



MINUTA TÉCNICA

# Instrumentos económicos y financieros para el desarrollo de la industria del **hidrógeno verde en Chile**

JORGE VALVERDE-CARBONELL

JULIO 2024

## **SOBRE ESTE DOCUMENTO**

---

Este documento tiene como objetivo aportar a la elaboración de recomendaciones de política pública para el desarrollo sostenible de la industria del hidrógeno verde en Chile. Fue elaborado por Jorge Valverde, con la colaboración de Marcela Angulo, Eduardo Bitrán, Annie Dufey y Nathaly Rivera, directores de Espacio Público. A su vez, contó con el apoyo de Open Society Foundations.

## I. Contexto y desafíos de la industria de H2V

Existe amplio consenso sobre el potencial del hidrógeno verde (H2V) y sus productos derivados para descarbonizar sectores de difícil abatimiento, y así actuar como vector energético para el almacenamiento de energía. La cartera mundial de proyectos sigue creciendo exponencialmente, llegando a una capacidad potencial de 38Mt al 2030. Sin embargo, solo 4% de estos proyectos ha alcanzado la decisión final de inversión (International Energy Agency, 2023).

La industria del H2V se encuentra atrapada en el problema del huevo y la gallina, propio de toda industria naciente, y países que aparecían como claves para el desarrollo de este nuevo mercado han dado pie atrás. Por ejemplo, Japón –uno de los mayores potenciales *offtakers* de H2V– está migrando su estrategia de descarbonización, en un periodo de transición, hacia el hidrógeno azul<sup>1</sup>, el cual ha convergido más rápidamente al precio del hidrógeno gris (convencional) y tiene un precio que es aproximadamente la mitad del precio del H2V<sup>2</sup>.

De esta forma, existen dos factores centrales impiden el desarrollo del mercado del H2V:

- i. La brecha entre el precio del H2V y sus sustitutos es muy grande aún, y la convergencia esperada hacia finales de la década se ha ido alejando<sup>3</sup>. Esto induce a que los potenciales *offtakers* busquen otras opciones de vectores energéticos o se mantengan en el hidrógeno gris.
- ii. El CAPEX es muy alto y se proyecta una tendencia decreciente en el mediano plazo, lo cual significa un costo hundido muy alto y un lock-in tecnológico para los *early movers*. Esto desincentiva las inversiones necesarias de potenciales productores de H2V.

Por lo tanto, en el corto plazo la expansión de la industria solo es viable a través de instrumentos económicos y financieros que reduzcan el riesgo de inversión y acorten la brecha entre el costo de producción y precio. Estos instrumentos se encuentran fuertemente apalancados en recursos públicos e involucran cuantiosos capitales.

---

<sup>1</sup> Hidrógeno azul es aquel que se produce utilizando gas natural o carbón, en conjunto con un sistema de captura y almacenamiento de los gases de efecto invernadero generados.

<sup>2</sup> El argumento en favor del hidrógeno o amoníaco azul como combustible, además del ahorro de costos, es que permite adelantar inversiones en infraestructura con elevados costos hundidos. Así, acelerar innovaciones en los casos de uso, preparando la economía para el hidrógeno verde, que sería la solución de largo plazo.

<sup>3</sup> Mayores costos de financiamiento y operacionales han movido el rango de precio esperado para el H2V desde US\$1-2/kg a US\$3-4/kg, hacia finales de la década. La reciente subasta de la Unión Europea muestra que el costo de producción más competitivo se encuentra en torno a US\$5.5/kg H2V (España y Grecia). La licitación de Alemania de amoníaco verde, en el marco del programa H2Global, se la adjudicó solo una empresa, que opera en la actualidad en Egipto: entidad que tiene capacidad instalada y cuyo precio –del amoníaco verde– supera los US\$1100 la tonelada; mientras que el amoníaco azul se cotiza a menos de US\$500 la tonelada.

## II. Políticas tomadas por los países desarrollados

Los países desarrollados que han apostado por el H2V han abordado este descalce temporal de incentivos a través de agresivas políticas industriales, donde se subsidia hasta en 50% el costo de producción. Dichas políticas incluyen grants para innovación, desarrollo y demostración; incentivos a la demanda para la conformación de *clusters* y sofisticados instrumentos financieros para apalancar el desarrollo de la industria. El objetivo último es mitigar los riesgos de inversión en una industria naciente y cubrir la brecha entre precio y costo de producción en el corto plazo. En general, los países pioneros en esta industria naciente tienen sectores industriales que pueden absorber domésticamente la producción de H2V.

