



Acero verde: el punto de inflexión de la industria siderúrgica

● **Escribe: Octavio Berruti**
Académico Supernumerario- Ganador del Primer Premio Academia Nacional de Economía 2023

En una pequeña ciudad al norte de Suecia llamada Boden, la empresa H2 Green Steel toma la bandera innovadora en la industria siderúrgica mediante la producción de acero verde. Sus insumos provienen de hidrógeno verde producido a partir de un río cercano al pueblo y electricidad proporcionada mediante energía hidroeléctrica del Río Lule y parques eólicos de la región.

H2 Green Steel se direcciona a reducir 95% las emisiones de gases respecto a la producción de acero tradicional. La compañía espera lanzar sus primeros lotes de acero en 2025 y proyecta producir cinco millones de toneladas para 2030. Mediante el desarrollo de esta planta en Boden, en medio de un creciente interés en la producción de ace-

ro ecológico, H2 Green Steel se hace de la posta en la carrera vía carbono neutro, caso propio de analizar.

¿Qué es el acero verde?

El acero es uno de los componentes más utilizados en el mundo, con cifras superiores a dos millones de toneladas de aleación de hierro fabricados anualmente, siendo uno de los principales insumos en casas, puentes, medios de transporte, equipos y productos esenciales. A su vez, el acero es crucial hacia una economía baja en carbono, dado que los vehículos ecológicos, autobuses y trenes eléctricos requieren enormes cantidades de acero, al igual que las turbinas eólicas y los electrolizadores. Según datos proporcionados por la Asociación Mundial del Acero, alrededor de seis millones de individuos están empleados directamente en este sector. Si consideramos el empleo indirecto, estas cifras indican que la industria del acero respalda los puestos de trabajo de aproximada-

mente 50 millones de personas.

¿La antítesis? Nos encontramos frente a una de las industrias con mayor índice de contaminación y consumidor de energía en el planeta. La producción en este sector tiene un fuerte impacto ambiental, emitiendo aproximadamente 1.89 toneladas de dióxido de

Se estima que la industria del acero contribuye con entre el 7% y el 9% de las emisiones directas derivadas del uso global de combustibles fósiles; por ende, urge proyectar estrategias en vistas de descarbonizar la industria.

carbono (CO₂) por cada tonelada de acero fabricada. Se estima que la industria del acero contribuye con entre el 7% y el 9% de las emisiones directas derivadas del uso global de combustibles fósiles; por ende, urge proyectar estrategias en vistas de descarbonizar la industria. La producción de acero se lleva a cabo en altos hornos que utilizan combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas natural como materia prima para alcanzar altas temperaturas y llevar a cabo las reacciones químicas necesarias.

Con una visión consensuada de una población mundial en aumento y una mayor prosperidad, se proyecta que la demanda de acero crezca un 35% para 2050, según *Bloomberg New Energy Finance*. Según la Agencia Internacional de Energía, si se quieren cumplir los objetivos de emisiones para 2050, la industria del acero debe reducir las emisiones en un 50%.



Se vislumbran tres posibles soluciones para mitigar el impacto de la industria del acero.

1. Templar la demanda de acero: Tarea difícil dado la direccionada demanda en vistas de 2050.

2. Mejorar la eficiencia energética de las plantas: Dicha eficiencia se puede lograr mediante el reciclaje de acero, pero las tasas de este ya se encuentran en su mayoría en 85%, cercanas a su máximo.

3. Aplicar soluciones tecnológicas: La sustitución del carbón por un combustible sintético como el hidrógeno es una solución tecnológica que puede reducir en gran medida las emisiones de carbono.

