



SEMINARIO SOBRE EL MARCO POLÍTICO PARA LA DESCARBONIZACIÓN Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CCOO INDUSTRIA

MADRID, 25 DE MAYO 2022

EXPERIENCIAS PRÁCTICAS EN DESCARBONIZACIÓN Y OTRAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

LA ESTRATEGIA EUROPEA PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y LA NEUTRALIDAD CARBONO

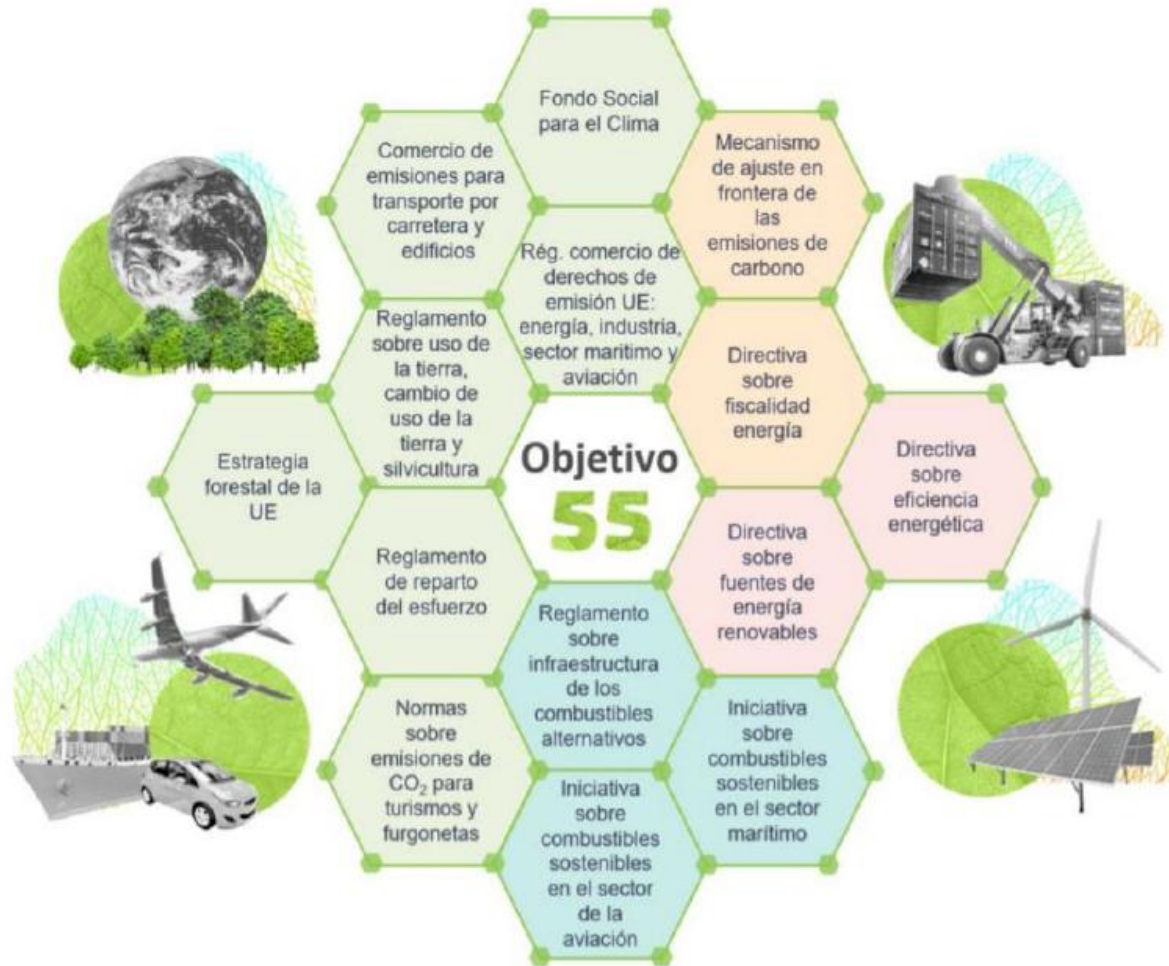
- # Uno de los principales objetivos de Europa, fijado por el Pacto Verde, es la reducción del 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero para 2030 y la neutralidad climática para 2050.
- # Los medios para lograrlo: un plan de inversión de 1bn€ en 10 años, que pretende movilizar la inversión pública y contribuir a la liberación de fondos privados ofreciendo garantías.



LOS PRODUCTORES DE ACERO DEBERÁN ADAPTAR SU ESTRATEGIA DE DESCARBONIZACIÓN A LOS NUEVOS MARCOS NORMATIVOS: "FIT FOR 55" Y "GLASGOW BREAKTHROUGHS"

- ▶ 9 de julio de 2021: Reglamento 2021/1119 de la UE por el que se establece el marco para alcanzar la neutralidad carbono en 2050 y el nuevo objetivo vinculante de reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) de la UE en al menos un -55% para 2030 (anteriormente un -40%).
- ▶ 14 de julio de 2021: Paquete de la UE “Fitfor55” para aplicar los nuevos objetivos:
 - En el caso de los sectores industriales incluidos en el “Régimen de comercio de derechos de emisión de la UE”(EUETS), como es el caso de la industria siderúrgica, el objetivo de reducción de las emisiones de CO2 para 2030 pasa del -43% al-61% con respecto a 2005.
 - El proyecto de revisión de la directiva ETS de 2018 (que deberá entrar en vigor en 2023) se encamina hacia un aumento significativo del precio de los derechos de emisión de CO2 para 2025 y 2030.
- ▶ COP26 sobre el clima: Adopción del acuerdo colectivo "GlasgowBreakthroughs" que abarca cinco sectores (electricidad, transporte por carretera, acero, hidrógeno, agricultura).
 - El acuerdo sobre la siderurgia reúne a 26 Estados (entre ellos Estados Unidos, la UE, el Reino Unido, India, Japón, Canadá y Corea del Sur), instituciones internacionales (CMNUCC, AIE e IRENA) y Worldsteel.
 - Se centra en la programación de iniciativas de cooperación interestatal con el objetivo de reducir las emisiones GEI en la industria siderúrgica en más de un 90% de aquí a 2030, definiendo un conjunto de medidas para regular el mercado global (I+D e innovación, contratación pública, normas, financiación de inversiones de ruptura tecnológica,etc.).