Tres ejemplos de estas políticas son:

- El crédito tributario (45V) a la producción de hidrógeno limpio, incorporado en el Inflation Reduction Act (IRA) de Estados Unidos, el cual contempla devoluciones a empresas con pérdidas tributarias: esto, en la práctica, se transforma en un subsidio que puede alcanzar US\$3/kg H2V. Este instrumento incluye incentivos al empleo local, los cuales multiplican por cinco el crédito por concepto de emisiones. Por lo tanto, de facto, la política ambiental se utiliza también como un subsidio al empleo.
- El programa SDE++ de Países Bajos contempla la cobertura por parte del Estado de la brecha entre oferta y demanda, que se origina en las subastas a dos puntas, la cual equivale también a US\$3/kg H2V. Una de las ventajas de este instrumento es que logra precios de eficiencia a través de una subasta simultánea de oferta y demanda, minimizando la brecha a ser cubierta por el Estado.
- Mecanismo H2Global de Alemania, actúa como formador de mercados globales mediante el cierre de la brecha temporal entre disposición a pagar y costo de producción del H2V y sus derivados. En la práctica, el mecanismo es muy similar al SDE++, pero difiere al incorporar un intermediario (HINT.CO), que compra la producción baja en emisiones (a un mayor costo) y la vende mediante subastas, cubriendo la brecha precio-costo mediante fondos públicos, fondos del clima o capital privado. Esto permite asegurar una demanda mínima y un precio estable por un tiempo a los *early movers*. Algo interesante sobre este instrumento es que H2V es una fundación que levanta fondos desde el gobierno y privados.

Otros instrumentos que están siendo implementados para mitigar el riesgo de la inversión son los contratos por diferencias (los cuales traspasan riesgo del productor al consumidor), garantías fiscales a la inversión y precios al carbono/sistemas de transacción de emisiones.

### III. Efectos de las políticas industriales tomadas por países desarrollados

---

Las políticas industriales tomadas por los países desarrollados tienen efecto sobre la competitividad de los países emergentes, ya que artificialmente reducen el costo de producción. De esta forma, la ventaja comparativa nominal que presentan varios países emergentes –dada principalmente por el costo de generación de energía renovable–, pierde relevancia frente a subsidios que compensan el diferencial de costos de producción. En la etapa de desarrollo temprana en la que se encuentra la industria, esto se ve reflejado en el redireccionamiento de los flujos de inversión entre locaciones con y sin subsidios, lo cual no solo encarece el costo de fondeo en los países emergentes, sino además tiene un efecto de reducción de demanda que implica la opción por H2 azul de diversos países. Por ejemplo, aquellas zonas donde existe un elevado potencial, como en el golfo de México y los países del golfo Pérsico y Australia.

Si bien, una vez desarrollada la industria, las políticas industriales deberían desaparecer y la competitividad ser definida a partir de las variables de mercado, las ventajas comparativas tecnológicas desarrolladas por aquellos países que aplicaron política industrial debiesen compensar las ventajas comparativas “naturales” de los países con mejor endowment para la producción de H2V. Por lo tanto, países que presentan ventajas “naturales” deben iniciar la curva de aprendizaje cuanto antes, de lo contrario el costo de catch-up futuro será muy grande. Las políticas críticas para el despegue de la industria son las relacionadas a mitigar los riesgos de inversión y asegurar volúmenes mínimos de consumo por parte de offtakers (nacionales o extranjeros).

## IV. Estado del arte en Chile

Chile ha concentrado sus políticas en las dimensiones de señalización y mitigación de los riesgos de inversión. Respecto a lo primero, nuestro país posee una estrategia nacional, la cual ha trascendido gobiernos y se ha instalado como un ancla de la política sobre H2V. Respecto a lo segundo, el gobierno de Chile ha lanzado recientemente el “Plan de Acción Hidrógeno Verde 2023-2030”. Este plan contempla 18 líneas de acción que abarcan desde la gobernanza y habilitación regulatoria, hasta mecanismos financieros y perspectiva de género en la industria del H2V. Por consiguiente, el plan tiene una cobertura amplia sobre las distintas dimensiones a considerar, pero un nivel de profundidad bajo respecto a los instrumentos concretos con los cuales se abordarán estas líneas de acción.

