

# MEMORIA

2 de agosto de 2021

## Conferencia Virtual: Hidrógeno verde (H2) una alternativa para la descarbonización de Bolivia

Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética (PEERR)

La Paz, 27 de julio de 2021



Implementada por:



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
HIDROCARBUROS Y ENERGÍAS

PROGRAMA PEERR II- ENERGIAS RENOVABLES

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Av. Sánchez Bustamante # 504 entre calles 11 y 12 de Calacoto,

Zona Sur

La Paz - Bolivia

Presentada por:

**FIGASENERGIA S.R.L.**

Calle Pablo Busch No. 140 esq. Landivar,

Edificio Omnia Suites, (Barrio Brígida) Of. 302

Santa Cruz de la sierra - Bolivia

## Contenido

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1: ANTECEDENTES</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2: PROGRAMA</b>  | <b>3</b>  |
| <b>3: PONENTES</b>  | <b>4</b>  |
| <b>4: LISTA DE PARTICIPANTES</b>  | <b>9</b>  |
| <b>5: RESUMEN DIARIO</b>  | <b>10</b> |
| RESUMEN CORRESPONDIENTE AL DÍA 1 (27/07/2021) presentado el 28/07/2021  | 10        |
| RESUMEN CORRESPONDIENTE AL DÍA 3 (29/07/2021) presentado el 30/07/2021  | 12        |
| <b>6: PONENCIAS DIA 1: 27 DE JULIO 2021</b>   | <b>13</b> |
| Situación actual y perspectivas del hidrógeno en América Latina   | 13        |
| Jorge Luis Hinojosa, Consultor Inicio (México)  | 13        |
| Hoja de ruta para el hidrógeno en Chile   | 19        |
| Pilar Henriquez, Consultora senior Inicio (Chile)   | 19        |
| <b>7: PONENCIAS DIA 2: 28 DE JULIO 2021</b>   | <b>21</b> |
| El papel del hidrógeno en la descarbonización: Una nueva oportunidad para Bolivia                                   | 21        |
| Antonio Pérez Collar  | 21        |
| Hidrógeno verde en México: El potencial de la transformación  | 25        |
| Javier Arturo Salas Gordillo  | 25        |
| <b>8: PONENCIAS DIA 3: 29 DE JULIO 2021</b>   | <b>31</b> |
| H2 verde en Brasil – El estado actual   | 31        |
| Sebastián Ladnorg, Asesor técnico del programa H2 Brasil -GIZ Brasil  | 31        |
| Chile y el movimiento mundial de hidrógeno verde  | 35        |
| José Fuster Justiniano, Asesor técnico del Programa de Energías Renovables y Eficiencia energética (4E) – GIZ Chile | 35        |
| <b>9: PONENCIAS 30 DE JULIO 2021</b>  | <b>40</b> |
| Actualidad y proyección de escenarios para el uso de hidrógeno verde en Bolivia                                     | 40        |
| Eduardo Paz, Consultor Senior   | 40        |
| Aplicaciones para la promoción de hidrógeno verde en Bolivia  | 44        |
| Andreas Eisfelder, director NEB para Latinoamérica, Siemens-Energy  | 44        |
| <b>10: CIERRE</b>   | <b>48</b> |

## 1: ANTECEDENTES

De acuerdo a contrato con GIZ No. C-021-2021 de fecha 22 de julio de 2021, **FIGASENERGIA S.R.L.** ejecuta la consultoría para “Facilitar y coordinar el desarrollo de la “Conferencia Virtual: Hidrógeno verde H2 una alternativa para la descarbonización en Bolivia, una alternativa para la descarbonización en Bolivia”.

## 2: PROGRAMA



### Conferencia virtual: Hidrógeno Verde (H2) Una alternativa para la descarbonización en Bolivia

Haga click para  
unirse a las  
conferencias



#### ◀ 27 de julio

- 9:10 Situación actual y perspectivas del hidrógeno en América Latina. Jose Luis Hinojosa, Consultor Inicio
- 10:10 Hoja de ruta para el hidrógeno en Chile. Pilar Henriquez, Consultora Senior Inicio

#### ◀ 28 de julio

- 9:10 El papel del hidrógeno en la descarbonización: una nueva oportunidad para Bolivia. Antonio Perez Collar. CHao Founder
- 10:10 Hidrógeno Verde en México: El Potencial de la Transformación. Javier Arturo Salas Gordillo, Asesor Técnico del Programa Apoyo a la transición energética en México (TriEM) – GIZ México

#### ◀ 29 de julio

- 9:10 "H2 Verde en Brasil – El Estado Actual". Sebastian Ladnorg, Asesor Técnico del Proyecto H2 Brasil – GIZ Brasil
- 10:10 Chile y el movimiento mundial de hidrógeno verde. José Fuster Justiniano, Asesor Técnico del Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética (4E) – GIZ Chile

#### ◀ 30 de julio

- 9:10 Actualidad y proyección de escenarios para el uso de hidrógeno verde en Bolivia. Eduardo Paz, Consultor Senior
- 10:10 Aplicaciones para la promoción de hidrógeno verde en Bolivia. Andreas Eisfelder, Director NEB para Latinoamérica, Siemens Energy

Con el apoyo de:



### 3: PONENTES

Los ocho panelistas invitados por la GIZ para el desarrollo de ponencias relacionadas con el hidrógeno, presentaron, a su turno, aspectos normativos, técnicos, políticos y de mercado, en base a experiencias en Alemania, Bolivia, Brasil, Chile, España y México. (Fotos tomadas de LinkedIn)

#### **Día 1: 27 de julio de 2021**

##### **Jorge Luis Hinojosa Consultor Hincio (México)**

Jorge Luis Hinojosa es un profesional y consultor en energía y sostenibilidad especializado en innovación en energía e hidrógeno verde. Como emprendedor fue cofundador y director comercial de Rennueva, un startup de tecnologías de reciclaje que formó parte de la agenda de innovación de la Ciudad de México. Tiene experiencia como consultor en innovación, cooperación internacional y manejo de stakeholders en transición energética y cambio climático para la Secretaría de Energía de México, diseñando instrumentos para la asignación de más de 120 MDD en programas internacionales de I+D, y para el programa México Economía Limia 2050 de la Universidad de Stanford y USAID.



