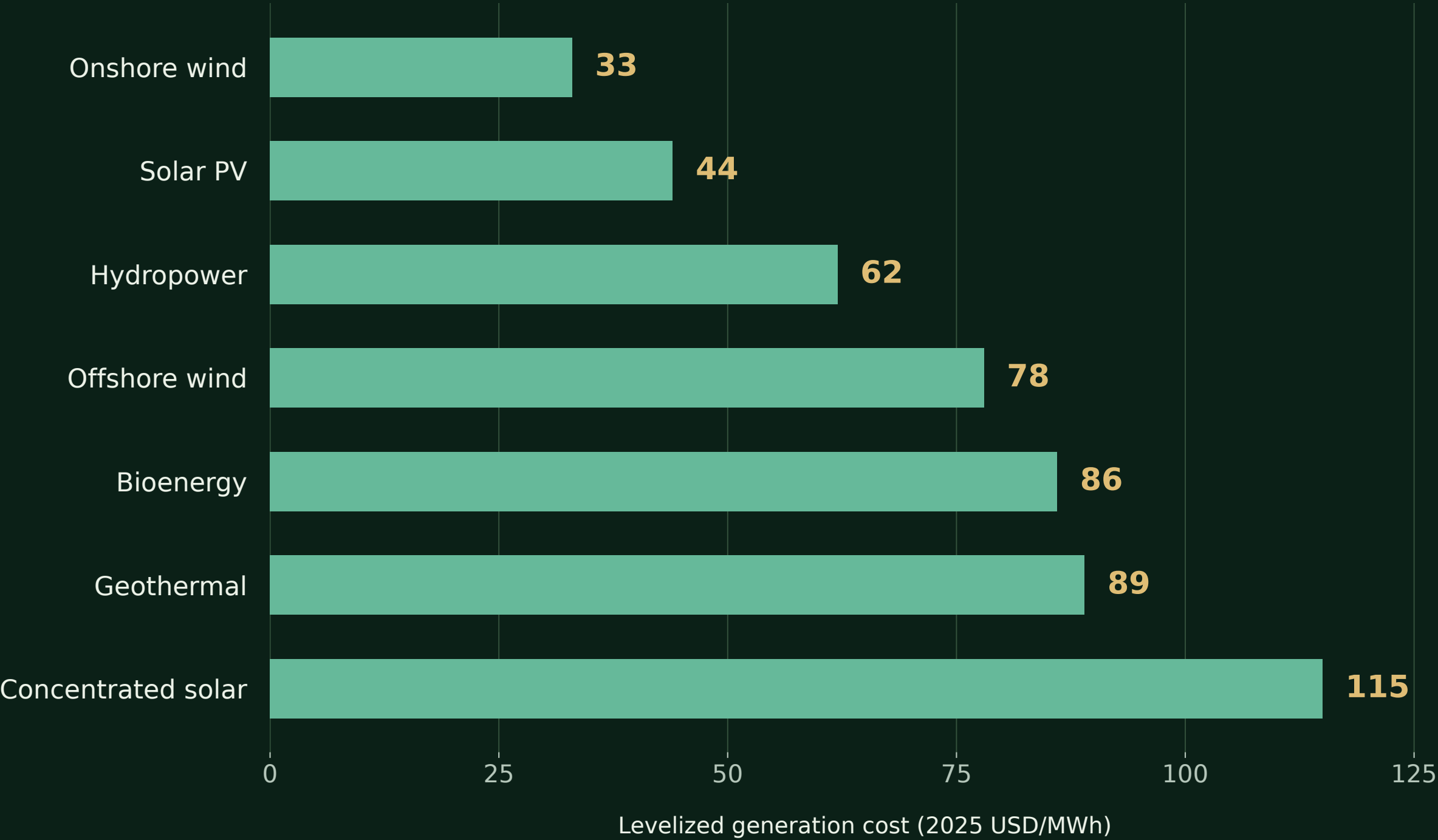
Technology	Energy entering the system	Job / main constraint
Solar PV	Sunlight	Generation / variable sunlight
Wind	Wind	Generation / variable wind
Hydropower	Flowing or stored water	Generation / site and water availability
Nuclear fission	Nuclear fuel	Generation / fuel, cooling and waste
PM generator	External shaft power	Conversion / input power and losses
Vacuum flywheel	Previously supplied electricity	Storage / standby losses and containment
Battery	Previously supplied electricity	Storage / ageing and thermal management
Pumped hydro	Previously supplied electricity	Storage / suitable sites and water

Established technology roles. The proposed rotor configuration still requires validation.

Basis: author technical paper; DOE energy-storage assessment; EIA AEO2026.