RESUMEN DE LAS PROPOSICIONES DEL PROGRAMA DE MEDIDAS *FIT FOR 55* («AJUSTE AL OBJETIVO 55»)



Fuente: Comunicación de la CE «COM (2021) 550 final, Bruselas, 14/07/2021»

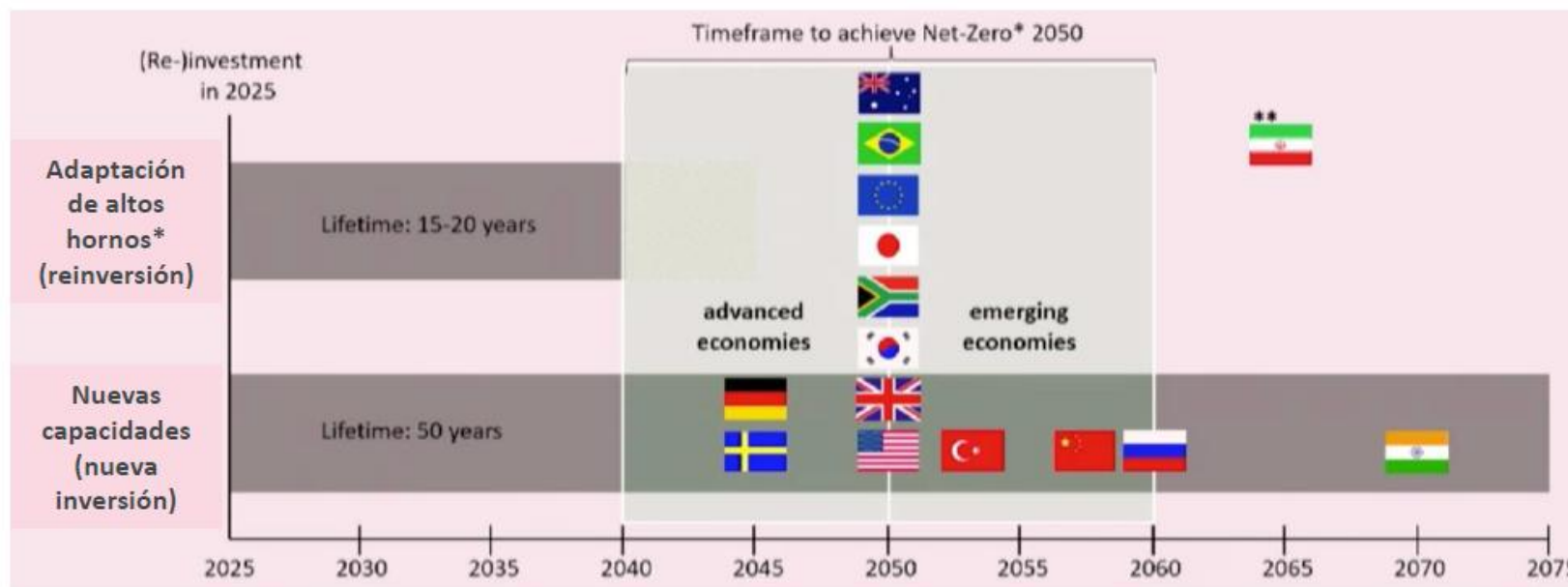
#A

DESARROLLOS TECNOLÓGICOS DE BAJAS EMISIONES EN LA SIDERURGIA EUROPEA

¿Hasta qué punto y en qué plazo es viable su implementación?

ANTES DE ALCANZAR LAS CERO EMISIONES EN 2050, UNA ETAPA INTERMEDIA DE CONVIVENCIA DE NUEVAS CAPACIDADES DESCARBONIZADAS CON CAPACIDADES YA EXISTENTES PERO TRANSFORMADAS HASTA AGOTAR SU CICLO DE VIDA

Ciclo de vida útil de las capacidades de producción de acero basado en carbono y marco temporal para alcanzar cero emisiones en 2050



Fuente: Agora Industry, 2021

* Ciclo de vida:
 15 años para economías avanzadas
 20 años para economías emergentes



3 VÍAS PRINCIPALES PARA LA DESCARBONIZACIÓN DEL ACERO

▶ **Reciclaje de chatarra**

- Problemas:
 - Ciertas calidades solo pueden ser garantizadas a través de la vía fundición
 - Las tecnologías de recogida y clasificación de residuos no son eficientes
 - **Electricidad cara o insuficiente**, especialmente la renovable

