



Green H₂ – Enel Vision

Santiago,
July 1st, 2020



Hidrógeno Verde

Visión del sector y proyecciones futuras



- **La agenda política ha aumentado el foco en el hidrógeno** y se han propuesto nuevas iniciativas internacionales.
- **Casi el 100% de hidrógeno se usa en la industria, principalmente como materia prima**
- **Hoy en día, el hidrógeno es un asesino climático: el 98% se produce directamente a partir de combustibles fósiles responsables por la emisión de CO2 equivalente a Indonesia + el Reino Unido durante 1 año**
- **El proceso de electrólisis es todavía caro y consume mucha energía.** Para cubrir la actual demanda de hidrógeno se necesitaría una producción de energía eléctrica superior a la producción anual de Europa (3.600 TWh/año). Pero la eficiencia del proceso esta rápidamente mejorando y los costos asociados siguen bajando...
- **La energía eléctrica obtenida de fuentes renovables se está poniendo cada vez más conveniente, como asimismo los electrolizadores: la producción de hidrógeno renovable puede llegar a ser competitiva para el 2030**
- **El H2 verde puede ayudar a la descarbonización de sectores donde es mas difíciles abatir las emisiones, complementando la electrificación directa.** Los casos de uso industrial son aquellos donde el H2 verde puede jugar un rol primero

Hidrógeno Verde

Visión del sector y proyecciones futuras

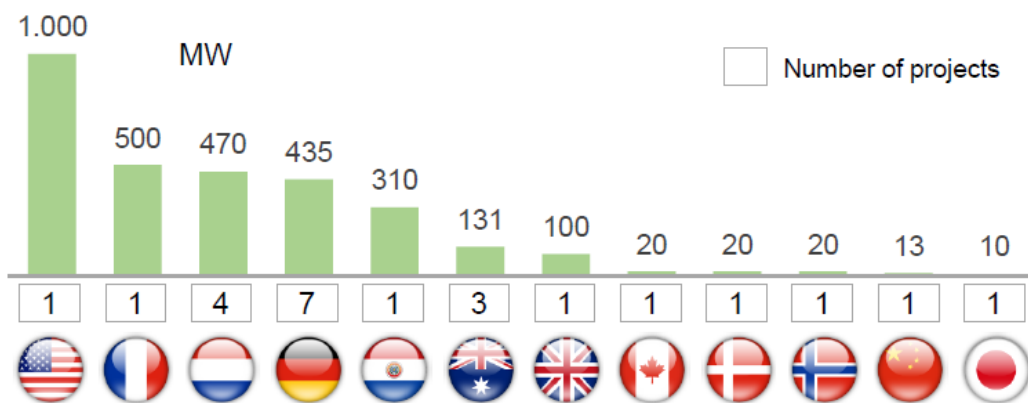


- Además de los costos reducidos de producción y el uso mínimo de transporte y almacenamiento, **la comercialización necesita de una regulación para ser rentable**
- El interés en el H2 verde sigue creciendo a medida que **aumentan los proyectos y sus dimensiones**; al mismo tiempo, **nuevas regulaciones** se están proponiendo **para el lanzamiento del mercado** y debemos asegurarnos de que el **apoyo sea sólo para el H2 verde y que el marco regulatorio sea publicado en un plazo razonable.**
- El **H2 verde** producido **en plantas de renovables + hidrógeno ubicadas en el mismo lugar** puede ser **competitivo a c.a. 20 \$/MWh por energía eléctrica de fuentes renovables**, por lo que la **regulación es clave para hacer negocios rentables**. Adicionalmente, trasladar y almacenar hidrógeno es caro, de manera que la producción debe ser muy cercana al consumo
- La **co-localización de Renovables + Hidrógeno** permite **ahorrar en costos de despacho y facilita la flexibilidad en las capacidades de servicios** otorgados; En esta configuración de activos, **Enel puede ofrecer soluciones integradas para descarbonizar los procesos industriales**