En el presente documento, se analiza la línea de acción sobre mecanismos económicos y financieros de impulso a la industria, la cual incorpora 10 acciones concretas de fomento a la industria. Estas son:

1. Asignación de terrenos fiscales.
2. Potenciar los instrumentos de CORFO con foco en H2V.
3. Impulsar la demanda interna de H2V a través de un mercado de emisiones.
4. Crear un fondo para créditos imputables al impuesto de primera categoría.
5. Tasa de desarrollo que reduzca impuestos para las inversiones pro productividad.
6. Fortalecimiento Ley Incentivo Tributario I+D.
7. Actualización del Crédito Verde de CORFO.
8. “Facility” para el financiamiento de proyectos de H2V y su cadena de valor.
9. Acompañamiento de proyectos a través de asesorías y apoyo financiero.
10. Acelerar la implementación de los primeros proyectos a través de rondas de financiamiento.

En términos generales, el alcance de los instrumentos parece adecuado, ya que abarca distintas dimensiones relevantes para el desarrollo de la industria, tales como la asignación de terrenos, el fomento de la demanda y líneas de financiamiento. Sin embargo, varios de estos son instrumentos vigentes que se redirigen hacia el hidrógeno verde y que se superponen en su funcionalidad. Esto genera la atomización de los recursos para el fomento de la industria, con lo cual el efecto esperado se reduce, ya que pequeños grants o créditos no modifican sustancialmente las restricciones que enfrentan los proyectos. La atomización también supone un costo de búsqueda y administrativo para los productores, que reducen la eficiencia económica. Además, varios de los instrumentos abarcan un conjunto más amplio de industrias, con lo cual los recursos para el H2V compiten con otras industrias que poseen un estado de desarrollo más avanzado.

Por lo tanto, parece más estratégico concentrar los recursos en menos instrumentos que sean especialmente diseñados para mitigar los riesgos de inversión y resolver los problemas de coordinación de la industria del H2V. Estos instrumentos debiesen

direccionarse a eslabones específicos de la cadena de suministro, privilegiando aquellos ítems que puedan constituir bienes públicos o club, tales como infraestructura, y que sean habilitantes para el desarrollo de la industria. En este sentido no parece adecuado asignar recursos a eslabones de la cadena de valor que no son esenciales para el nacimiento de la industria y que, en caso de que la industria no despegue, serán recursos desperdiciados. Un ejemplo en esta línea sería asignar financiamiento a la manufactura (ensamblaje) de electrolizadores, ya que solo sería rentable si existe una escala de demanda regional (no solo Chile) lo suficientemente grande. Adicionalmente, en términos de valor agregado las tareas de ensamblaje son las que menos valor aportan, concentrándose en países de ingreso medio-bajo.

Del listado de instrumentos anteriormente presentado, cinco son nuevos y debieran concentrar el esfuerzo de las autoridades en términos de recursos e incentivos. Estos son: asignación de terrenos fiscales (1), impulsar la demanda interna a través de un mercado de emisiones (3), créditos tributarios (4), tasa de desarrollo a inversiones pro productividad (5) y el “facility” (8). Estos están bien orientados y apuntan a condiciones habilitantes para el desarrollo de la industria, pero necesitan un diseño más audaz si quieren tener un impacto significativo.

Por ejemplo, la asignación de terrenos fiscales sigue el ritmo de los llamados que realiza el gobierno, con lo cual se debe esperar hasta el próximo llamado para acceder a las condiciones preferentes. De forma diferente, podría instaurarse una ventana permanente de solicitud donde se evaluara en base al impacto económico y estado de avance del proyecto (por ejemplo, haber ingresado a evaluación ambiental). Adicionalmente, el gobierno podría ir un paso más allá y ayudar a corregir las asimetrías de información proveyendo antecedentes sobre las condiciones del emplazamiento (existencia de pueblos originarios, especies protegidas, etc.).