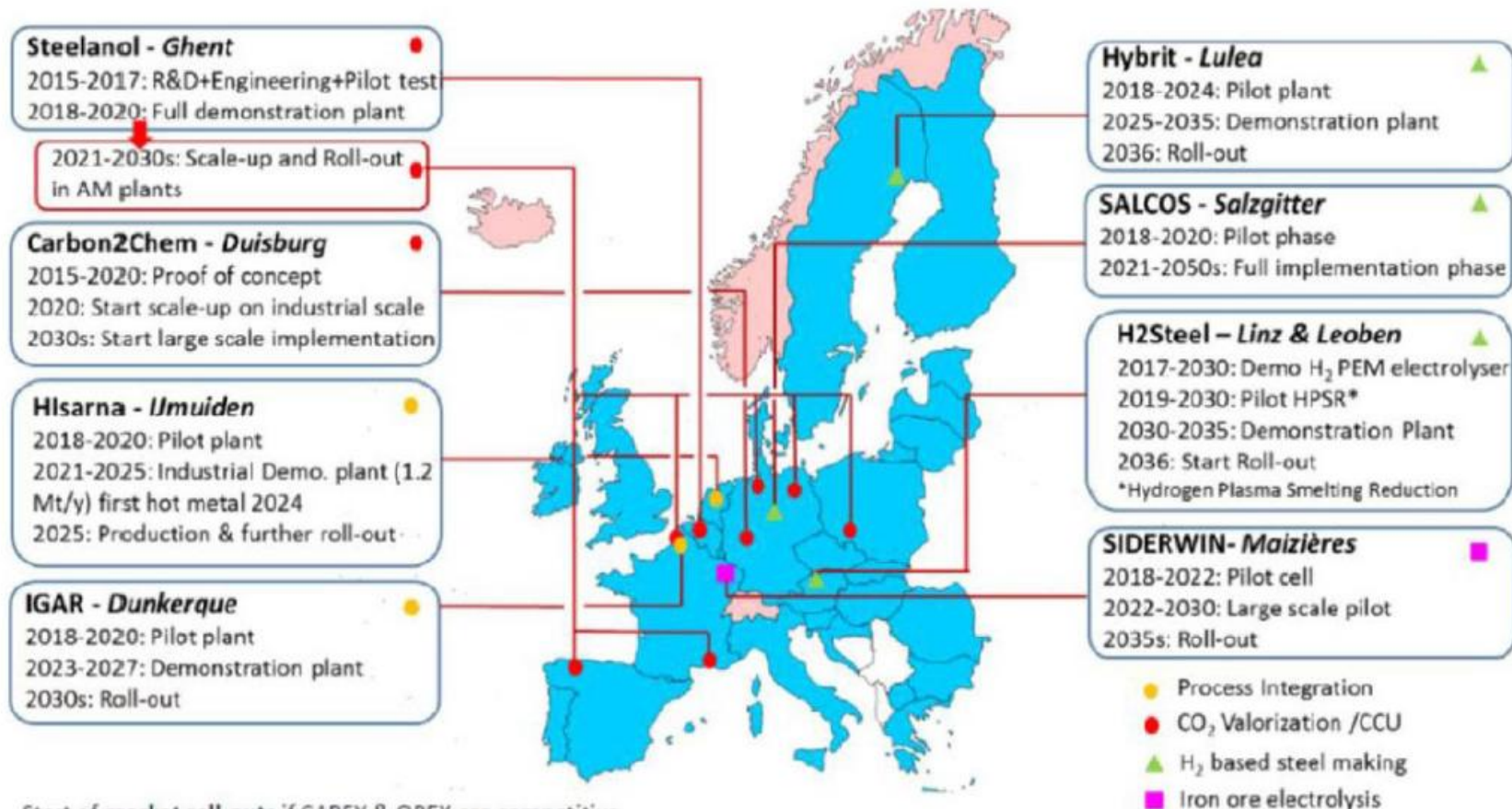
▶ **Tecnologías de captura, almacenaje e utilización de carbono (CCU o CCS)**

- Problemas:
 - La viabilidad no está probada
 - Costes elevados: se calcula que la captura de CO₂ en una nueva central térmica (de carbón) cuesta entre 50 y 60\$/t CO₂. El importe es mayor para las antiguas plantas siderúrgicas.
 - La instalación de CCS en la planta de cemento Norcem, en Noruega, ha durado 9 años y ha recibido la aprobación final en abril de 2020. Se desconocen los costes y el rendimiento.

▶ **Producción de acero con energías renovables**

- Opciones caras en inversión y aún no suficientemente desarrolladas:
 - Electrólisis del mineral de hierro
 - Reducción directa del hierro por el hidrógeno (DRI hidrógeno)
 - Fundición por plasma del mineral de hierro

MAPA DE PROYECTOS DE I+D EN BAJAS EMISIONES PARA LA SIDERURGIA EN LA UE



Start of **market roll-outs** if CAPEX & OPEX are competitive at demonstration phase, & regulatory framework conditions and infrastructures beyond site borders are in place

Source: Eurofer

CERO EMISIONES EN EL ACERO: DIFERENTES POSIBILIDADES CON DISTINTOS NIVELES DE MADUREZ Y VIABILIDAD

Tecnología	Implementado por	Madurez de la tecnología	Fecha estimada para estar disponible
HYBRIT – Hydrogen DRI-EAF; -99% with very low or zero GHG hydrogen	SSAB, LKAB, Vattenfall	5-7	2025-30
SALCOS – Partial hydrogen replacement of NG in a standard DRI-EAF; -30% GHGs	Salzgitter AG	6-7	2025
Siderwin – Aqueous electrolysis / electrowinning; -99% with very low or zero GHG electricity	ArcelorMittal	5-6	2030-35
Boston Metal - Molten oxide electrolysis / electrowinning; -99% with zero GHG electricity	Boston Metal	5-6	2030-35
Top gas recirculation with 90%+ CCS. Potential retrofit.	-	5	2025-30
Hisarna with 80-90% capture CCS	Tata Steel	7	2025
Project to substitute hydrogen for coke for process heat and reduction. Course 50 project adds CCS (potentially -40%).	Thyssenkrupp		2030
Utilisation of waste gases (H ₂ , CO & CO ₂) for chemicals or fuels	Thyssenkrupp	3-6	2025-30

Fuente: GGSD Forum 2019 Low and zero emissions in the steel and cement industries.