Renewable generation costs worldwide

New utility-scale projects commissioned in 2025 - capacity-weighted global LCOE

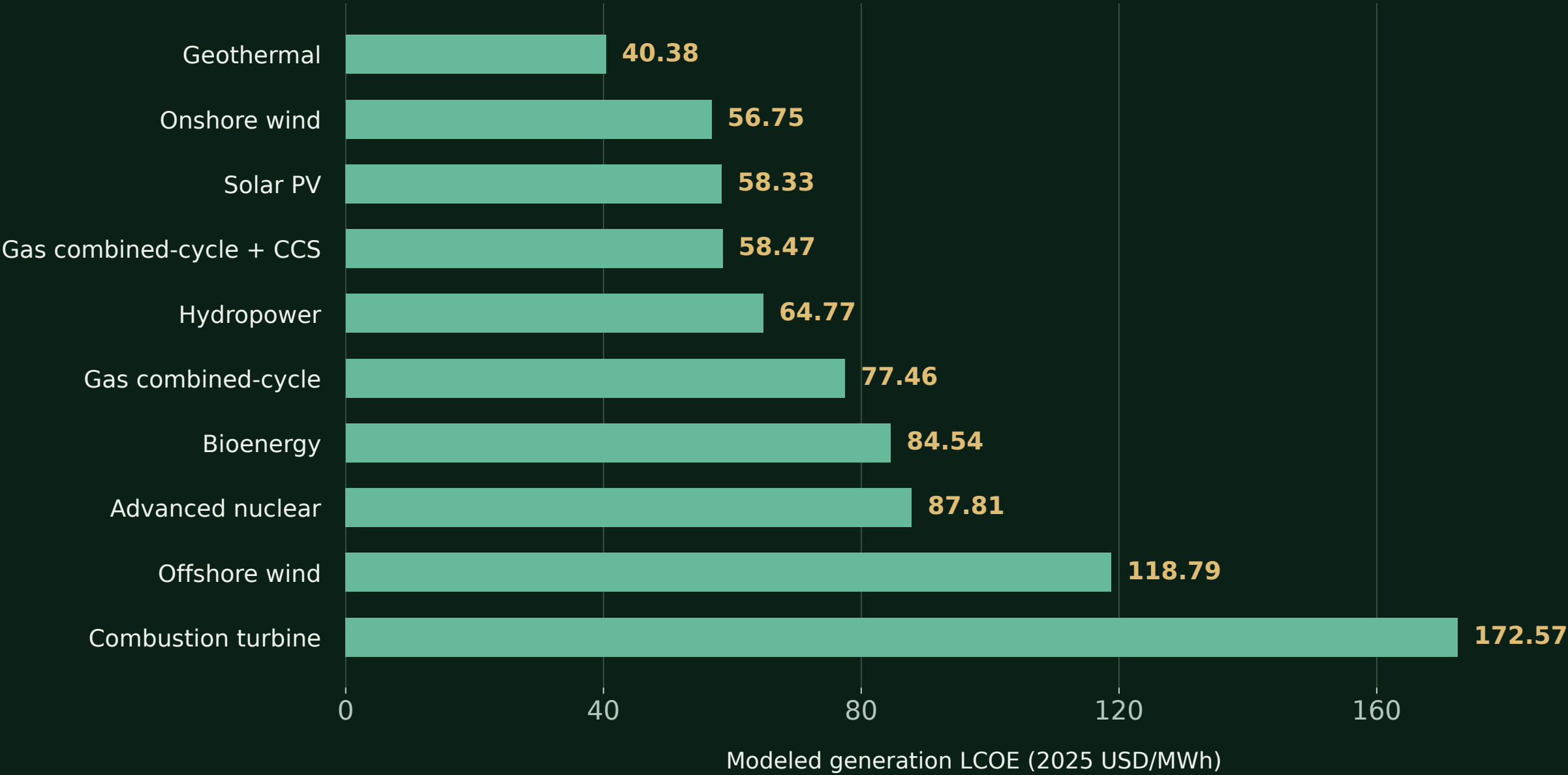


These are generation costs, not electricity tariffs or the cost of firm power at every hour.

Source: IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2025, executive summary, pp. 3, 6-7.

A U.S. generation scenario for 2031

EIA AEO2026 Counterfactual Baseline - simple regional averages, credits included



PV + four-hour battery hybrid: 94.20 USD/MWh LCOE

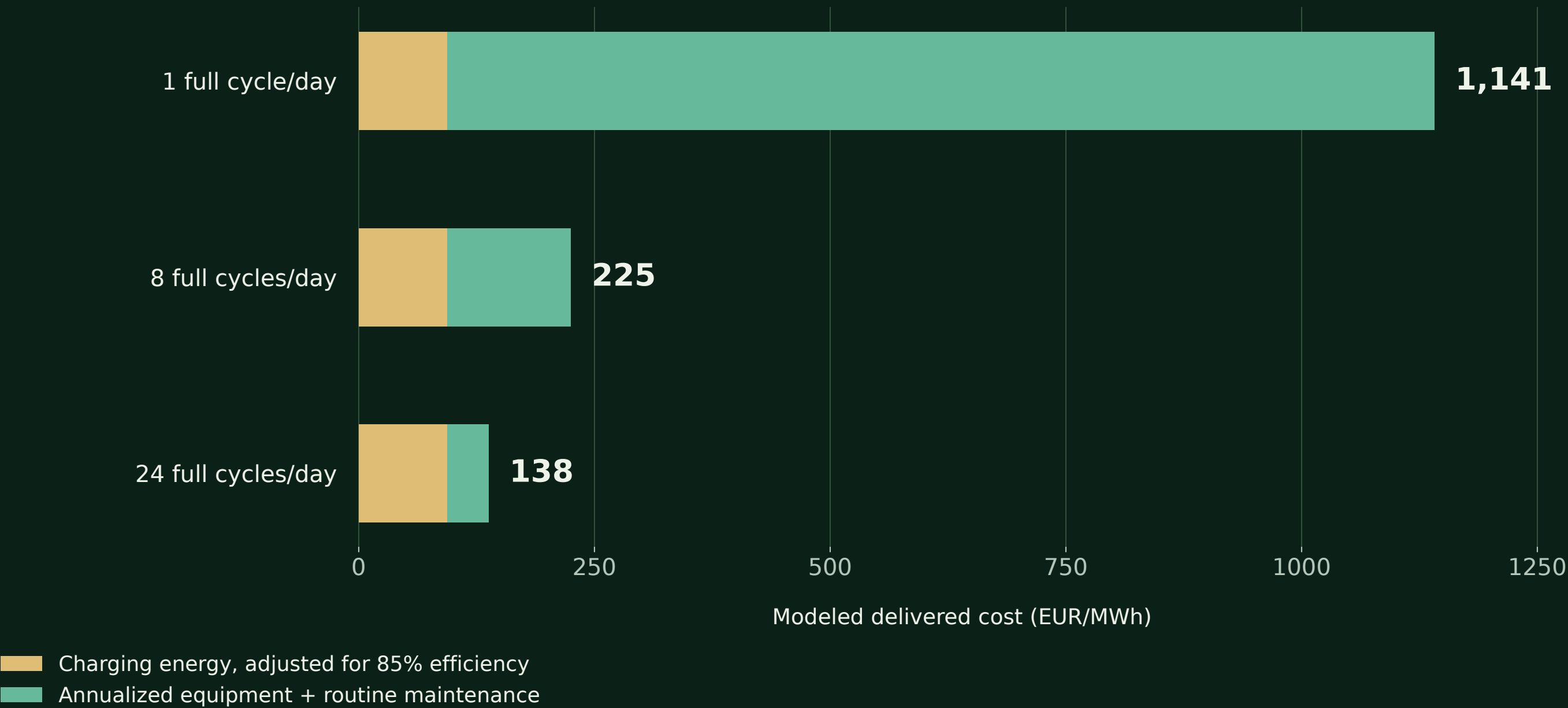
Standalone battery: 152.61 USD/MWh LCOS

Hybrid generation and battery storage have different service boundaries. LCOE alone does not measure grid value.

Source: EIA AEO2026 levelized-cost report, p. 8. Policy, location and assumed duty affect the result.

Why use changes the modeled storage cost

Same proposed 1 MW / 0.25 MWh system - assumptions, not measured performance



At 24 cycles/day: 175,200 cycles in 20 years before downtime. Lifetime and charging schedule must be demonstrated.

Author scenario: EUR 800k capital; EUR 20k/year maintenance; 20 years; 7%; charging EUR 80/MWh.

Tecnologie diverse, funzioni diverse

Segui la fonte di energia prima di confrontare un costo per MWh.