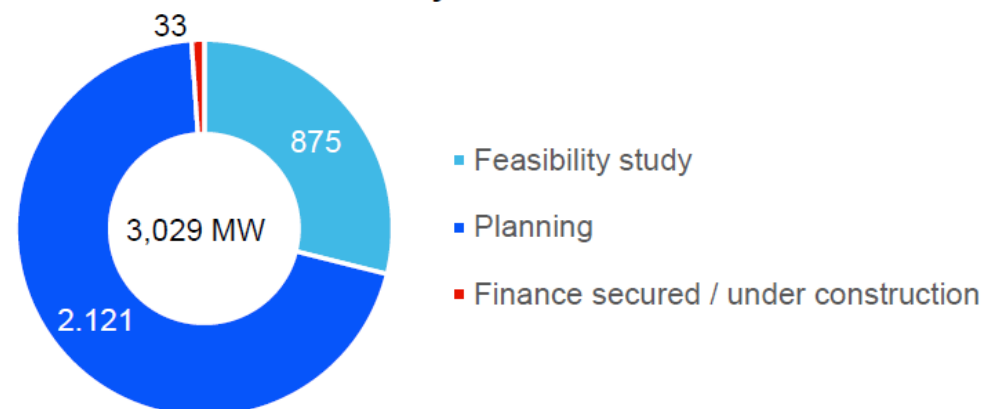
The current electrolysis projects pipeline is of over 3GW, mostly made of projects above 10 MW



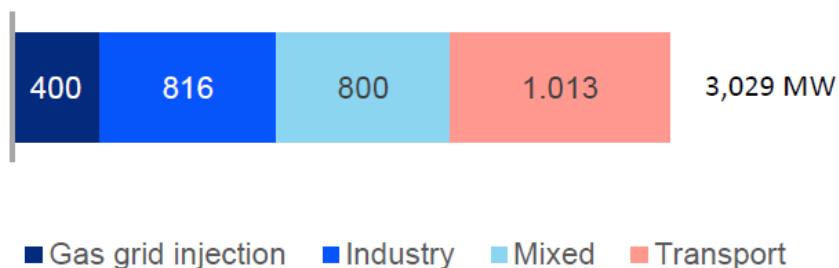
Projects per country



Projects status



Projects per end-use



Projects for over 300 MW of capacity see the participation of power and gas TSOs

gasunie
crossing borders in energy

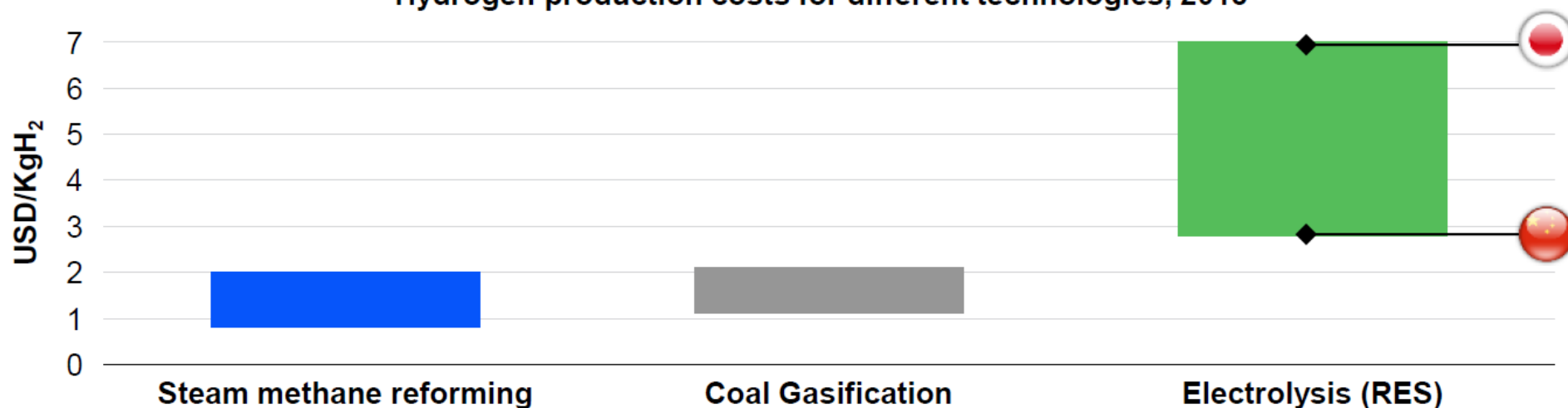
amprion

tennet

Renewable hydrogen is currently expensive but it's emission-free and expected to become more energy efficient by 2030