LA UTILIZACIÓN DEL HIDROGENO EN LA PRODUCCIÓN DE ACERO TENDRÁ UN PAPEL CLAVE PARA LA DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR

- ▶ En el proceso de producción de acero primario (BF-BOF), la mayor parte de las emisiones de carbono proceden del alto horno y de la coquería.
- ▶ El uso de hidrógeno en el alto horno y la coquería podría reducir la cantidad de carbón necesaria y las emisiones de CO₂, ya que el hidrógeno reacciona con el mineral de hierro para formar agua en lugar de dióxido de carbono.
- ▶ Hay dos métodos básicos posibles:
 - Uso como agente reductor auxiliar en el alto horno (H₂-BF).
 - Utilización como único agente reductor en el hierro reducido directamente o DRI (H₂-DRI).
 - El DRI (hierro reducido directamente) o mineral de hierro prerreducido es un producto siderúrgico semiacabado resultante de la transformación del mineral de hierro por reducción directa. El principio de producción se basa en la acción reductora de un gas a alta temperatura (> 900°C).
- ▶ **Sin embargo, es técnicamente imposible utilizar sólo hidrógeno en un alto horno y, por tanto, el H₂-BF se considera una tecnología para reducir las emisiones de carbono a corto plazo, es decir, una tecnología de transición hacia la vía H₂-DRI.**
 - Este es el camino que han tomado algunos productores de acero integrados en Europa

VARIOS PRODUCTORES DE ACERO DE EUROPA HAN ANUNCIADO EL DESARROLLO DE DRI

- ▶ Los proyectos se encuentran en diversas etapas, desde la fase de planificación hasta la producción en una planta piloto, y la mayoría prevé vincular la producción de DRI a un horno eléctrico (EAF).
- ▶ Aunque los fabricantes de acero han hecho varias estimaciones sobre la reducción de las emisiones de carbono como resultado de las nuevas capacidades de producción DRI, el impacto climático final dependerá de factores como:
 - la intensidad de carbono de la energía utilizada, esto es, la electricidad utilizada para producir hidrógeno, por ejemplo;
 - las emisiones totales de la cadena de suministro, teniendo en cuenta, las emisiones del transporte del mineral de hierro importado a Europa;
 - Las emisiones provenientes de otras materias primas.
- ▶ De los nuevos proyectos de capacidad DRI en Europa, al menos 10 de ellos pretenden utilizar el hidrógeno de alguna forma a lo largo del proceso. En la mayoría de estos proyectos, el hidrógeno tendrá que producirse in situ, normalmente a partir de gas natural, ya que la disponibilidad de hidrógeno en el mercado es muy limitada.
 - El hidrógeno producido a partir de gas natural se denomina **hidrógeno gris**, a diferencia del **hidrógeno verde** que se produce a partir de electricidad renovable.
- ▶ El uso de gas natural para la producción de hidrógeno es considerado como una solución temporal por la industria, ya que el objetivo a medio plazo es construir capacidades adaptadas al uso del hidrógeno antes de que sea ecológico y esté disponible en el mercado.

PROYECTOS DRI EN EUROPA

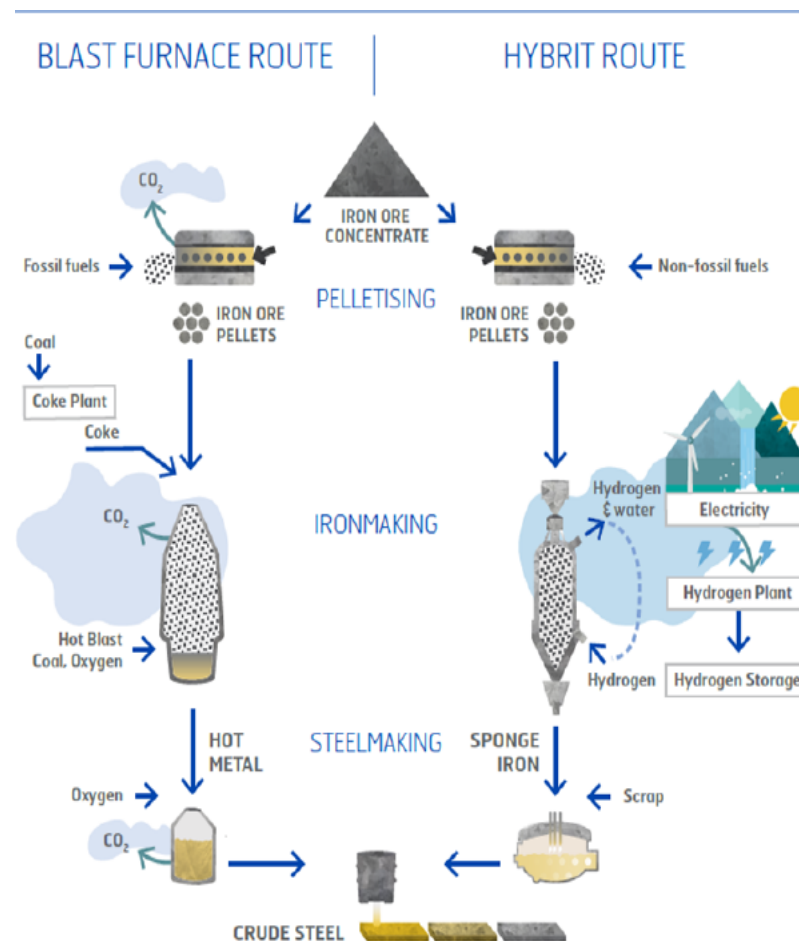
Company	Site	Stage	Reduction agent
ArcelorMittal	Hamburg, Germany	In operation in 2025	First grey hydrogen, then green hydrogen
ArcelorMittal	Dunkerque, France	Feasibility study	CCUS technologies and low-carbon hydrogen
ArcelorMittal	Eisenhuttenstadt, Germany	In operation in 2026 (pilot plant)	Hydrogen from electrolysis and pyrolysis of natural gas
ArcelorMittal	Bremen, Germany	In operation in 2026 (large-scale production)	Hydrogen from natural gas electrolysis
ArcelorMittal	Gent, Belgium	Letter of intent with governments was signed in September 2021	Natural gas and potentially hydrogen
ArcelorMittal	Sestao, Bizkaia, Spain	1.6 Mtn of steel without CO ₂ emissions to 2025	Hydrogen from electrolysis
ArcelorMittal	Gijón, Asturias, Spain	In operation before the end of 2025 (this plant will supply the Sestao plant)	Hydrogen from electrolysis (or natural gas if hydrogen prices are not yet affordable in 2025)
Acciaierie d'Italia Holding	Tatanto, Italy	Planning	Renewable gases such as biomethane and green hydrogen
Voestalpine	Leoben (Donawitz), Austria	Commissioning in Q2 2021	Hydrogen
Salzgitter AG	Salzgitter, Germany	Demonstration plant ordered 12/2020. Scheduled to come online in H1 2022.	Natural gas and hydrogen
Salzgitter AG	Wilhelmshaven, Germany	Feasibility study	Hydrogen from natural gas electrolysis
SSAB	Gällivare-Oxelösund, Sweden	Pilot plant, commercial production 2026	Hydrogen from electrolysis
LKAB	Kiruna-Malmberget-Svappavaara, Sweden	First DRI plant in Malmberget in 2029	Hydrogen probably from electrolysis
Thyssenkrupp	Duisburg, Germany	First production in 2025	Natural gas
Liberty	Galati, Romania	DRI plant to be installed between 2023-2025	Natural gas
H2 Green Steel	Boden-Luleå, Sweden	Full-scale production in 2024	Hydrogen from electrolysis
H2 Green Steel & Iberdrola	Undefined, Spain	In operation in 2025-2026	Green hydrogen*