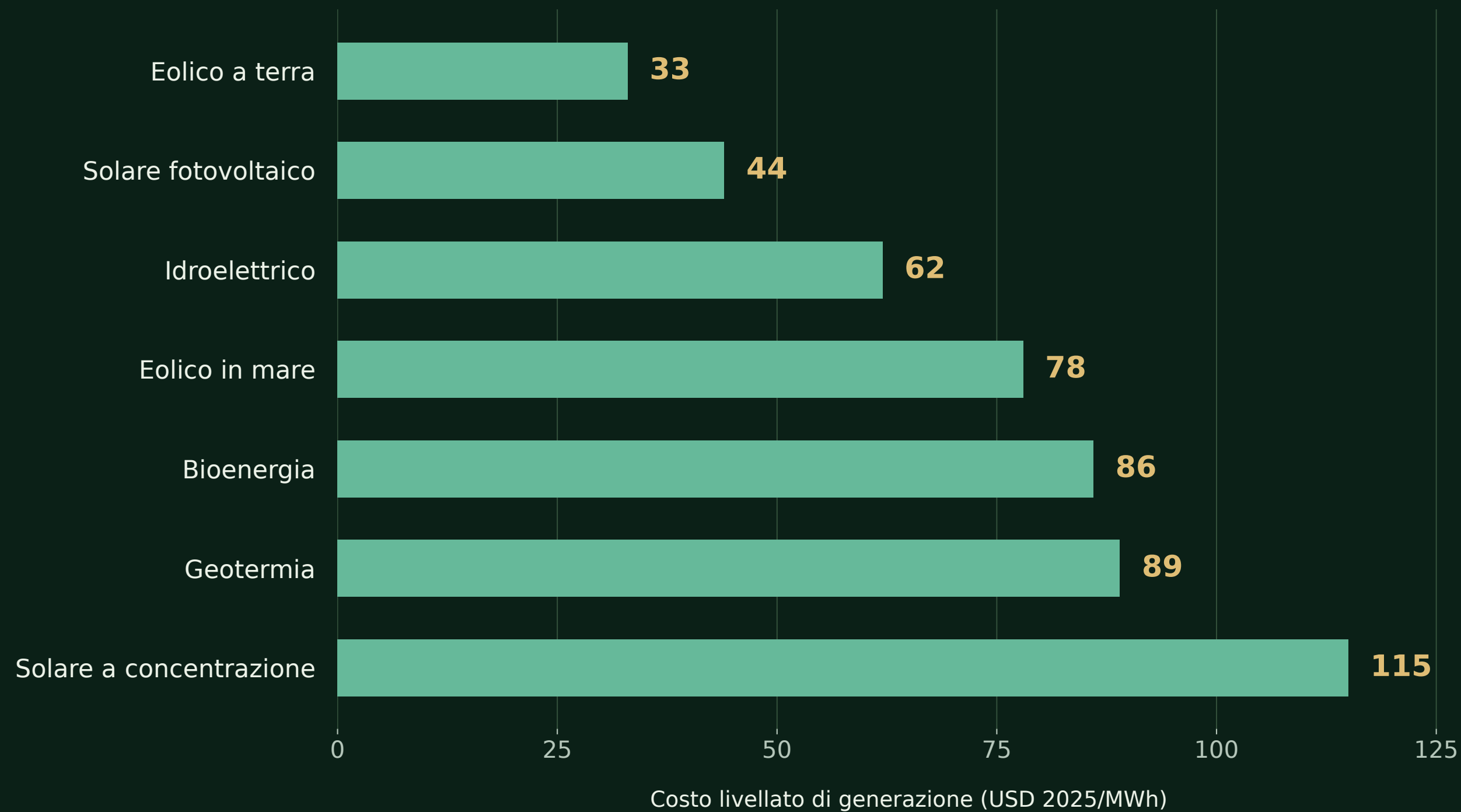
Tecnologia	Energia in ingresso	Funzione / limite principale
Solare fotovoltaico	Luce solare	Generazione / luce variabile
Eolico	Vento	Generazione / vento variabile
Idroelettrico	Acqua in moto o in bacino	Generazione / sito e risorse idriche
Fissione nucleare	Combustibile nucleare	Generazione / combustibile, calore e rifiuti
Generatore a magneti	Potenza meccanica esterna	Conversione / potenza in ingresso e perdite
Volano in vuoto	Elettricità fornita prima	Accumulo / perdite in attesa e contenimento
Batteria	Elettricità fornita prima	Accumulo / usura e gestione termica
Pompaggio idroelettrico	Elettricità fornita prima	Accumulo / siti adatti e acqua

Funzioni tecnologiche consolidate. La configurazione proposta del rotore richiede ancora prove.

Base: lavoro tecnico dell’autore; analisi DOE sull’accumulo; EIA AEO2026.

Costi della generazione rinnovabile nel mondo

Nuovi impianti su scala industriale nel 2025 - LCOE medio globale ponderato per capacità