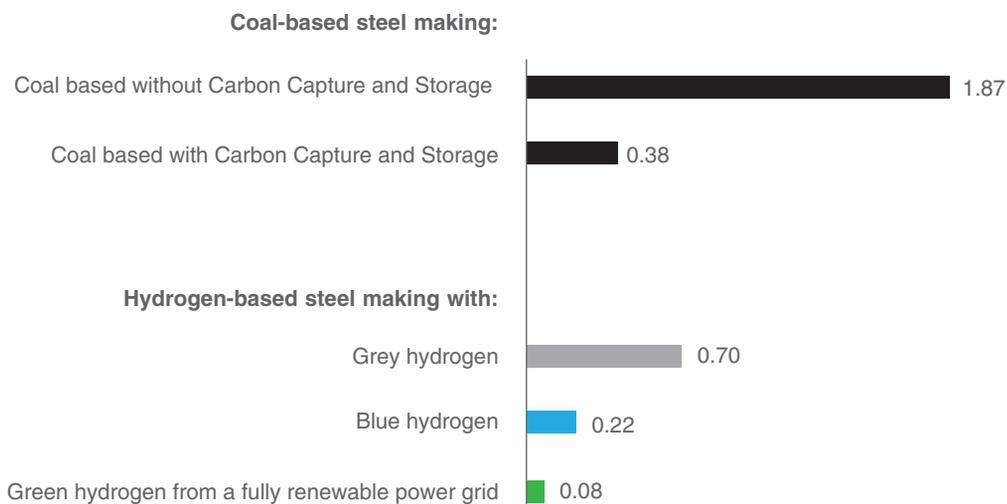
Inserción del hidrógeno verde en la industria siderúrgica

El hidrógeno debe ser producido de forma sustentable, es decir, con hidrógeno verde proveniente de fuentes de energía renovables y con baja emisión de carbono, como lo son los paneles solares, turbinas eólicas, energía hidráulica; insumos en los cuales Uruguay posee ventajas comparativas debido a la abundancia de sus recursos naturales. Los avances en soluciones tecnológicas corren el riesgo de efectos rebote y caer en la paradoja de Jevons: la cantidad de demanda de acero podría aumentar una vez que se reduzca su impacto climático. No obstante, la transición vía hidrógeno verde podría conllevar una solución sustentable al sector del acero.

El hidrógeno verde ofrece la posibilidad de reestructurar el proceso de fabricación de acero, con el beneficio de llevar a altas tasas de reducción de huella de carbono. Al

El desarrollo de Hierro Reducido Directo (DRI) y acero con hidrógeno verde ofrece una ventana de oportunidad para Uruguay con vistas a largo plazo.

reaccionar directamente el hidrógeno con el mineral de hierro, se produce hierro y agua en lugar de hierro y CO₂. Este proceso se denomina Hierro Reducido Directo (DRI, por sus siglas en inglés). Un beneficio adi-



Extraído de: **Hydrogen sparks change for the future of green steel production (2023)**



cional de la fabricación de acero mediante DRI es que la reacción principal se lleva a cabo a una temperatura más baja y, por lo tanto, requiere menos energía.

El siguiente gráfico muestra las emisiones de carbono de un kilogramo de acero para diferentes tecnologías de fabricación de acero.

Contexto de Uruguay

El desarrollo de DRI y acero con hidrógeno verde ofrece una ventana de oportunidad para Uruguay con vistas a largo plazo. Proyecciones hacia 2040, potencialmente, ofrecen un mercado de ingresos anuales de US\$ 4.100 millones. Para lograr esto se requeriría de una capacidad eléctrica de 5-6 GW para la electrólisis y alrededor de 10-12 GW de energía renovable. Además, sería necesario desarrollar la extracción a gran escala del mineral de hierro y toda la infraestructura requerida para su procesamiento, transporte y exportación.

Según Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde en Uruguay (2022), el DRI producido localmente podría ser competitivo debido a la alta calidad del hierro en los depósitos locales y a la estructura de costos, donde el hidrógeno verde, la electricidad y el mineral constituyen entre el 80% y el 90% de los costos totales. Además, el DRI es más económico de transportar que el acero, el cual sería menos competitivo de producir en el país.

Así como en Boden, Uruguay podrá proyectarse mediante la producción de acero verde y DRI mirando al largo plazo, fomentando el desarrollo económico sustentable y contribuyendo a la reducción de huella de carbono regional. 🌱