Su experiencia en hidrógeno empezó como Global Solutions Developer en ENGIE Hydrogen en París haciendo análisis de mercado, desarrollo de negocio e integración de propuestas para la solicitud de subsidios europeos con clientes en oil & gas y la industria química para Europa y Latinoamérica. Actualmente trabaja como consultor para Hincio en proyectos de hidrógeno verde en América Latina. Jorge Luis estudió ingeniería mecánica en la Universidad Nacional Autónoma de México, cuenta con una maestría en energías renovables por el Institut Polytechnique de París y habla español e inglés fluido, con conocimientos básicos de francés.

**Pilar Henríquez**  
**Consultor Senior Inicio (Chile)**

Pilar es Ingeniera Civil Mecánica de la Universidad de Chile y Magíster en Innovación de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Posee más de 11 años de experiencia en el sector transporte y energía, liderando exitosamente proyectos de electro movilidad, eficiencia energética y sustentabilidad, con alcance nacional e internacional, tanto en el sector público como privado.



Pilar ha participado en los principales estudios técnico-económicos, pilotos y diseños de plataformas enmarcados en el despliegue de la electro-movilidad en Chile, tanto para buses del transporte público como en taxis, flotas públicas y flotas privadas. Ha colaborado en el desarrollo de estudios de mercados y consultorías estratégicas en torno a soluciones de movilidad cero emisiones. Su experiencia laboral incluye países como Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Paraguay y USA. Pilar habla español, inglés y además tiene nivel básico de portugués.

**Día 2: 28 de julio de 2021**

**Antonio Perez Collar**  
**Chance and Choices SL – CHao Founder (España)**

Licenciado en Matemáticas por la Universidad Complutense de Madrid y PDD en Administración de Empresas por el IESE (Universidad de Navarra). Socio a título individual en el Club Español de la Energía (Enerclub), la Asociación Española del Gas (Sedigas), la Asociación Española del Hidrógeno (AeH2) y la Association of International Petroleum Negotiators (AIPN). Fundador de Chance and Choices SL – CHao, enfocada en asesorar y aconsejar a sus clientes en la estrategia y creación de valor a lo largo del proceso hacia la transformación energética sostenible y renovable, dentro del marco de los complejos mercados energéticos. Colabora con diferentes entidades de consultoría internacionales, firmas legales, corporaciones y empresas. Partner del International Gas & Energy Forum, organizador de la Feria y Foro de Movilidad Urbana Sostenible, BENIMOV, miembro del Steering Committee del Madrid AquaEnergy Forum. Con más de 35 años de experiencia internacional en el sector de la energía en el perímetro del Grupo Repsol, hasta su desvinculación en julio de 2015, como director ejecutivo Adjunto y responsable de Generación Renovable de la división de Gas &



Power. A lo largo de su carrera ha mantenido distintas posiciones ejecutivas en diferentes Consejos y Directorios de sociedades internacionales relacionadas con el gas natural y la energía eólica marina.

**Javier Arturo Salas Gordillo**

**Asesor Técnico**

**Programa Apoyo a la transición energética en México (TrEM)**

Asesor técnico del programa de Apoyo a la Transición Energética en México de la GIZ a cargo de la línea de integración de energías renovables variables a la red.

Ingeniero mecánico electricista por el Tecnológico de Monterrey, con maestría en ingeniería en energía por el Instituto Tecnológico de Karlsruhe y la Universidad de Lisboa.

Cuenta con 7 años de experiencia en el sector energético en México, en particular en el desarrollo de proyectos eólicos y solares de gran escala.



**Día 3: 29 de julio de 2021**

**Sebastian Ladnorg**

**Asesor Técnico Proyecto H2 Brasil**

Sebastián Ladnorg es ingeniero ambiental, con maestría en ingeniería civil con especialidad en gestión del agua y tecnología ambiental.

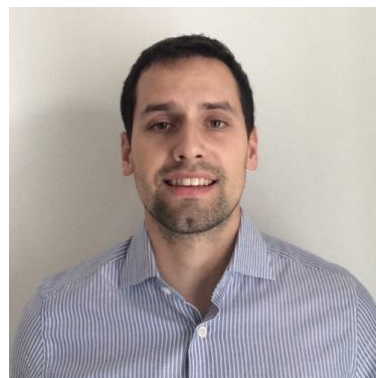
Ha participado en estudios e investigación ecológica y ambiental en Vietnam y ha sido estudiante de intercambio en asuntos ambientales en la Universidad de Taiwan en Taipei, al igual que en la Universidad Autónoma Metropolitana de México, habiendo defendido su tesis tanto en la Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil, como en su universidad Ruhr University Bochum, Alemania.



### **Jose Fuster Justiniano**

#### **Asesor Técnico Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética (4E) (Chile)**

Jose Fuster Justiniano, es ingeniero civil mecánico, por la Universidad Técnica Federico Santa María de Santiago de Chile y cuenta con una maestría en Ingeniería Energética, del Politécnico di Milano, Italia. En la actualidad es asesor técnico del Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la GIZ en Chile y trabaja en el proyecto de hidrógeno verde.



### **Día 4: 30 de julio de 2021**

### **Eduardo Paz Castro**

#### **Consultor Senior**

Eduardo Paz Castro es Ingeniero Industrial, titulado por la Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno de Santa Cruz. Cuenta con un MBA de la Universidad Católica Boliviana (Harvard Institute for International Development) y finalizó los estudios Doctorales del Diploma de Estudios Avanzados (DEA), del Doctorado en Desarrollo Regional de la Universidad de Barcelona, España.

Docente universitario de pregrado y postgrado en varias universidades del país, entre ellas UAGRM, Universidad Andina Simón Bolívar, EMI y otras.

cuenta con más de 30 años de experiencia, habiendo ocupado los cargos de Gerente General de la empresa eléctrica GUARACACHI SA., presidente ejecutivo de ENDE Corporación y Gerente General de la empresa petrolera YPFB CHACO.

Fue el Ingeniero responsable del análisis, recopilación y calculo reducción de emisiones de gases efecto invernadero en proyectos como el de Guaracachi, Guabirá y otros.

Consultor y capacitador de la GIZ (Cooperación Alemana) en cálculo de reducción de emisiones de gases efecto invernadero, energía renovable y financiamiento climático.



**Andreas Eisfelder**  
**Director NEB para Latinoamérica Siemens-Energy**

Andreas Eisfelder es el director para nuevos negocios de energía (New Business Energy-NEB), con base en Sao Paulo, Brasil. Ha sido director por más de 16 años en la división de estrategia y desarrollo de negocios y director en investigación de energía y electrónica, además de gerente general en soluciones de hidrógeno en el Siemens Corporate Technology China, además de ocupar importantes posiciones en Siemens en Alemania, en la región Austral-Andina, Chile, entre otros y tiene una maestría en economía por la Universidad Ludwig-Maximilians de Munich, Alemania.