#B

PRINCIPALES PROYECTOS

EL PROYECTO HYBRIT DESARROLLADO POR SSAB, LKAB ET VATTENFALL

- ▶ Producción de acero sin fuentes fósiles en 2026 utilizando hidrógeno en lugar de carbón en el alto horno. Está previsto que la fase piloto de este proyecto dure hasta 2024, tras lo cual la fase de industrialización está prevista para 2025-2035.
- ▶ El coste total de la fase piloto se estima en 140 M€ de los cuales la Agencia Sueca de la Energía aporta 50 M€.
- ▶ La planta piloto ya ha producido pequeños volúmenes de acero reducido con hidrógeno para la división de camiones de Volvo.
- ▶ **Queda por resolver el problema del acceso a la electricidad: SSAB necesitaría unos 15 TWh/año para su actividad siderúrgica + 55 TWh/año para sus operaciones mineras (LKAB), lo que representa aproximadamente 1/3 del consumo total de electricidad de Suecia.**



THYSSENKRUPP APUESTA POR EL DRI Y EL HIDRÓGENO

- ▶ Thyssenkrupp se ha fijado como objetivo reducir las emisiones en un 30% y producir 3MT de acero verde para 2030
 - Construcción de una planta de DRI para producir acero verde en Duisburgo para 2025 con una capacidad de 1,2 Tm/año, aunque espera empezar a producir 400 kt de acero verde
 - Duisburgo representa actualmente el 2% de las emisiones de CO2 de Alemania
 - Beneficiarse de la estrategia nacional de hidrógeno del gobierno alemán (7.000 millones de euros en proyectos de hidrógeno verde)
 - El mayor productor de electricidad de Alemania, RWE, ha firmado un proyecto de hidrógeno verde (GetH2) con ThyssenKrupp para la instalación de un electrolizador de 100 MW que conectará su central eléctrica de Lingen con la acería de Duisburgo, con el fin de abastecer el 70% de la demanda de la acería para producir 50 kt/año de acero verde.

SALZGITTER DESARROLLA EL PROYECTO SALCOS Y APUESTA IGUALMENTE POR LOS ELECTROLIZADORES

- ▶ Proyecto SALCOS para la reducción directa del mineral de hierro con la tecnología Tenova HYL.
- ▶ El uso de energías renovables
 - Su socio Avacon AG está construyendo 7 turbinas eólicas de unos 30 megavatios
- ▶ La electrólisis para funcionar con hidrógeno verde.
 - Proyecto "Wind Hydrogen Salzgitter": La construcción de una electrólisis PEM (Membrana de Intercambio de Protones) de 2,5 megavatios para cubrir la demanda de hidrógeno de las instalaciones de Salzgitter
- ▶ Estudio de viabilidad para la construcción de una planta de reducción directa de hierro (DRI) con un electrolizador de hidrógeno
 - En colaboración con el Estado Federal de Baja Sajonia, la ciudad de Wilhelmshaven y los socios industriales Rhenus y Uniper

ARCELORMITTAL PRIORIZA LA VÍA DRI-EAF Y EL HIDROGENO

- ▶ Inversión de 1.700 M€ (con una importante contribución del Gobierno francés) en las plantas de Fos-sur-Mer y Dunkerque:
 - Instalación de un horno eléctrico en **Fos-sur-Mer**, además del horno de cuchara ya anunciado;
 - en **Dunkerque**, la construcción de una nueva unidad de DRI con una capacidad de 2,5 Mt, sumada a una nueva tecnología de horno eléctrico, y complementada con un horno eléctrico adicional (EAF).
- ▶ Este último anuncio complementa los de España y Bélgica:
 - En **Gijón**, construcción de una nueva unidad de DRI de 2,3 Mt de capacidad, unida a un horno eléctrico de 1,1 Mt de capacidad.
 - En **Gante**, construcción de una nueva unidad de DRI asociada a dos hornos eléctricos.
- ▶ En febrero de 2022, ArcelorMittal España se asoció en una JV con diferentes socios: HyDeal España, Enagás, Fertiberia y DH2 Energy.
 - La JV pretende construir una gigafactoría de producción de hidrógeno verde en Asturias.
 - La capacidad total instalada alcanzaría los 9,5 GW en “granjas solares” y los 7,4 GW en electrolizadores.
 - ArcelorMittal y Fertiberia tienen previsto comprar 6,6 Mt de hidrógeno renovable durante un periodo de 20 años.