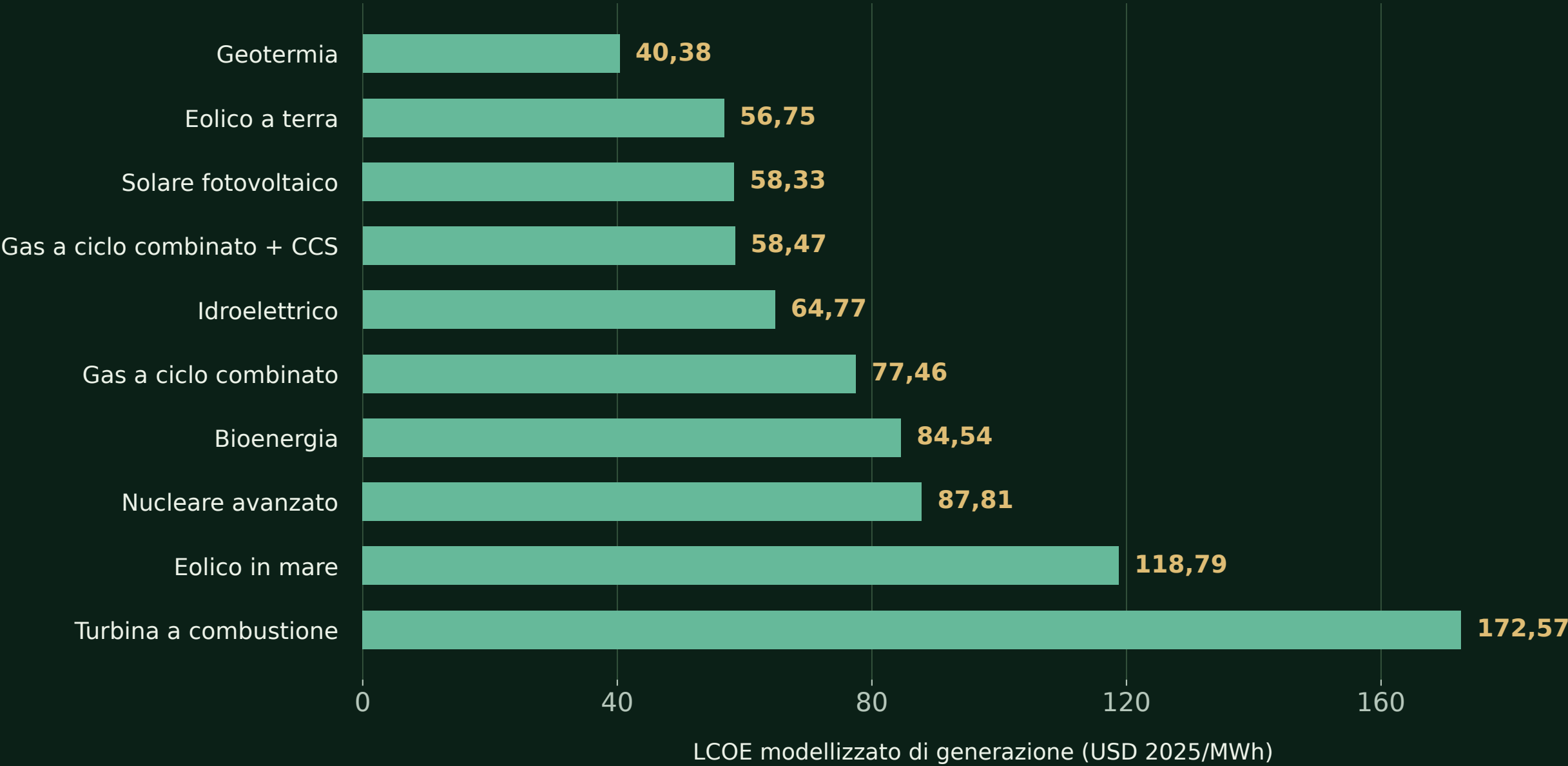


Costi di generazione: non sono tariffe elettriche né costi di fornitura garantita a ogni ora.

Fonte: IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2025, sintesi, pp. 3, 6-7.

Uno scenario statunitense di generazione al 2031

EIA AEO2026 Counterfactual Baseline - medie regionali semplici, crediti inclusi



Ibrido FV + batteria da quattro ore: LCOE 94,20 USD/MWh

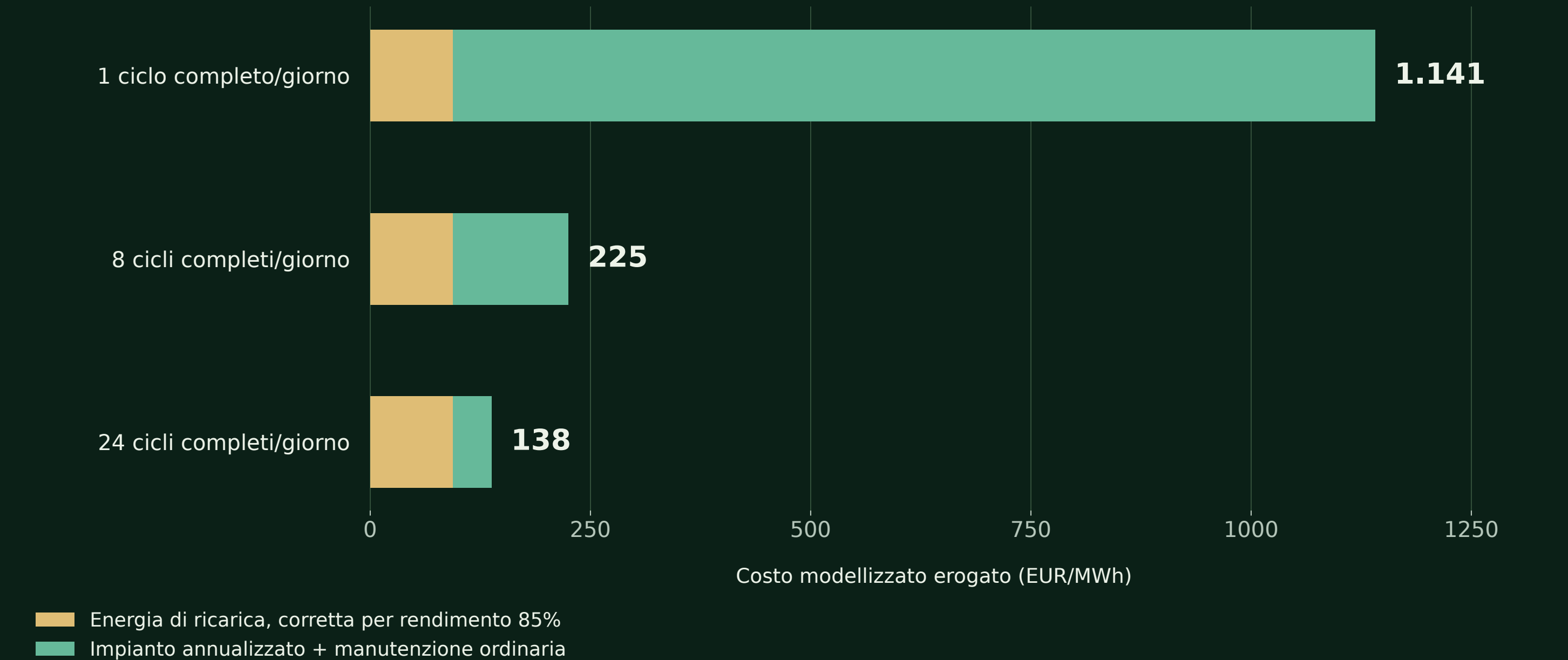
Batteria autonoma: LCOS 152,61 USD/MWh

Generazione ibrida e accumulo hanno confini diversi. Il solo LCOE non misura il valore per la rete.

Fonte: EIA AEO2026, rapporto sui costi livellati, p. 8. Politiche, luogo e utilizzo incidono.

Come l'utilizzo cambia il costo dell'accumulo

Stesso sistema proposto da 1 MW / 0,25 MWh - ipotesi, non prestazioni misurate



A 24 cicli/giorno: 175.200 cicli in 20 anni prima dei fermi. Durata e calendario di carica vanno dimostrati.

Scenario autore: capitale 800k EUR; manutenzione 20k EUR/anno; 20 anni; 7%; ricarica 80 EUR/MWh.

Tecnologías distintas, funciones distintas

Sigue la fuente de energía antes de comparar un coste por MWh.