## 4: LISTA DE PARTICIPANTES

La lista presentada a continuación consigna los participantes registrados hasta un día antes de la realización de la conferencia, sin embargo, participaron otros funcionarios de las entidades gubernamentales de Bolivia que fueron parte del evento, que no están registrados en la misma.

| Lista de participantes |                                     |  |             |
|------------------------|-------------------------------------|--|-------------|
|                        | Nombre                              | Correo Electronico   | Institución |
| 1                      | Jose Maria Salvador Romay Bortolini | <a href="mailto:jromay@hidrocarburos.gob.bo">jromay@hidrocarburos.gob.bo</a>       | MHE         |
| 2                      | Alejandro Quispe Ramos              | <a href="mailto:squispe@hidrocarburos.gob.bo">squispe@hidrocarburos.gob.bo</a>     | MHE         |
| 3                      | Carmen Cecilia Ramirez Villegas     | <a href="mailto:qramirez@hidrocarburos.gob.bo">qramirez@hidrocarburos.gob.bo</a>   | MHE         |
| 4                      | Eduardo Achu Quispe                 | <a href="mailto:eachu@hidrocarburos.gob.bo">eachu@hidrocarburos.gob.bo</a>         | MHE         |
| 5                      | Rudy Roberto Mamani Quisbert        | <a href="mailto:rmamani@hidrocarburos.gob.bo">rmamani@hidrocarburos.gob.bo</a>     | MHE         |
| 6                      | Leonardo Jauregui Ramirez           | <a href="mailto:ljauregui@hidrocarburos.gob.bo">ljauregui@hidrocarburos.gob.bo</a> | MHE         |
| 7                      | Carlos Raul Tancara Huarachi        | <a href="mailto:ctancara@hidrocarburos.gob.bo">ctancara@hidrocarburos.gob.bo</a>   | MHE         |
| 8                      | Edmundo Boris Delgado Quispe        | <a href="mailto:edelgado@hidrocarburos.gob.bo">edelgado@hidrocarburos.gob.bo</a>   | MHE         |
| 9                      | Ruben Peredo Grageda                | <a href="mailto:rperedo@hidrocarburos.gob.bo">rperedo@hidrocarburos.gob.bo</a>     | MHE         |
| 10                     | Edgar Freddy Caero Ayala            | <a href="mailto:ecaero@hidrocarburos.gob.bo">ecaero@hidrocarburos.gob.bo</a>       | MHE         |
| 11                     | Nelson Bellot Rodriguez             | <a href="mailto:nbellot@hidrocarburos.gob.bo">nbellot@hidrocarburos.gob.bo</a>     | MHE         |
| 12                     | Raul Alejandro Vargas Aguilera      | <a href="mailto:rvargas@hidrocarburos.gob.bo">rvargas@hidrocarburos.gob.bo</a>     | MHE         |
| 13                     | Oscar Fiesta Jani Jani              | <a href="mailto:ofiesta@hidrocarburos.gob.bo">ofiesta@hidrocarburos.gob.bo</a>     | MHE         |
| 14                     | Antonio Ticona Mamani               | <a href="mailto:aticona@hidrocarburos.gob.bo">aticona@hidrocarburos.gob.bo</a>     | MHE         |
| 15                     | Roberto Zubieta Roca                | <a href="mailto:rzubieta@hidrocarburos.gob.bo">rzubieta@hidrocarburos.gob.bo</a>   | MHE         |
| 16                     | Juan Jose Quispe Peñarrieta         | <a href="mailto:jqquispe@hidrocarburos.gob.bo">jqquispe@hidrocarburos.gob.bo</a>   | MHE         |
| 17                     | Camila Heredia Bernarz              | <a href="mailto:cheredia@hidrocarburos.gob.bo">cheredia@hidrocarburos.gob.bo</a>   | MHE         |
| 18                     | Karl Heinz Ampuero Puerta           | <a href="mailto:kaly.dtbd@gmail.com">kaly.dtbd@gmail.com</a>                       | MHE         |
| 19                     | Alex Antonio Saldias Schnorr        | <a href="mailto:alesaldiano@gmail.com">alesaldiano@gmail.com</a>                   | MHE         |
| 20                     | Mariela Gloria Sarmiento Jimenez    | <a href="mailto:mariela.sarmiento.j@gmail.com">mariela.sarmiento.j@gmail.com</a>   | MHE         |
| 21                     | Claudio Zambrana Fernandez          | <a href="mailto:czambrana@hidrocarburos.gob.bo">czambrana@hidrocarburos.gob.bo</a> | MHE         |
| 22                     | Neysa Quispe Flores                 | <a href="mailto:nquispe@hidrocarburos.gob.bo">nquispe@hidrocarburos.gob.bo</a>     | MHE         |
| 23                     | Javier Porrez                       | <a href="mailto:jporrez@hidrocarburos.gob.bo">jporrez@hidrocarburos.gob.bo</a>     | MHE         |
| 24                     | Roger R. Canedo Mancilla            | <a href="mailto:rcanedo@hidrocarburos.gob.bo">rcanedo@hidrocarburos.gob.bo</a>     | MHE         |
| 25                     | Javier Colque Lopez                 | <a href="mailto:jcolque@hidrocarburos.gob.bo">jcolque@hidrocarburos.gob.bo</a>     | MHE         |
| 26                     | Ramiro Mayta Rocha                  | <a href="mailto:rmayta@aetn.gob.bo">rmayta@aetn.gob.bo</a>                         | AETN        |
| 27                     | Daniel Cayo Lancea                  | <a href="mailto:dcayo@aetn.gob.bo">dcayo@aetn.gob.bo</a>                           | AETN        |
| 28                     | Wilson Montecinos Medina            | <a href="mailto:wmontecinos@aetn.gob.bo">wmontecinos@aetn.gob.bo</a>               | AETN        |
| 29                     | Victor Tola Copa                    | <a href="mailto:vtola@aetn.gob.bo">vtola@aetn.gob.bo</a>                           | AETN        |
| 30                     | Gonzalo Huaylla                     | <a href="mailto:gonzalo.huaylla@ende.bo">gonzalo.huaylla@ende.bo</a>               | ENDE        |
| 31                     | Dorian Pantoja                      | <a href="mailto:dorian.pantoja@ende.bo">dorian.pantoja@ende.bo</a>                 | ENDE        |
| 32                     | Oswaldo Velarde                     | <a href="mailto:osvaldo.velarde@ende.bo">osvaldo.velarde@ende.bo</a>               | ENDE        |
| 33                     | Jose Luis Ponce                     | <a href="mailto:jponce@cndc.bo">jponce@cndc.bo</a>                                 | CNDC        |
| 34                     | Abel Nina                           | <a href="mailto:anina@cndc.bo">anina@cndc.bo</a>                                   | CNDC        |
| 35                     | Diana Patty                         | <a href="mailto:dpatty@cndc.bo">dpatty@cndc.bo</a>                                 | CNDC        |
| 36                     | Julio Quiroz                        | <a href="mailto:jquiroz@cndc.bo">jquiroz@cndc.bo</a>                               | CNDC        |
| 37                     | Jhussen Villegas                    | <a href="mailto:jvillegas@cndc.bo">jvillegas@cndc.bo</a>                           | CNDC        |
| 38                     | Pedro Eterovic                      | <a href="mailto:peterovic@cndc.bo">peterovic@cndc.bo</a>                           | CNDC        |
| 39                     | Wilson Barron                       | <a href="mailto:wbarron@cndc.bo">wbarron@cndc.bo</a>                               | CNDC        |
| 40                     | Roberto Chambi                      | <a href="mailto:rchambi@cndc.bo">rchambi@cndc.bo</a>                               | CNDC        |
| 41                     | Lorena Espinosa Flores              | <a href="mailto:lorena.espinosa@giz.de">lorena.espinosa@giz.de</a>                 | GIZ-MEX     |
| 42                     | Adriana Aragon Tapia                | <a href="mailto:adriana.aragon@giz.de">adriana.aragon@giz.de</a>                   | GIZ-MEX     |
| 43                     | Willian Jensen Diaz                 | <a href="mailto:william.jensen@giz.de">william.jensen@giz.de</a>                   | GIZ-MEX     |
| 44                     | Marco Huels                         | <a href="mailto:marco.huels@giz.de">marco.huels@giz.de</a>                         | GIZ-MEX     |