#C

LOS RETOS ASOCIADOS A LA DESCARBONIZACIÓN DE LA SIDERURGIA

EL HIDRÓGENO SOLO SERA UNO DE LOS PILARES DE LA DESCARBONIZACIÓN SI SU PRODUCCIÓN ES “VERDE”

- ▶ Para garantizar que la producción de hidrógeno no conlleva un aumento de las emisiones, la electrólisis debería realizarse únicamente a partir de fuentes de electricidad con bajas emisiones de carbono, lo que debería implicar **una suficiente capacidad de electricidad renovable para evitar el aumento de la intensidad de carbono de la red.**
 - Este es el principal enfoque desarrollado en la propuesta de revisión de la Directiva de Energías Renovables, que ha hecho hincapié en los requisitos de que la producción de hidrógeno verde debe proceder de energías renovables adicionales.



PARA COMPRENDER LA MAGNITUD DEL RETO

Para alcanzar la totalidad de producción actual de hidrógeno (90 Mt de H₂) a partir de electricidad, se necesitarían 4.700 TWh, es decir, más que la producción total de electricidad de la UE.

EL HIDRÓGENO PARA DESCARBONIZAR LA INDUSTRIA SIDERÚRGICA EUROPEA

Según nuestras estimaciones, la transformación de toda la producción europea por vía BF hacia la vía EAF-DRI requeriría entre :

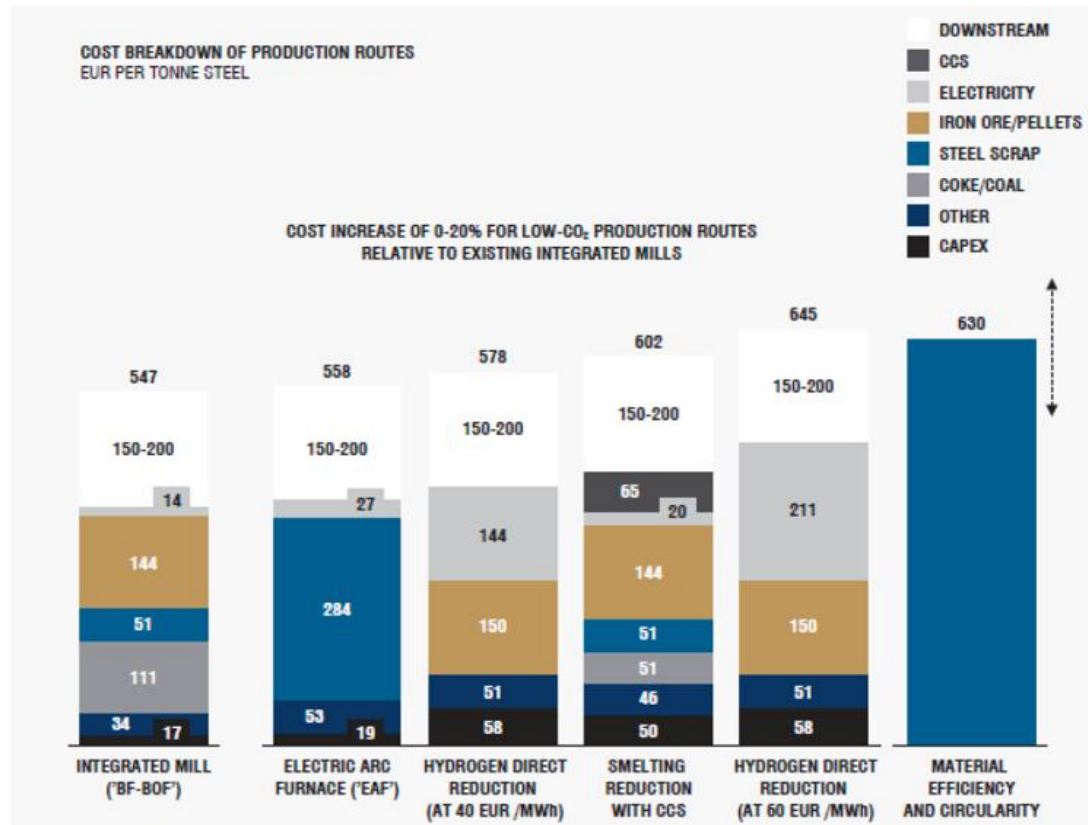
('000 Mt H2 requirements)	SHIFT FROM TRADITIONAL BF-BOF TO H2-BF-BOF ROUTE (A) + SHIFT FROM TRADITIONAL EAF TO DRI-EAF ROUTE (B)	SHIFT FROM TRADITIONAL BF-BOF & EAF ROUTES TO DRI-EAF ROUTE (C)
Potential need for hydrogen taking into account the total steel production capacity	4.8-7 million tonnes, depending on the amount of scrap and HBI used	4.5-9.3 million tonnes, depending on the amount of scrap and HBI used
Adjusted H2 needs based on the utilisation rate of production plants, use of renewable hydrogen and gradualness of the process	2.6-3.9 million tonnes (depending on the share of scrap and HBI).	2.5-5.6 million tonnes (depending on the share of scrap and HBI)
Energy requirement	124-186 TWh	120-267 TWh



Según EDF, una planta nuclear produce una media de 6 TWh por hora y año (capacidad nominal de 900 MW).