Hydrogen production costs for different technologies, 2018



All data refer to the production of 1kg of H₂

			Electrolysis (RES)	
	Steam methane reforming	Coal Gasification	Today	2030
Efficiency	76%	60%	64%	69%
Input	4.5 Nm ³	9.1 kg	52 kWh	48 kWh
CO ₂ emissions	9 kg	19.1 kg	0	0



H₂ applications, potential markets and possible business model

*Our primary focus is on industrial use
cases*

Green hydrogen can complement direct electrification to deliver a net-zero GHG society tackling “harder to abate” emissions



Main applications per sector

Industry

Enel main focus



Power-to-chemical

- Decarbonization of feedstock (e.g. H₂ for ammonia, refineries, methanol, steel)



Power-to-heat

- Decarbonization of processes requiring high grade heat (e.g. cement)

Transport

Focus on selected segments



Power-to-mobility (fuel cell)

- Suitable for heavy duty vehicles, especially multi-shift long haul trucks



Power-to-electro fuels

- Decarbonization of maritime and aviation (high energy density power sources)

Buildings



Power-to-gas (also blended with natural gas or methanized)

- Leveraging existing gas networks can help decarbonizing energy uses in buildings (space & water heating and cooking)

Power



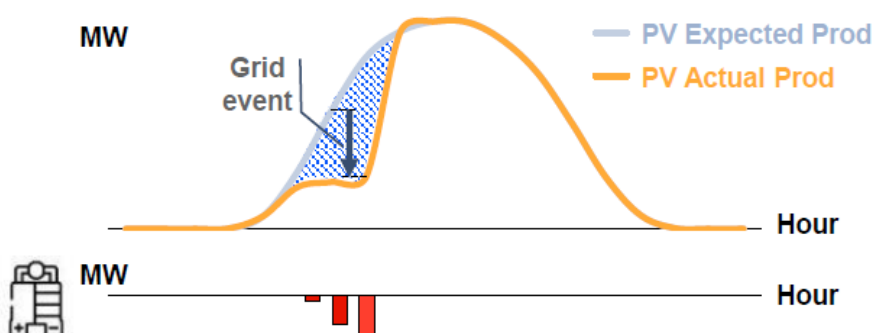
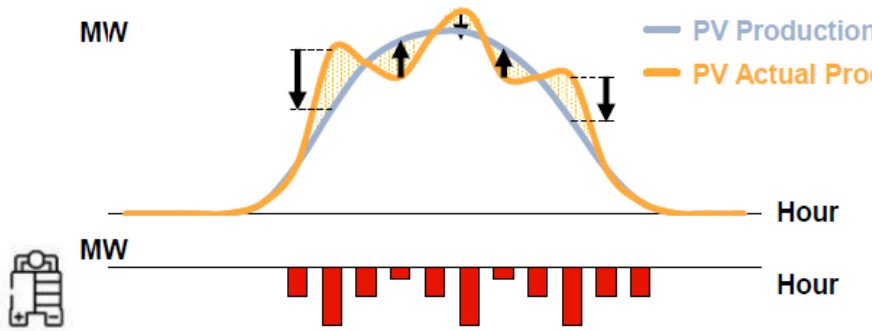
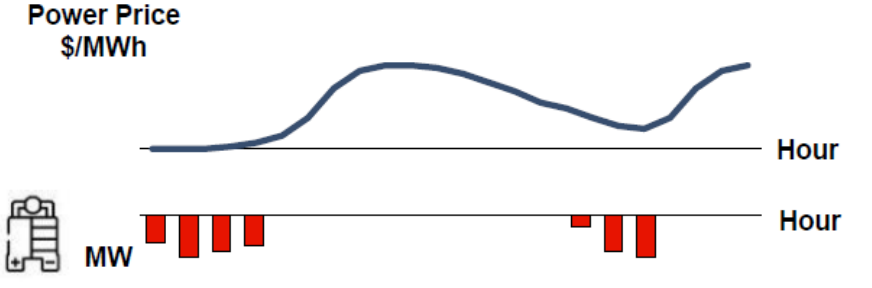
Power-to-power (fuel cells & combustion turbines)