## 5: RESUMEN DIARIO

Los días 28, 29 y 30 de julio, se presentaron resúmenes de las ponencias presentadas en las jornadas anteriores.

### RESUMEN CORRESPONDIENTE AL DÍA 1 (27/07/2021) presentado el 28/07/2021

Las exposiciones de ayer nos aproximaron al hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V) como vía de reducción de emisiones de carbono. Desde la situación de América Latina hasta el enfoque de desarrollo de proyectos en Chile, que es el país más adelantado en estas propuestas. Tanto el director de Energías Alternativas del Ministerio de Hidrocarburos y energía, Alejandro Quispe Ramos, como el director del Programa de energías renovables de la GIZ, Michael Mechlinski, manifestaron la importancia de un evento como este, ya que permite conocer todo el espectro del H<sub>2</sub> verde y su impacto en la descarbonización.

Jorge Luis Hinojosa, consultor en energía y sostenibilidad especializado en innovación energía e hidrógeno verde, expuso sobre la “Situación actual y perspectiva del hidrógeno en América Latina”. Dejando en claro que el H<sub>2</sub> es el elemento más abundante en la tierra, indicó que el año pasado la producción global alcanzó a 75 millones de toneladas, la mayor fuente fue el gas natural (75 %), seguida del carbono con el 22 %. El principal reto en estos proyectos es reducir costos.

Las estrategias nacionales de H<sub>2</sub> están acelerando las proyecciones de demanda, fundamentalmente, en mercados externos. Sin embargo, el consumo en los mercados internos tiene que ser prioritario para contribuir en la reducción de la contaminación ambiental. La producción de hidrógeno verde demanda grandes inversiones.

El hidrógeno puede sustituir a otros combustibles en el transporte público y privado pesado o liviano, además de la industria y otros rubros de la actividad económica, aseguró el consultor, al destacar que en América Latina “hay recursos renovables en abundancia”, señalando los hídricos, solares y eólicos. En la región hay 35 proyectos industriales en desarrollo y se anuncian nuevas propuestas en el ámbito mundial. Chile está más desarrollado en proyectos H<sub>2</sub>V, seguido de Costa Rica, Brasil y Argentina.

En menos de un año de lanzada la estrategia en Chile, el proyecto avanza en distintos campos para el desarrollo del hidrógeno verde. Ya se informó a la población en diversos talleres, se conformaron mesas de trabajo en los ámbitos legal, de comercio exterior y de políticas públicas. Así lo hizo saber en detalle la especialista Pilar Henríquez de la consultora Hincio, en la exposición sobre la “Hoja de ruta para el desarrollo del hidrógeno verde en Chile”.

La perspectiva exportadora de Chile tiene ya su visión puesta en Japón y Corea del Sur, puesto que estos países asiáticos han anunciado públicamente sus planes de sustitución

de combustibles fósiles por hidrógeno y otros. Se está trabajando en procesos participativos en distintos niveles. La motivación pasa por la certeza de que “el momento del hidrógeno es ahora”, que “el H<sub>2</sub>V es el más competitivo del planeta”, además que “es una oportunidad única para la industria limpia del tamaño de la minería chilena”.

Se identificaron varias fases a desarrollar. La primera, el uso doméstico de H<sub>2</sub>V a gran escala, en la segunda etapa el empleo en transporte y el inicio de la exportación, y ya en el largo plazo se abrirán nuevos mercados externos para la comercialización del energético. “Uno de los primeros focos” en Chile es el amoniaco verde con Europa como el potencial mercado de consumo. En ese sentido, hay proyectos en el Norte y avances en el Sur. Entre las metas, la consultora mencionó que para el 2030 se proyecta a Chile como líder exportador de hidrógeno verde, ser el país que produzca el H<sub>2</sub>V más barato.

El desarrollo de la primera planta H<sub>2</sub>V ya está aprobado. Está ubicada en Bío Bío al Sur del país. También se logró un acuerdo para construir una planta de amoniaco verde, el proyecto TRAMMO en Magallanes. De igual manera, se está avanzando en el plan de producción de combustible sintético, el propósito es alcanzar 526 millones de litros anuales en el 2026, destacó Henríquez.

## **RESUMEN CORRESPONDIENTE AL DÍA 2 (28/07/2021) presentado el 29/07/2021**

En la segunda jornada de la Conferencia virtual sobre Hidrógeno, las exposiciones acercaron a dos realidades la de Europa y México. Ambos mercados potenciales para el consumo de energía renovable como el hidrógeno verde. Sin embargo, dos realidades distintas, Europa con interés y avanzando a pasos acelerados, en tanto que México lentamente, enfrentando además una competencia de precios.