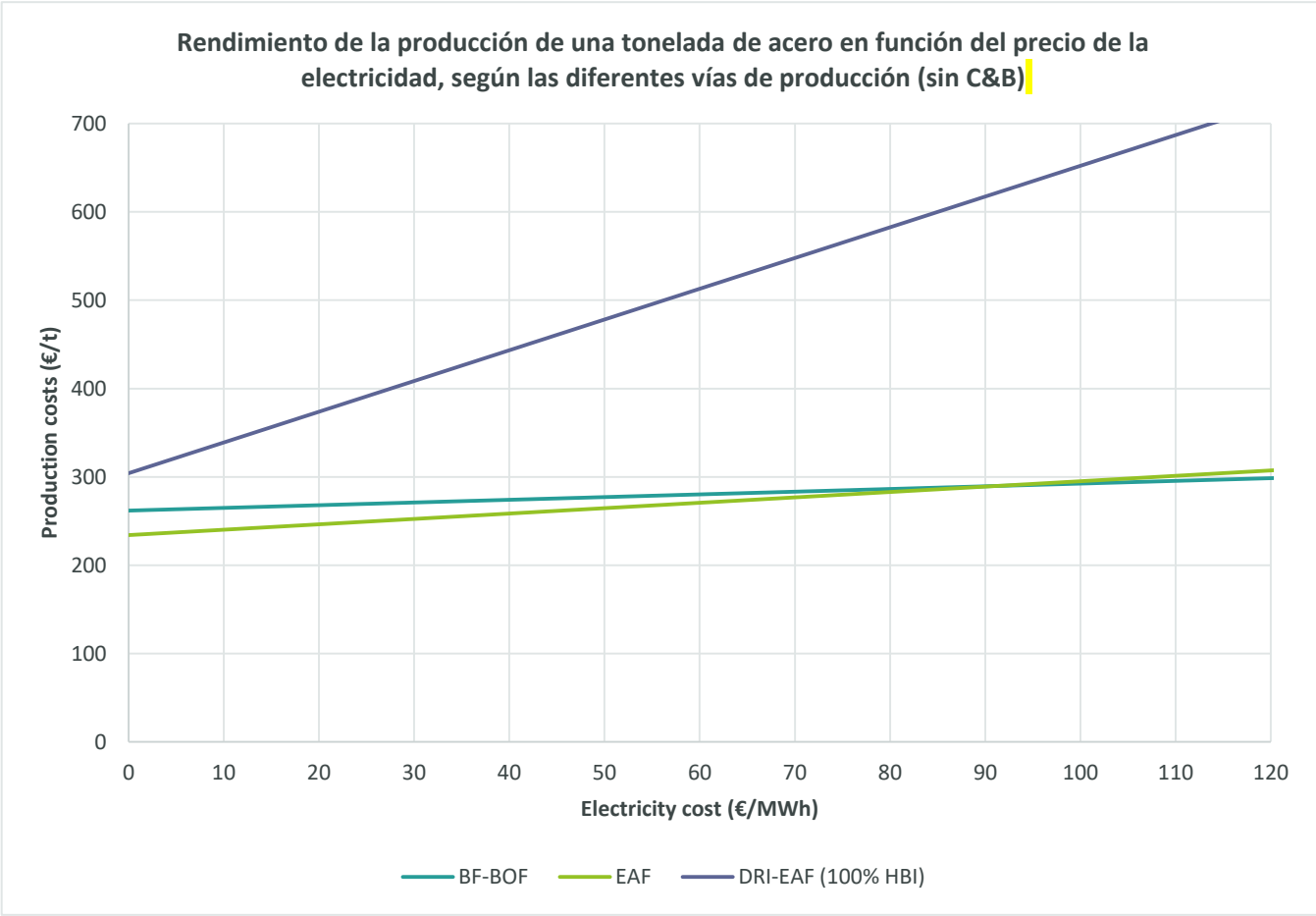
EL COSTE DE LA PRODUCCIÓN DE ACERO POR LA VÍA EAF-DRI TODAVÍA SIGUE SIENDO MÁS ELEVADO QUE EL PRODUCIDO POR LAS VÍAS TRADICIONALES (BOF/EAF)...

Coste por tonelada de acero producido, según las diferentes rutas



Source: Material Economics (2019): Industrial Transformation 2050

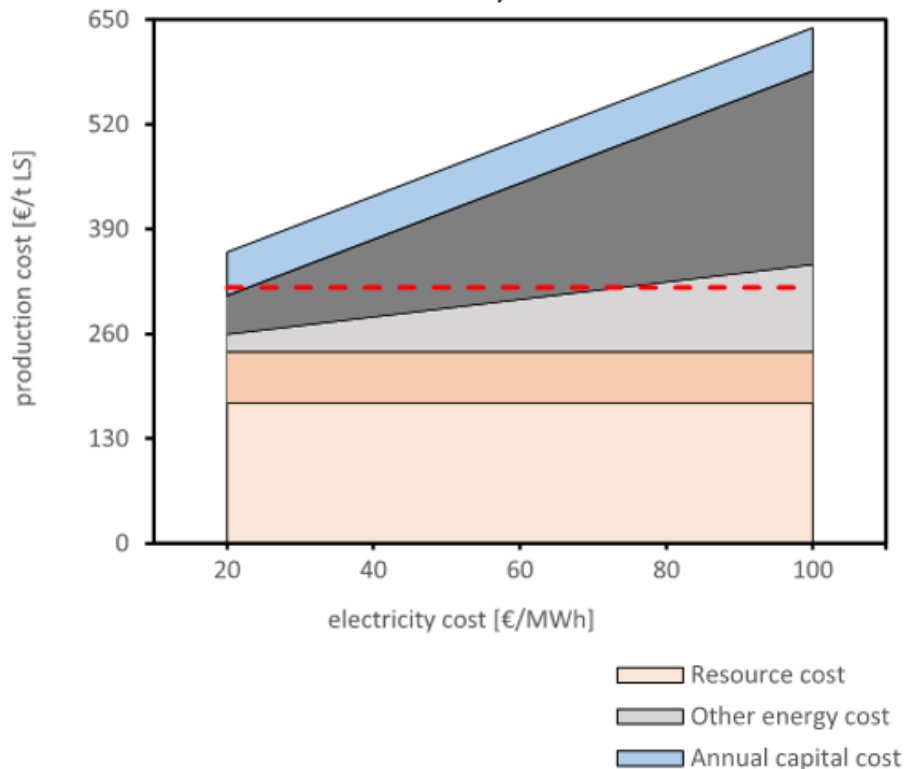
... Y EXPONE A LOS FABRICANTES DE ACERO AL MERCADO EUROPEO DE LA ELECTRICIDAD...