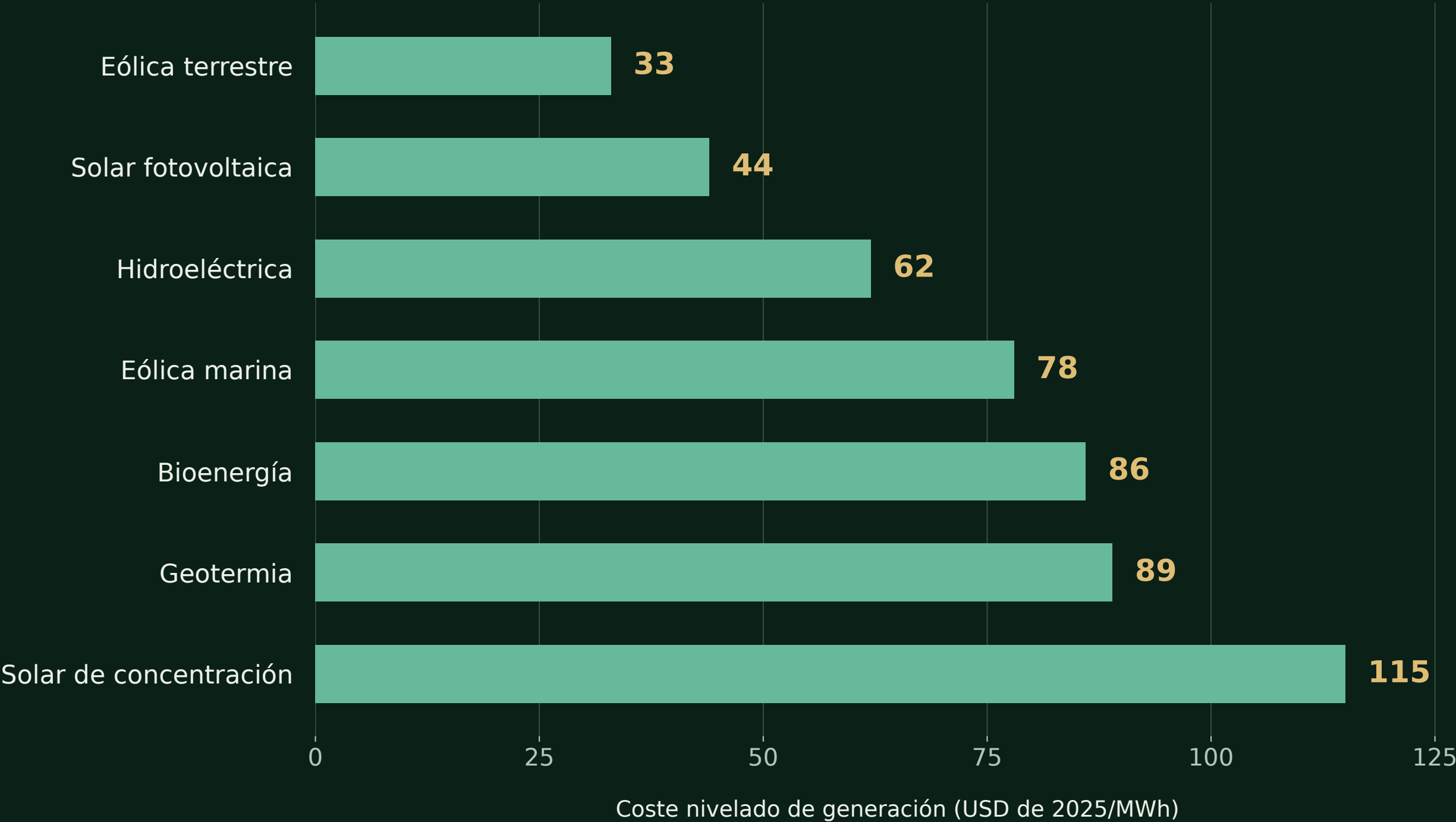
Tecnología	Energía que entra al sistema	Función / limitación principal
Solar fotovoltaica	Luz solar	Generación / luz variable
Eólica	Viento	Generación / viento variable
Hidroeléctrica	Agua en movimiento o embalsada	Generación / lugar y recursos hídricos
Fisión nuclear	Combustible nuclear	Generación / combustible, calor y residuos
Generador de imanes	Potencia mecánica externa	Conversión / potencia de entrada y pérdidas
Volante en vacío	Electricidad suministrada antes	Almacenamiento / pérdidas y contención
Batería	Electricidad suministrada antes	Almacenamiento / desgaste y control térmico
Bombeo hidroeléctrico	Electricidad suministrada antes	Almacenamiento / lugares y agua adecuados

Funciones tecnológicas establecidas. La configuración propuesta del rotor aún requiere validación.

Base: trabajo técnico del autor; evaluación DOE del almacenamiento; EIA AEO2026.