En el caso de mercados que avanzan en su consolidación es fundamental la “certificación de origen” como hidrógeno renovable. Esto requiere que el producto pueda ser rastreado en su huella de carbono y seguido hasta el final, lo que exige transparencia y confiabilidad, destacó Antonio Pérez Collar, co - fundador de la consultora Chance and Choices, desde Madrid.

De acuerdo con las proyecciones de Bloomberg, citadas por Pérez, el hidrógeno verde ya podría estar compitiendo con el hidrógeno azul antes del 2030, puesto que la tendencia de costos está cayendo; por ejemplo, en España se calcula que en el 2030 el precio bajaría de 6 a 1,9 dólares por kilo, y en el Sur de España mucho más, el descenso sería de 3,3 a 1,1 dólares por kilo de hidrógeno verde, señaló Pérez.

Respecto de la situación del hidrógeno en México, Javier Salas Gordillo de GIZ México, informó que el diagnóstico realizado establece la falta de un marco regulatorio, la ausencia de políticas y hojas de ruta para este energético. Por lo que es necesario definir una estrategia nacional, garantizar inversiones para el desarrollo de proyectos, la actualización de la política de cambio climático.

El desarrollo de un mercado interno para hidrógeno verde todavía está en ciernes dentro y fuera de México, pero se debe partir de que no sería el más competitivo para los mercados externos, excepto para Japón y Corea del Sur, tomando en cuenta que están dispuestos a pagar más. En México hay mucho que hacer, como lo identifica el diagnóstico.

Los retos están lanzados y las realidades son diversas según la ubicación en el globo y el interés de gobiernos, empresas y Estados. Dos ejemplos, dos visiones, dos contextos diferentes, que de todas maneras, son referentes para la descarbonización en Bolivia.

## RESUMEN CORRESPONDIENTE AL DÍA 3 (29/07/2021) presentado el 30/07/2021

En la tercera jornada de esta cita online se presentaron los avances del hidrógeno en dos países: Brasil y Chile. Ambos interesados en el desarrollo de proyectos comprometidos con la reducción de emisiones. Sin embargo, en etapas de progreso distintos y a ritmos diferentes. Brasil con mayores retos, pero con un gran mercado interno. En cambio, Chile más avanzado en regulación, en acuerdos, en información a los ciudadanos y distintos sectores del espectro socio-económico. Los proyectos en ambos países cuentan con el apoyo de Alemania, a través de la GIZ.

Brasil avanza en el uso del hidrógeno proveniente de diversas fuentes energéticas. Específicamente, para la descarbonización con hidrógeno verde hay un marco económico favorable, además que las empresas están presentes en toda la cadena. Existen proyectos grandes. Por lo tanto en este país “hay condiciones ideales” para el desarrollo de estas iniciativas, asegura Sebastian Ladnrog, asesor técnico del proyecto H2 Brasil de la GIZ en ese país.

En el Plan Energético Nacional 2050, aprobado en diciembre recién pasado, se describe al hidrógeno como un “elemento estratégico” para la matriz energética brasileña. Además tomando en cuenta el enorme mercado que significa la demanda interna de Brasil, tiene potencial para producir acero verde, fertilizantes como el amonio verde, combustibles no contaminantes tanto para transporte terrestre como aéreo y marítimo.

El hidrógeno verde tiene un sitio importante en Chile, ya en noviembre del año pasado se lanzó la Estrategia Nacional. Con la capacidad que en energía eólica y solar, la producción de hidrógeno verde y su comercialización será a precios competitivos tanto para el consumo interno como para la exportación. Esto está conduciendo a este país a ser líder en la región, aseguró desde Santiago, el asesor técnico de la GIZ en ese país, José Fuster.

Chile está avanzando en el camino de la descarbonización, inclusive con el cierre de centrales de carbón. Además que hay proyectos potenciales para la aplicación de hidrógeno en la producción de electricidad, celdas de combustible, producción de fertilizantes, explosivos para la minería y equipamiento tanto de transporte en interior

mina como en el exterior. Otros proyectos son montacargas para supermercados, la expansión de redes de gas natural y otros.

## 6: PONENCIAS DIA 1: 27 DE JULIO 2021

### Situación actual y perspectivas del hidrógeno en América Latina

Jorge Luis Hinojosa, Consultor Hincio (México)

*El principal reto para el desarrollo de proyectos de hidrógeno en América Latina es la reducción de costos, crear mercados internos y externos y despertar el interés político y empresarial.*

La ventaja de América Latina para la producción de hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V) es la existencia de abundantes fuentes para la generación, tomando en cuenta los recursos hídricos, eólicos y generación solar. Sin embargo, el principal escollo es el elevado costo, por lo que se requiere incentivos con el fin de nivelar los precios con los valores de los combustibles fósiles, además de asegurar mercados para la comercialización del producto.

El hidrógeno puede sustituir otros combustibles tanto en el transporte público y privado como en el pesado y liviano, además de la industria y otros rubros de la actividad económica, aseguró el consultor al destacar que en América Latina “hay recursos renovables en abundancia”, señalando los hídricos, solares y eólicos. En la región hay 35 proyectos industriales en desarrollo y se anuncian nuevas propuestas en el ámbito mundial. Señaló que Chile está más desarrollado en proyectos H<sub>2</sub>V, seguido de Costa Rica, Brasil y Argentina.

Las estrategias nacionales de H<sub>2</sub> están acelerando las proyecciones de demanda, fundamentalmente, en mercados externos, puesto que esa venta deberá cubrir costos de producción, tomando en cuenta que la producción de hidrógeno verde demanda inversiones millonarias. Sin embargo, el consumo en los mercados internos tiene que ser prioritario para contribuir en la reducción de la contaminación ambiental.

Las afirmaciones las realizó Jorge Luis Hinojosa, especialista en energía e hidrógeno verde, en su ponencia online sobre la “Situación actual y perspectiva del hidrógeno en América Latina”. Dejando en claro que el H<sub>2</sub> es el elemento más abundante en la tierra indicó que el año pasado la producción global de hidrógeno alcanzó 75 millones de toneladas, la mayor fuente fue el gas natural (75 %), seguida del carbono con el 22 %.

Con la premisa de que el objetivo es descarbonizar para cumplir con las metas propuestas, el consultor señaló que el hidrógeno puede producir el cien por ciento de insumos industriales verdes, mencionando, entre otros el amoníaco, refinerías, acero, en la industria química, en metalurgia y otros. Además de combustibles líquidos y gas natural renovables.