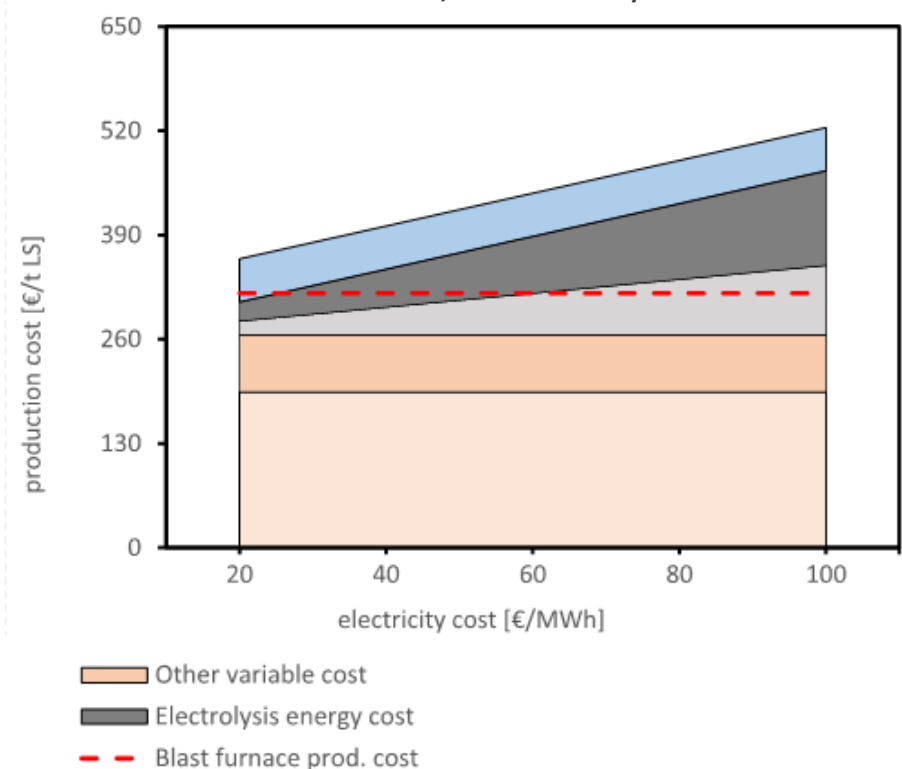
..PUDIENDO GENERAR TENSIONES SOBRE EL MERCADO DE LA CHATARRA

Ya que la chatarra puede utilizarse en el horno de arco eléctrico en combinación con el DRI para reducir las necesidades de mineral de hierro, energía e hidrógeno

Coste de producción por tonelada de acero vía DRI-EAF (100% DRI)



Coste de producción por tonelada de acero vía DRI-EAF (50% DRI, 50% chatarra)



Fuente : Vogl V., Åhman M. & Nilsson L. J. (2018), *Assessment of hydrogen direct reduction for fossil-free steelmaking*. *Journal of Cleaner Production*, 203, 736-745.

LOS RETOS EN TÉRMINOS DE EMPLEOS Y DE COMPETENCIAS

- ▶ La respuesta de los grupos siderúrgicos a los distintos retos tecnológicos, energéticos y medioambientales que plantea la transición hacia el carbono cero será decisiva para el futuro del empleo en Europa.
- ▶ Este futuro debe verse desde un punto de vista tanto cuantitativo como cualitativo.
 - Aunque desde un punto de vista cuantitativo, las repercusiones precisas en términos de necesidades de mano de obra son todavía difíciles de precisar, ya está claro que la transición energética tendrá un impacto en las competencias y las profesiones y que una transición justa requiere la aplicación de mecanismos para salvaguardar el empleo.
- ▶ Los actores industriales, con el concurso de todas las partes interesadas (trabajadores, representantes de los trabajadores y organizaciones sindicales, pero también autoridades públicas) deberían poner en práctica una metodología que permita:
 - Identificar los puestos de trabajo actuales y las competencias que requieren
 - Identificar las tendencias a las que están expuestos los empleos (empleos en tensión, empleos en transformación, empleos emergentes, empleos expuestos a la reducción de efectivos o a la desaparición, empleos expuestos a trabajos penosos, a turnos, a tiempo parcial, etc.)
 - Identificar los puestos de trabajo del futuro y las competencias que se necesitarán
 - Definir un plan de acción destinado a garantizar la empleabilidad de todos los trabajadores a través de mecanismos tales como la formación profesional, la movilidad profesional/geográfica, la transferencia de competencias, la gestión de la carrera, etc.
- ▶ El éxito de la transición energética y su carácter justo para los trabajadores dependerá así del grado de anticipación y de la pertinencia de las herramientas puestas en marcha.