Costes de generación renovable en el mundo

Nuevas plantas a escala industrial en 2025 - LCOE global ponderado por capacidad

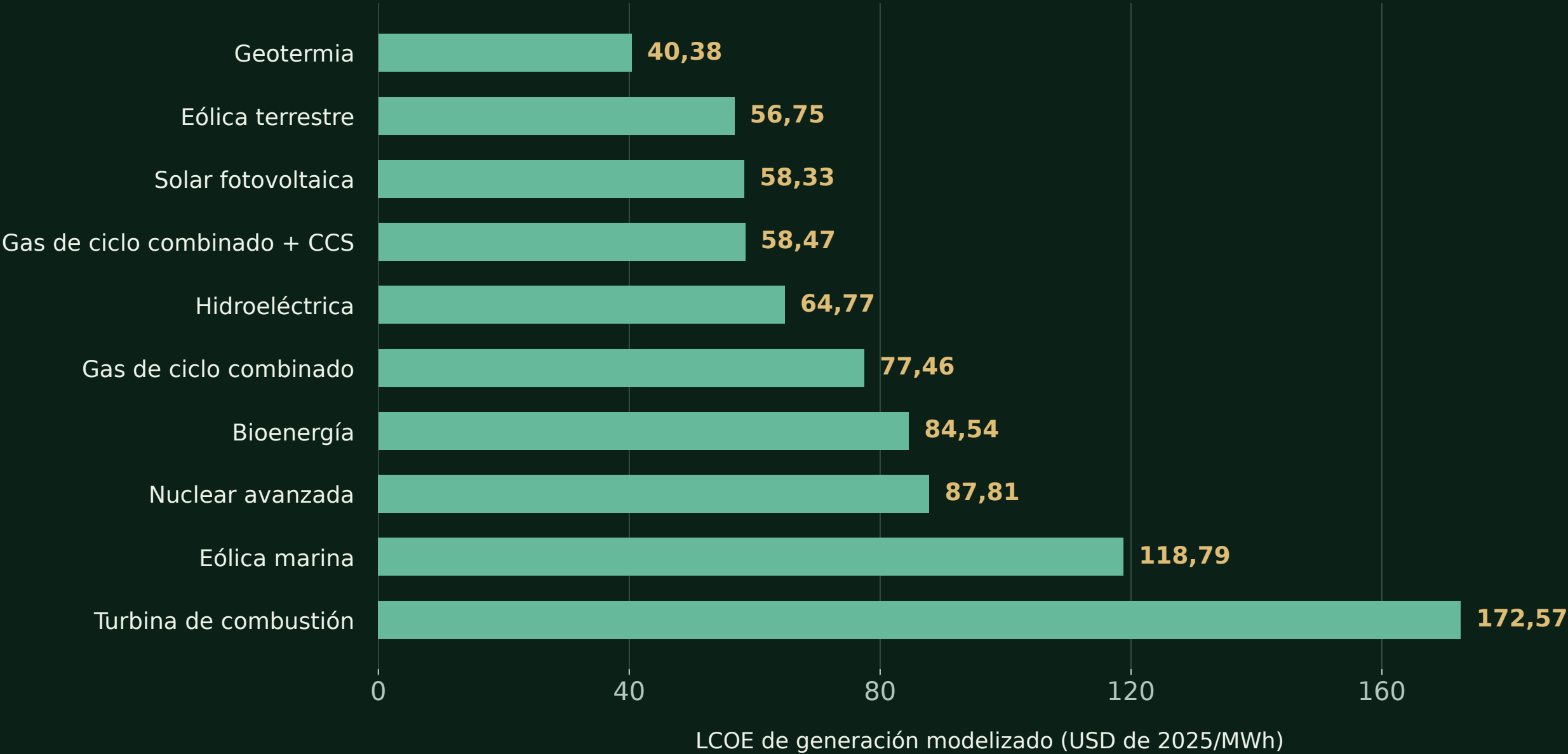


Son costes de generación, no tarifas eléctricas ni el coste de suministro garantizado a toda hora.

Fuente: IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2025, resumen, pp. 3, 6-7.

Un escenario de generación en EE. UU. para 2031

EIA AEO2026 Counterfactual Baseline - medias regionales simples, créditos incluidos



Híbrido FV + batería de cuatro horas: LCOE 94,20 USD/MWh

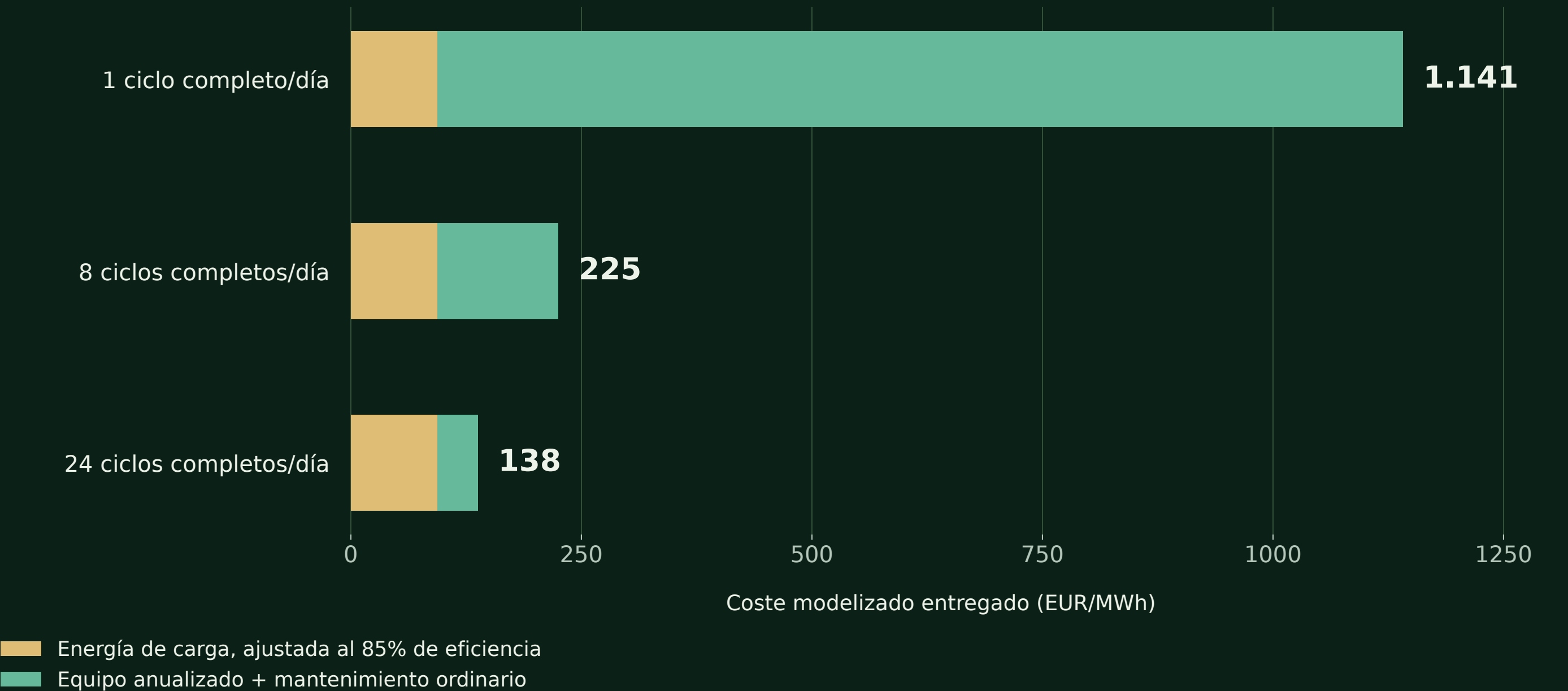
Batería independiente: LCOS 152,61 USD/MWh

Generación híbrida y almacenamiento tienen límites distintos. El LCOE solo no mide el valor para la red.

Fuente: EIA AEO2026, informe de costes nivelados, p. 8. Influyen políticas, lugar y uso.

Cómo el uso cambia el coste del almacenamiento

Mismo sistema propuesto de 1 MW / 0,25 MWh - supuestos, no resultados medidos



A 24 ciclos/día: 175.200 ciclos en 20 años antes de paradas. Vida útil y calendario de carga deben demostrarse.

Escenario autor: capital 800k EUR; mantenimiento 20k EUR/año; 20 años; 7%; carga 80 EUR/MWh.

Tecnologias diferentes, funções diferentes

Segue a fonte de energia antes de comparar um custo por MWh.