La exposición de Hinojosa, desde Santiago, fue realizada en la Conferencia Virtual “Hidrógeno Verde Una Alternativa para la descarbonización en Bolivia”, organizada por la GIZ de Alemania en coordinación con el Ministerio de Hidrocarburos y Energías, con el apoyo de Swisscontact, la consultora Hincio y la compañía global Siemens-Energy. La cita online congregó a invitados el MHE y otras entidades afines del Estado Boliviano. Comenzó el martes 27 de julio y finalizó el viernes 30, con dos exposiciones por jornada.

## **EL HIDRÓGENO EN EL MUNDO**

El consumo mundial de hidrógeno alcanzó 75 millones de toneladas el año pasado. Este volumen equivale a \$us 125 mil millones. El mayor mercado está en China, Europa, Estados Unidos y Medio Oriente.

El hidrógeno sirve como materia prima para industrias químicas y refinerías. En ese sentido, el mayor porcentaje de consumo se dio en refinación, 33%, amonio 27%, metanol 11%, acero 3%, químicos 2% y en otros usos el 24%.

En la actualidad el H<sub>2</sub> es producido por combustibles fósiles, el gas natural es el de mayor participación, pero el carbón está en segundo puesto, por el uso de éste sobre todo en China. De cualquier manera, la producción de hidrógeno en el 2020 “generó emisiones mayores a 800 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>”, de acuerdo con la información que brindó el expositor.

La principal fuente para la producción de H<sub>2</sub> es el gas natural puesto que cubrió el 76% de los 75 millones de toneladas, el carbón cubrió el 22%, en tanto que por electrólisis sólo el 2%.

La demanda de H<sub>2</sub> es exponencial. Entre 2015 y 2020 el consumo subió de 67 a 83 millones de toneladas anuales. La proyección para el 2030 es un ascenso a 117 millones, para el 2040 la subida será hasta 217 millones. El mayor incremento previsto es para el 2050, se estima un consumo de 642 millones de toneladas.

El experto aseguró que “las estrategias nacionales de hidrógeno están acelerando las proyecciones de demanda”.

## **ENORME POTENCIAL EN AMÉRICA LATINA**

El potencial energético de América Latina es la existencia de “recursos renovables en abundancia”, aseguró Hinojosa al mencionar los hidroeléctricos, solares y eólicos, pródigos y rentables que “permitirán la producción de hidrógeno verde a precios muy competitivos”, con la posibilidad cierta de exportación, pero a largo plazo. Además que hay “varias empresas multinacionales y nacionales explorando proyectos”, también empresas nacionales y grandes empresas están desarrollando proyectos en distintas fases.

Hinojosa tiene la certeza de que el potencial de descarbonización torna atractivo al hidrógeno verde para usos tradicionales y nuevos del energético. Sin embargo, todavía hay un largo camino que recorrer, pero el avance de los energéticos renovables permite avizorar celeridad en los procesos de transformación para descontaminar el medioambiente.

Chile ya es líder latinoamericano en el impulso del hidrógeno como vía para la reducción de emisiones de efecto invernadero. En el marco de la estrategia nacional se está creando mercado interno, su visión es exportar, abarca seis pilares de trabajo. Define mecanismos de financiamiento para la investigación y promoción del empleo del H<sub>2</sub>V; está en proceso de implementación el Instituto Chileno de tecnologías Limpias.

En el marco del desarrollo del hidrógeno verde se formaron consorcios como Hydra, integrado por CORFO, Engie y Mining3, para desarrollar el programa de transporte minero con el energético no contaminante; el HyEx, conformado por Enaex y Engie, para instalar una planta piloto de amoniaco verde para producir explosivos y el HIF, con la participación de Hary y Oni, para e-fuels y metanol en Magallanes.

En Brasil están comenzando los esfuerzos para el desarrollo de propuestas de hidrógeno. El proyecto más ambicioso es PECHEM que está en etapas iniciales, pero el objetivo es exportar, se calcula una inversión de \$us 5,400 millones con un potencial de 5 GW de electrólisis. Los principales retos que enfrenta este proyecto pasan por la falta de interés político, poco liderazgo industrial, pero sobre todo que la estrategia brasileña está enfocada en bioetanol.

En el caso de Uruguay hay un acuerdo de cooperación para desarrollo de proyectos de hidrógeno. La insignia de ese país es el proyecto H2U, para sustituir los combustibles contaminantes en transporte interurbano, principalmente camiones de carga. La inversión inicial es \$us 15 millones, con cooperación técnica del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). En este país entre los retos que se enfrenta están: despertar interés, optimización del modelo de negocio y falta de regulación, entre otros.

Argentina tiene el proyecto HYCHICO. Desde 2008 opera una planta piloto de producción de H<sub>2</sub>V. (La planta cuenta con dos electrolizadores con una capacidad total de 120 Nm<sup>3</sup>/h de hidrógeno y 60 Nm<sup>3</sup>/h de oxígeno. El hidrógeno de alta pureza (99,998 %) es mezclado con gas natural para alimentar un moto-generador de 1,4 MW, que posee un motor de combustión interna adaptado especialmente para operar con gas rico y/o pobre mezclado con hidrógeno. Es importante destacar que la pureza del hidrógeno producido lo hace especialmente apto para su uso en Celdas de Combustible -hychico.com.ar-).

El objetivo a largo plazo es abastecer con H<sub>2</sub>V los mercados regionales e internacionales. Entre los retos que debe vencer está la situación del país y el costo de capital, la optimización, rentabilidad y modelo de negocio, la falta de un ecosistema local y la falta de un mercado local en la Patagonia.

En Colombia se pretende alcanzar un consumo de 1,7 millones de toneladas de H<sub>2</sub> en la industria y 1,2 millones de toneladas en vehículos hasta el 2050. A mediano plazo al 2030 se pretende ampliar el uso de H<sub>2</sub> en el transporte, gasoductos y refinerías. Para un escenario de “disrupción” se requiere una capacidad instalada de 1,8 GW de H<sub>2</sub>.

Para el mediano plazo, el plan colombiano proyecta un consumo mínimo de 32.000 toneladas en el 2030 y un volumen máximo de 192.000 toneladas. Se pretende ampliar el uso de hidrógeno en sectores como el transporte con 600.000 vehículos eléctricos. En las refinerías

se sustituiría entre 5 y 10% de la capacidad total. En cuanto a la capacidad instalada de almacenamiento eléctrico se programa que entre 1 y 5% será electrólisis y almacenamiento de H<sub>2</sub>, el resto baterías.