- Helps integrating variable RES, providing long-duration storage. It can become necessary for very high variable RES penetration levels

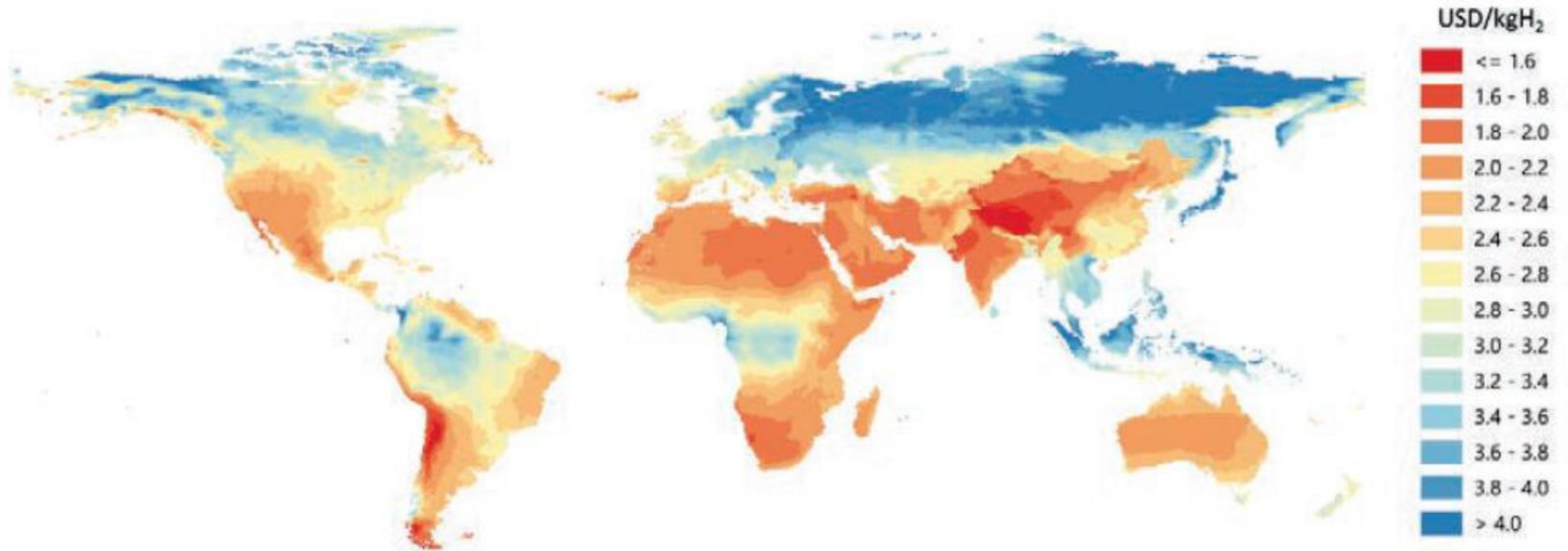


Under co-location business models, using the electrolyzer as a variable load could enable several use cases - Overview (1/2)

Applications

1 Curtailment recovery  RES	 MW Hour — PV Expected Prod — PV Actual Prod Grid event In case of grid event, the energy otherwise lost could be used to feed the electrolyzer.	All systems where curtailments occur
2 Imbalances Reduction  RES	 MW Hour — PV Production offered — PV Actual Prod Reducing the RES output offered in the market and varying load during hours, the electrolyzer can minimize deviations between scheduled and actual production.	
3 Optionality (merchant risk mitigation)  Grid	 Power Price \$/MWh Hour Hour Diverting electricity to the electrolyzer during low price hours (if H2 margins are > than margins from electricity sale on the market)	Wherever RES production is exposed to merchant risk and there is a power pool

Most promising locations are in areas endowed with both abundant wind and sun resources...



Notes: Electrolyser CAPEX = USD 450/kWe, efficiency (LHV) = 74%; solar PV CAPEX and onshore wind CAPEX = between USD 400–1 000/kW and USD 900–2 500/kW depending on the region; discount rate = 8%.
Source: IEA

There are several variables and trade-offs involved in a fully integrated decarbonization offer for industry