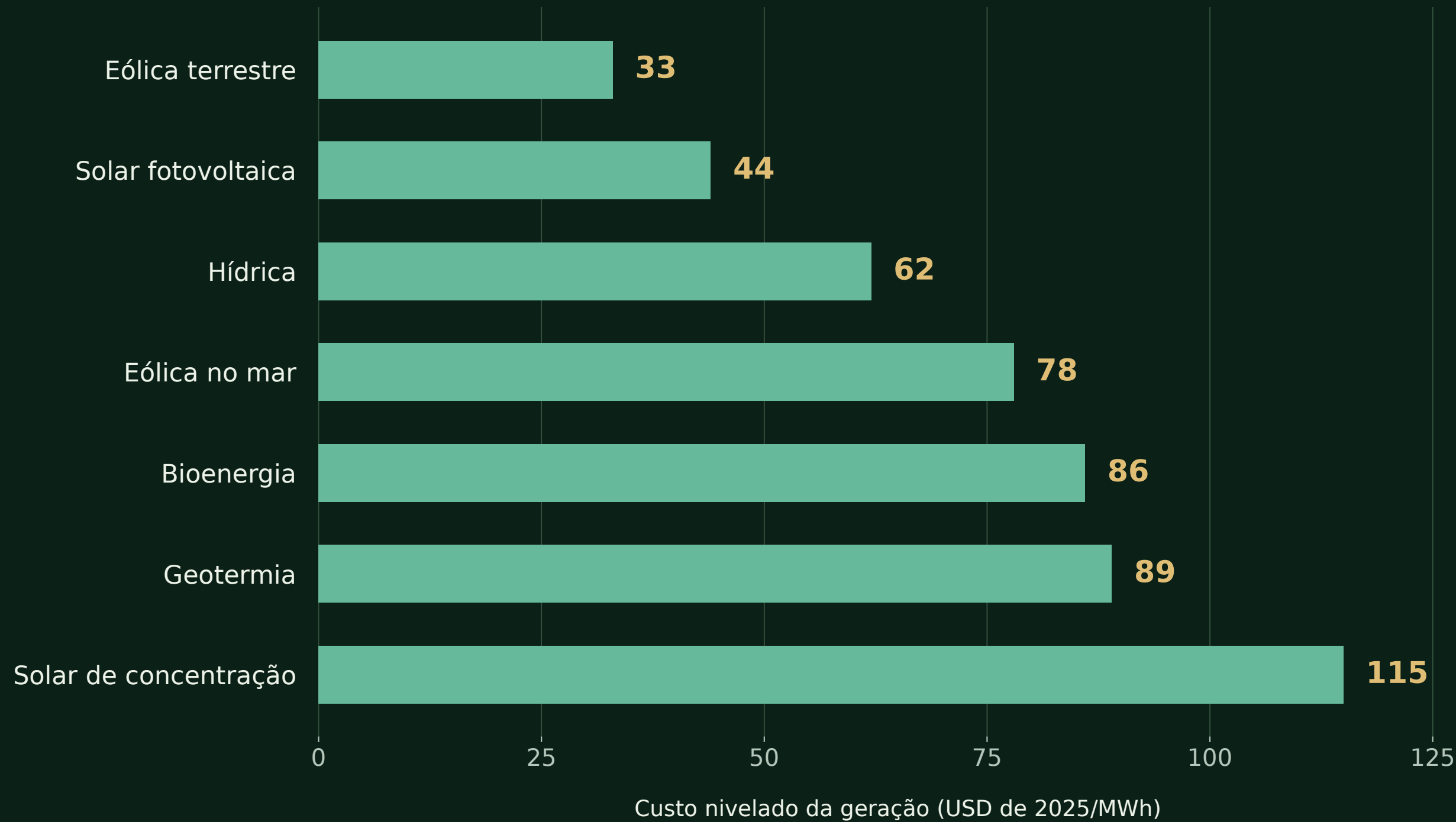
Tecnologia	Energia que entra no sistema	Função / limite principal
Solar fotovoltaica	Luz solar	Geração / luz variável
Eólica	Vento	Geração / vento variável
Hídrica	Água em movimento ou armazenada	Geração / local e recursos hídricos
Fissão nuclear	Combustível nuclear	Geração / combustível, calor e resíduos
Gerador de ímanes	Potência mecânica externa	Conversão / potência de entrada e perdas
Volante em vácuo	Eletricidade fornecida antes	Armazenamento / perdas e contenção
Bateria	Eletricidade fornecida antes	Armazenamento / desgaste e controlo térmico
Bombagem hídrica	Eletricidade fornecida antes	Armazenamento / locais e água adequados

Funções tecnológicas estabelecidas. A configuração proposta do rotor ainda exige validação.

Base: trabalho técnico do autor; avaliação DOE do armazenamento; EIA AEO2026.

Custos da geração renovável no mundo

Novas centrais à escala industrial em 2025 - LCOE global ponderado pela capacidade