En cuanto a México tiene alto potencial de producción de hidrógeno, pero “no hay planes” de desarrollo. Además que la implementación de nuevos proyectos es baja, además de haber una incertidumbre en el ámbito regulatorio, ni siquiera hay planes estatales de desarrollo.

Costa Rica es el primer país de América Latina que recibió el modelo Mirai de Toyota que opera con H<sub>2</sub>V de energía solar. Ese país definió una *Alianza del hidrógeno* para impulsar y desarrollar el ecosistema de H<sub>2</sub> para la movilidad sostenible. El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) tiene dos acuerdos con Siemens y Ad Astra para identificar negocios para el H<sub>2</sub>, con el interés de reconversión de turbinas a gas.

En la Guyana francesa se espera que el plan HDF entre en funcionamiento “muy pronto”. Hasta el 2022 entrará en operación la planta de energía solar con mayor capacidad de almacenamiento de hidrógeno en el mundo. La inversión programada es de 90 millones de euros y se encuentra en fase de construcción. Entre las tareas pendientes está la optimización tanto de la cadena de valor como del modelo de negocio y la rentabilidad que depende de subsidios.

## **REGULACIÓN AÚN AUSENTE**

En la región, tan solo Chile tiene una *Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde* ya publicada, también cuenta con una guía de apoyo para solicitar autorización de proyectos especiales de hidrógeno, lo que constituye el primer avance regulatorio, pero aún se aguarda la regulación específica. En Brasil el *Plan Energético Nacional* incluye el H<sub>2</sub>V; de igual manera, el *Plan para Energías Renovables* promueve diversas estrategias.

Colombia aún está definiendo en la Estrategia Nacional de H<sub>2</sub>. Se anuncia para este segundo semestre, documento que abarcará hidrógeno verde y azul. En tanto que el *Plan Energético Nacional 2050* incluye objetivos de penetración de H<sub>2</sub> cero emisiones. En la *Ley de Movilidad Eléctrica* se establecen incentivos.

La Ruta del H<sub>2</sub>V en Paraguay es el plan que analiza diferentes posibles estrategias para la implementación, hasta “se podría considerar una pre-Estrategia”. Argentina tiene una Ley de Promoción de Hidrógeno, sancionada en el 2006, pero “nunca fue reglamentada”. Luego en el 2014, se aprobó el Plan Nacional de H<sub>2</sub>, pero quedó sin ejecución.

En Uruguay, La Estrategia Nacional de H<sub>2</sub>V está en sus primeras etapas de desarrollo. En Costa Rica el Plan Nacional de Energía incluye H<sub>2</sub> como combustible limpio, se cuenta con una Comisión específica integrada por ministerios y empresas públicas para promover la industrialización y comercialización.

Si bien México tiene un alto potencial para producir hidrógeno, el entorno político y económico es complejo. Aún no hay una política nacional de H<sub>2</sub> ni regulación específica, falta conocimiento técnico y de proveedores, tampoco existe una optimización de proyectos ni



planes de incentivos. Estos datos son parte del diagnóstico que elaboró la consultora Hincio para GIZ-México.

## ¿QUÉ ES EL HIDRÓGENO?

El hidrógeno, más abundante en la tierra, de alta densidad, explicó el especialista en el área. Es un elemento químico, de número atómico 1, el símbolo de este químico no mineral es H, detallan los textos de química.

Es un gas incoloro, inodoro y muy reactivo. Su átomo está formado por un protón y un electrón y es estable en forma de molécula di-atómica (H<sub>2</sub>). Es el primer elemento químico de la tabla periódica. El compuesto más abundante e importante es el agua (H<sub>2</sub>O).

## EL HIDRÓGENO EN COLORES

En el mundo del hidrógeno se lo identifica por colores para distinguir la fuente de energía, la materia prima y la tecnología empleada para su producción. Este elemento como ingrediente de productos limpios, es decir con cero emisiones de CO<sub>2</sub>, o contaminantes del medio ambiente, como los combustibles fósiles o agua.

El hidrógeno *verde* es producido por electrólisis del agua que es la materia prima, la fuente energética es renovable, su nombre está asociado a cero emisiones de contaminantes. Los volúmenes de producción están entre 0,1 y 2 toneladas H<sub>2</sub> por día. La contribución a las metas de descarbonización se establecen con volúmenes medios de producción de H<sub>2</sub>, sin emisiones de CO<sub>2</sub> atmosféricas ni otro tipo de residuos.

El hidrógeno *rosa* es el que se obtiene de la energía nuclear, la materia prima es el agua, la tecnología de producción es la electrólisis acoplada a los sistemas de refrigeración de los reactores. Los volúmenes de producción son muy bajos entre 0,1 y 2 toneladas de H<sub>2</sub> por día. La gran ventaja es que no hay emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, pero contiene residuos nucleares.

Para el hidrógeno *turquesa* la fuente energética es energía renovable o carbono neutral, la materia prima es metano o bio-metano, la tecnología de producción es pirolisis, los volúmenes de producción a escala de laboratorio. No produce emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente, pero produce carbón sólido como subproducto.

El hidrógeno *azul* es producto de combustibles fósiles, pero con la ventaja de que se captura el CO<sub>2</sub>, en un proceso similar al que se realiza en las centrales térmicas que operan con gas natural o en ciclo combinado. En el caso del metano la tecnología de producción es reformada del metano con vapor, en tanto que el carbón a través de gasificación con captura de carbono. Los volúmenes son altos entre 100 y 600 toneladas de H<sub>2</sub> por día. Se logra entre 80 y 90% de reducción de emisiones.

El hidrógeno *gris*, actualmente el de mayor producción, utiliza combustibles fósiles para su producción emitiendo en este proceso CO<sub>2</sub>. La tecnología de producción es con vapor en el

caso del metano y gasificación con el carbón. El nivel de producción es alta, entre 100 y 600 toneladas de H<sub>2</sub> por día.

“Tanto los usos tradicionales del hidrógeno como los nuevos son susceptibles de utilizar cualquier color del hidrógeno, siendo el *verde* el objetivo para lograr descarbonizar la economía global”, dejó en claro el expositor.

## **HIDRÓGENO VERDE (H<sub>2</sub>V)**

El hidrógeno verde se produce empleando una energía libre de emisiones contaminantes a través de un electrolizador. En el proceso de electrólisis se separan los átomos de hidrógeno y oxígeno.

La potencialidad del H<sub>2</sub>V para la descarbonización “lo hace atractivo” tanto para usos tradicionales como para nuevos, aseguró Hinojosa al mencionar la industria pesada, la industria liviana y cogeneración, la generación eléctrica a gas natural y la integración a la red eléctrica, combustión directa y movilidad.