En lo referente a los incentivos tributarios (instrumentos 4 y 5), estos apuntan a reducir el OPEX y CAPEX a través de un subsidio a la carga tributaria de los proyectos. Si bien, la rebaja impositiva mejora el retorno de los proyectos (aumenta la TIR) –teniendo un efecto positivo en el costo de financiamiento–, no resuelve el aspecto crítico de inyectar recursos frescos en la etapa inicial de los proyectos, lo cual reduce el costo hundido y, por ende, el riesgo de ser un *early mover*. Los créditos fiscales propuestos irían a los proyectos exitosos (que logren utilidades): con ello, serían recursos asignados en una etapa donde la ayuda fiscal es menos necesaria (ya lograron pasar la fase más crítica). También se corre el riesgo de que ningún proyecto logre llegar a esta etapa, lo que sería equivalente a no haber implementado ninguna política.

Respecto al impulso de la demanda a través de un mercado de emisiones, se propone crear un sistema de transacción de emisiones (ETS) en el sector de energía, que incentive la demanda interna por combustibles bajos en carbono, como el H2V. Si bien, la lógica de incentivos es correcta, estos instrumentos (al igual que el precio al carbono) se consideran instrumentos de masificación de la tecnología, una vez que ya existe un

mercado inicial. En el caso de Chile, uno de los grandes desafíos es identificar aquellas industrias donde el H2V pueda ser más costo-efectivo en el corto plazo, vis a vis a las tecnologías vigentes. Por lo tanto, el estímulo a la demanda debiese ser mucho más focalizado a sectores específicos, con incentivos a la co-localización de proyectos de H2V para la generación de *clusters*, que aseguren volúmenes de consumo mínimos para el despegue de la industria. Un ETS será efectivo una vez que ya exista un conjunto de industrias adaptadas tecnológicamente para usar H2V.

Finalmente, el “facility” parece ser el instrumento más robusto en términos de montos para potenciar a la industria. Sin embargo, solo será efectivo si los recursos se emplean para apalancar a los proyectos que parecen más competitivos, y esto va de la mano con el desarrollo de las condiciones habilitantes para la masificación de la industria. En este sentido, institucionalidad, regulación e infraestructura parecen ser los factores críticos.



## V. Propuestas de políticas

**Se debe considerar** que los principales componentes del costo de producción del hidrógeno verde son el precio del electrolizador, el costo de la energía y el costo de financiamiento. Además, se debe tener en cuenta que el costo del electrolizador es una variable exógena para Chile, ya que no participa en la cadena de producción de los electrolizadores, y que el costo de la energía y costo de financiamiento sí son variables en las que políticas locales pueden tener efecto. De este modo, las políticas industriales en torno al hidrógeno verde debiesen centrarse en estos últimos aspectos.

Adicionalmente, los instrumentos de política deben enfocarse en la liquidez de los proyectos en etapas tempranas. Esto, dado el alto monto del CAPEX; el costo hundido y lock-in para los *early movers*; las inversiones *up-front* antes de tener los permisos para desarrollar los proyectos; y la incertidumbre regulatoria propia de la industria naciente. En consecuencia, nuestras propuestas tienen como principio rector el *timing* en la provisión de recursos para el desarrollo de la industria, ya que, de lo contrario, serán recursos presupuestados pero no ejecutados (proyectos no lograrán superar etapas iniciales) o recursos mal asignados (se otorgarán a empresas que ya lograron sortear las etapas de mayor riesgo).

A continuación, se presentan tres propuestas alternativas a las presentadas por el ejecutivo que, a nuestro parecer, podrían ser más eficientes para conseguir los objetivos trazados de desarrollar la industria nacional de H2V.

### 5.1) Crédito tributario a empresas con pérdidas contra repago futuro

Permitir el crédito tributario para firmas con pérdidas que cumplan ciertas características, donde se incluya la industria del hidrógeno verde, pero no se acote exclusivamente a esta dada la inconstitucionalidad que podría conllevar. Esto, a cambio de un repago futuro a través de una sobretasa del impuesto de primera categoría, permitiría cubrir la brecha entre el precio y el costo de producción del hidrógeno verde en la etapa inicial. Además, el crédito sería una cuenta por cobrar, por lo cual se contabilizaría bajo la línea, no afectando el balance fiscal.

### 5.2) Crédito tributario sobre el CAPEX junto con la creación de un mercado secundario de créditos

Otorgar un crédito tributario por un porcentaje del CAPEX, que pueda ser transado por las empresas en un mercado secundario y así obtener liquidez: una propuesta que requiere de una innovación tributaria/financiera, que permita generar un mercado secundario profundo para transar estos créditos. Por lo tanto, el mercado debiese abarcar créditos tributarios otorgados para otro tipo de empresas que puedan empaquetarse dentro de un mismo propósito respecto a la industria del hidrógeno verde.