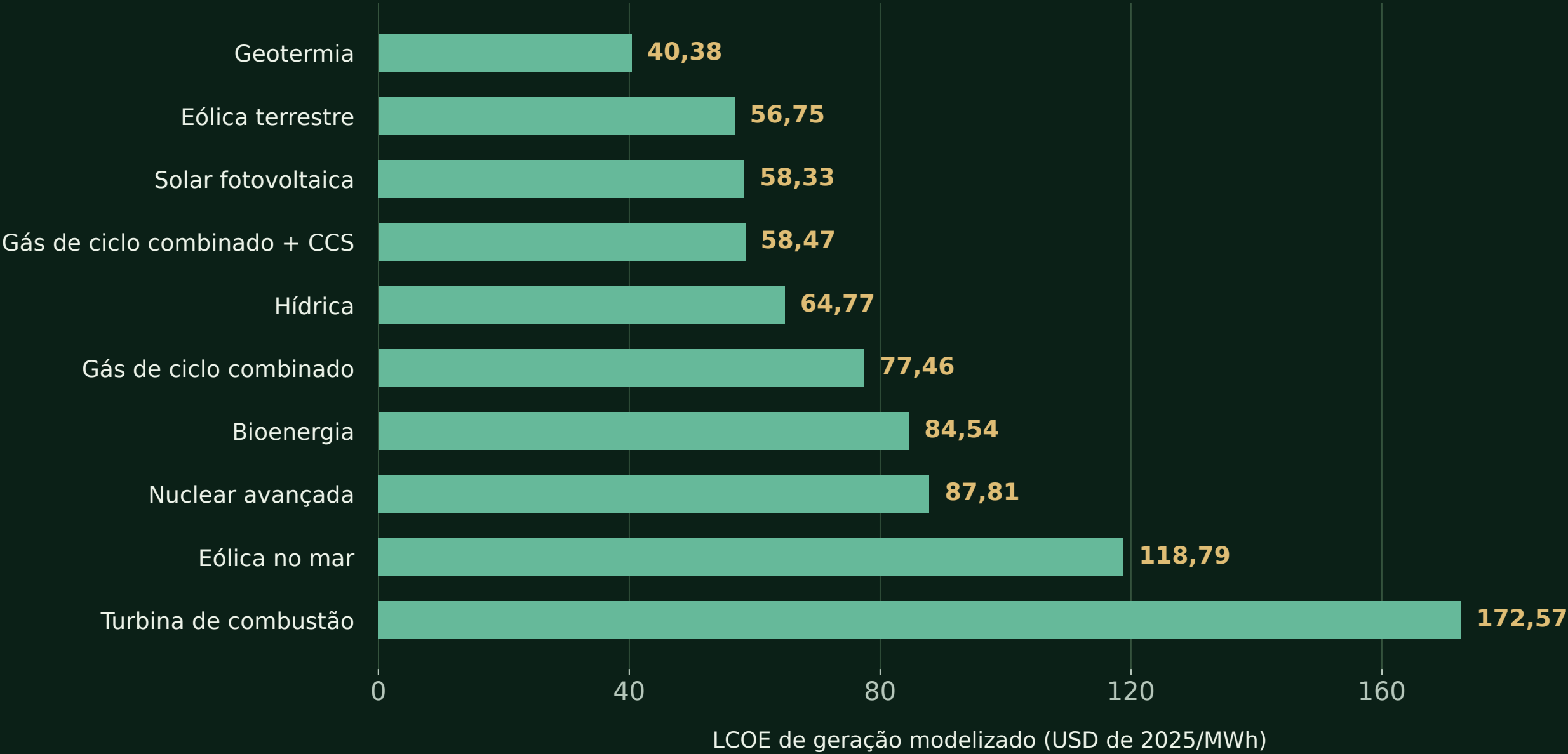


São custos de geração, não tarifas elétricas nem o custo de fornecimento garantido a toda a hora.

Fonte: IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2025, resumo, pp. 3, 6-7.

Um cenário de geração nos EUA para 2031

EIA AEO2026 Counterfactual Baseline - médias regionais simples, créditos incluídos



Híbrido FV + bateria de quatro horas: LCOE 94,20 USD/MWh

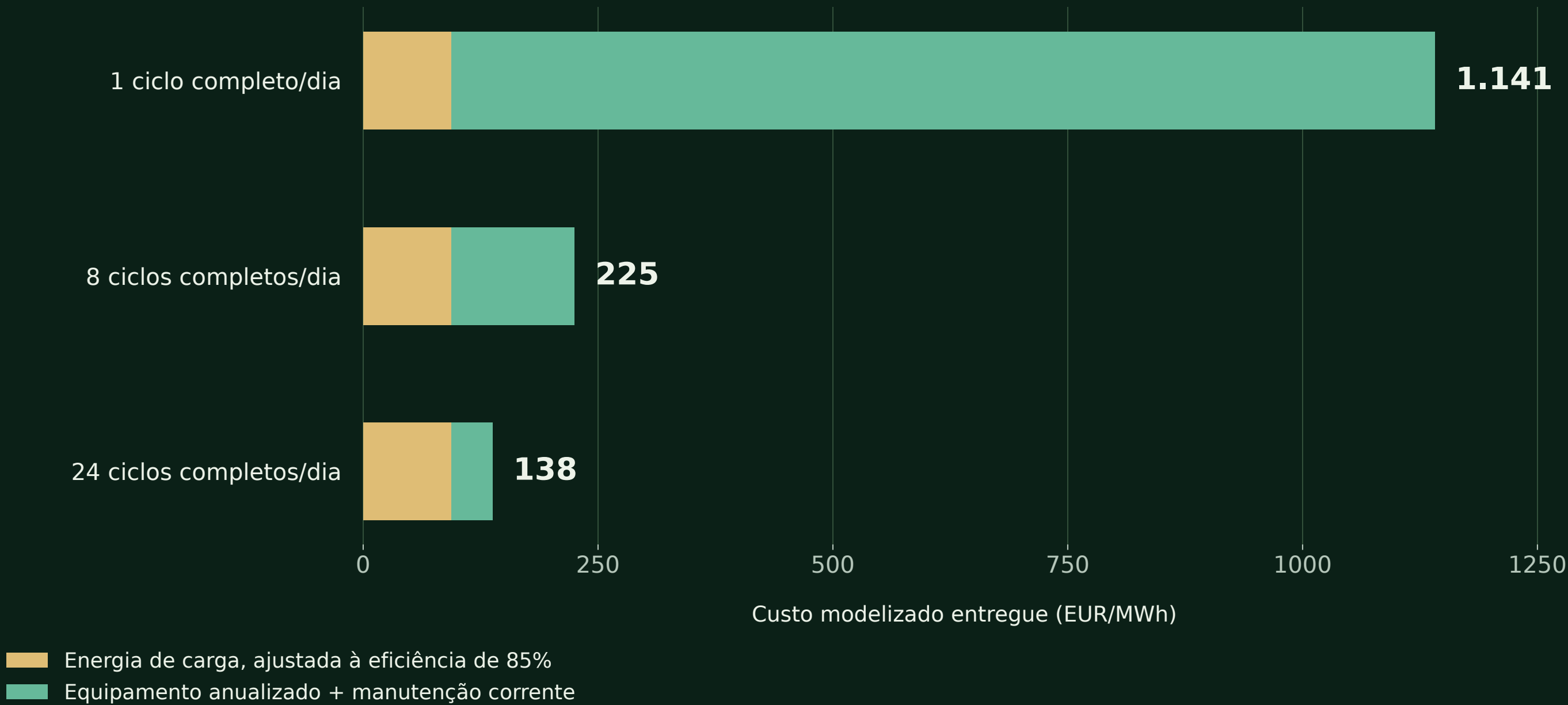
Bateria autónoma: LCOS 152,61 USD/MWh

Geração híbrida e armazenamento têm limites distintos. O LCOE, por si só, não mede o valor para a rede.

Fonte: EIA AEO2026, relatório de custos nivelados, p. 8. Políticas, local e uso influenciam o resultado.

Como o uso altera o custo do armazenamento

Mesmo sistema proposto de 1 MW / 0,25 MWh - pressupostos, não resultados medidos



A 24 ciclos/dia: 175.200 ciclos em 20 anos antes de paragens. Vida útil e calendário de carga exigem prova.

Cenário autor: capital 800k EUR; manutenção 20k EUR/ano; 20 anos; 7%; carga 80 EUR/MWh.