### **5.3) Programa Ventana del Futuro 2.0 con precalificación ambiental incluida**

Transformar esta política en un instrumento continuo e integral, que involucre la coordinación de distintas agencias públicas claves para el desarrollo de proyectos de H2V. De esta forma, el programa no solo incluiría la concesión onerosa del terreno, sino también una precalificación ambiental que otorgue una línea base en aspectos relevantes, tales como la presencia de pueblos originarios en las cercanías o el levantamiento de las principales especies presentes en el lugar. Adicionalmente, se podrían eximir las rentas y garantías exigidas por el Ministerio de Bienes Nacionales contra documentos técnicos que avalen el desarrollo del proyecto, para así reducir el riesgo de especulación.

## VI. Comentarios finales

El desarrollo de la industria del H2V a nivel mundial parece cada vez más lejano. Por más que existan compromisos de descarbonización por parte de múltiples países –y muchos de ellos incorporen el H2V en sus estrategias y compromisos nacionales–, mientras el precio del H2V no converja al precio del hidrógeno azul al menos, desarrollar la industria del H2V estará más cercano a ser un *wishful think* que a ser una realidad. Si bien, factores geopolíticos podrían acelerar el desarrollo de la industria (por motivos de seguridad energética) y, por lo tanto, hay que monitorearlos, la experiencia reciente muestra que tienden a considerarse como shocks transitorios sin mover de manera permanente las expectativas de precios relativos. Este ha sido el caso el shock del precio del gas natural producto de la guerra entre Rusia y Ucrania, el cual elevó el costo de producción de hidrógeno convencional al rango US\$4.8-7.8 /kg H<sup>2</sup> a mediados del año 2022, rango de precio en el cual el H2V es competitivo.

Lo anterior, no implica que países que tienen potencial para desarrollar la industria del H2V no hagan nada, pero sí es una señal de cautela y moderación de expectativas. Por ejemplo, proyectar que la industria del H2V o sus derivados van a aportar significativamente a las arcas fiscales de aquí al 2030 es completamente irreal. En el mejor de los casos, tendremos un par de operaciones a pequeña escala, que producirán amoníaco verde u otro derivado a un precio elevado.

Ahora bien, el vaso medio lleno de la historia es que en el mediano plazo el desarrollo tecnológico debiese hacer competitivo el H2V (quizás no al 2030 pero sí al 2040). Para ese entonces, haber desarrollado capacidades tecnológicas, institucionales y la infraestructura habilitante requeridas pueden marcar la diferencia entre desarrollar un nuevo sector económico o dejar pasar la oportunidad.

En este sentido, fomentar la demanda local es clave para el desarrollo de capacidades tecnológicas que permitan obtener el know-how necesario para ser competitivos en el mercado internacional (exportaciones) cuando el mercado se expanda. Es importante realizar un análisis sobre los sectores para los cuales podría ser costo eficiente demandar H2V, para levantar y luego trabajar sobre las brechas tecnológicas y de infraestructura existentes. Incorporar complementariedades tecnológicas y geográficas es fundamental para poder visualizar posibles *clusters*. Adicionalmente, el proceso de *ramp-up* de operaciones locales permiten resolver las fallas de coordinación de los mercados y del Estado.

Finalmente, cabe recordar que Chile incorpora el H2V como un componente crucial en la Estrategia Nacional de Cambio Climático para lograr los objetivos autoimpuestos en el NDC. Lo anterior, visto el escenario actual de este mercado, pareciera ser una traba para el desarrollo más que un *win-win* en términos económicos y ambientales. Insertar el H2V en nuestra matriz productiva de manera eficiente, pasa por brindar los marcos

e incentivos adecuados, buscar las complementariedades entre oferta y demanda, y pavimentar el camino; así, para cuando las condiciones de mercado acorten la brecha de precio respecto a los sustitutos, la industria podrá desarrollarse rápidamente. Fortalecer las capacidades de los tomadores de decisión y los cuadros técnicos que desarrollan la regulación y el marco institucional, es clave para el fomento de la industria.



[WWW.ESPACIOPUBLICO.CL](http://WWW.ESPACIOPUBLICO.CL)