En el ámbito de la industria pesada están refinerías, amoniaco, metanol, metal y acero. En la industria liviana y co-generación se mencionan la producción de vidrio flotado, síntesis química, aceites y grasas, sistemas combinados de calor y potencia y sistemas para calor industrial.

## **CONSEJOS PARA DESARROLLO DEL H<sub>2</sub>**

La consultora Hincio señala ocho pasos a seguir para el desarrollo del hidrógeno en la región, que van desde la formación de alianzas estratégicas, definición de políticas y regulación para la producción y uso del hidrógeno.

El primer paso es crear liderato político e industrial con el fin de integrar H<sub>2</sub> en los nuevos sistemas energéticos, de transporte e industriales, enmarcado en la agenda climática regional, como parte de estrategias nacionales.

Un segundo paso recomendado es mapear y estimular la demanda regional de H<sub>2</sub> para petróleo, gas, minería, fertilizantes, transporte pesado y de larga distancia. El tercer paso es definir marcos regulatorios que garanticen seguridad y calidad del hidrógeno.

En la región es necesario concretar políticas fiscales, mecanismos financieros y subsidios para alentar a los primeros desarrolladores y adaptadores habilitadores de tecnología.

El quinto paso es construir ecosistemas nacionales y asociaciones industriales capaces de contribuir con visiones y estrategias que conduzcan a hojas de ruta para atraer inversiones.

Se recomienda acelerar la difusión del conocimiento y crear capacidades institucionales con el fin de que las tecnologías de hidrógeno se integren en las agendas de transición energética y mitigación del cambio climático.

De igual manera, se deberá acumular la demanda regional de vehículos para atraer el interés de proveedores de autobuses y camiones a la región.

También fomentar la participación de organismos multilaterales, menciona como octavo paso.

## Hoja de ruta para el hidrógeno en Chile

Pilar Henríquez, Consultora senior Inicio (Chile)

*Acuerdos público-privados. Producir el H<sub>2</sub>V más barato, competir en mercados externos y convertirse en el tercer productor mundial, son las metas de Chile.*

Con el objetivo de convertirse en el país líder en producción de hidrógeno verde, amoníaco verde, combustible sintético y otros derivados, Chile impulsa el desarrollo de proyectos, con financiamientos iniciales y concretando alianzas estratégicas. En Magallanes y Biobío están aprobados los primeros proyectos de instalación de plantas de H<sub>2</sub>V.

En menos de un año de lanzada la estrategia en ese país el proyecto avanza en distintos campos para el desarrollo del hidrógeno verde. Ya se informó a la población en diversos talleres, se conformaron mesas de trabajo en los ámbitos legal, de comercio exterior y de políticas públicas. Así lo hizo saber en detalle la especialista Pilar Henríquez de la consultora Inicio, en la exposición sobre la “Hoja de ruta para el desarrollo del hidrógeno verde en Chile”.

Con la mirada puesta en mercados externos para colocar el hidrógeno que produzcan en Chile y el autoabastecimiento de energía limpia, ese país avanza aceleradamente en distintas áreas de desarrollo de H<sub>2</sub>V. Se buscan y forman alianzas estratégicas, se definen políticas internas y se emiten normas que permiten iniciar procesos piloto. El país ya cuenta con proyectos en el Norte y Sur para producción, siempre con la mira en la exportación.

La perspectiva exportadora de Chile tiene ya su visión puesta en Japón y Corea del Sur, puesto que estos países asiáticos han anunciado públicamente sus planes de sustitución de combustibles fósiles por fuentes de generación sostenible y verde. Se está trabajando en procesos participativos en distintos niveles.

La motivación en Chile pasa por la certeza de que “el momento del hidrógeno es ahora”, que “el H<sub>2</sub>V es el más competitivo del planeta”, además que “es una oportunidad única para la industria limpia del tamaño de la minería chilena”, según presentó Henríquez.

Ya se identificaron las fases a desarrollar. La primera, el uso doméstico de H<sub>2</sub>V a gran escala, en la segunda etapa el empleo en transporte y el inicio de la exportación, y ya en el largo plazo se abrirán nuevos mercados externos para la comercialización del energético. “Uno de los primeros focos” en Chile es el amoníaco verde que tiene como mercado objetivo a Europa. En ese sentido, hay proyectos en el Norte y avances en el Sur. Entre las metas, la consultora

mencionó que para el 2030 se proyecta a Chile como líder exportador de hidrógeno verde y el más barato.

El desarrollo de la primera planta H<sub>2</sub>V ya está aprobado, ubicada en Biobío al Sur del país. También se logró un acuerdo para construir una planta de amoniaco verde, el proyecto TRAMMO en Magallanes. De igual manera, se está avanzando en el plan de producción de combustible sintético, el propósito es alcanzar 526 millones de litros anuales en el 2026, según destacó Henríquez.

En el plan de acción, la ponencia de Henríquez menciona la disponibilidad de \$us 50 millones para proyectos de producción H<sub>2</sub>V; \$us 400 mil para proyectos piloto y \$us 845 mil para la planta del Sur en la región del Biobío.

En el ámbito legal se trabaja en normativas para el control de transporte de hidrógeno y para movilidad generada por H<sub>2</sub>. Tomando en cuenta que aún no existen normas que regulen la producción y el uso del H<sub>2</sub>, en Chile se están emitiendo ciertos reglamentos que dan viabilidad, como la normativa para conducir vehículos a hidrógeno aprobado hace un mes.

El plan de acción de Chile, liderado por el Ministerio de Energía, tiene metas claramente establecidas para los años 2025, 2030 y 2040, además de un plan de acción de cuatro ejes, señaló Henríquez, al indicar que en el plazo de cuatro años más se concretarán millonarias inversiones con una capacidad instalada de electrólisis para 5 Gigawatts (GW) producción en dos polos; transformarse en líder exportador global; ofrecer el menor precio (menos de 1,5 dólares por kilogramo), entre otros.

Los ejes que mueven este plan abarcan el desarrollo de los mercados interno y externo, elaborar y poner en vigencia normas que regulen el sector, plantas de seguridad y pilotos, capacitar el capital humano y la innovación en Chile, además del desarrollo social y territorial.

Ya se trabaja en el ámbito internacional y con el propósito de formar alianzas con empresas multinacionales y abrir mercados. De igual manera, se está avanzando en estrategias de regulación, además en la certificación de seguridad para garantizar los estándares internacionales, tomando en cuenta que mercados externos como el europeo exigirán estas certificaciones.

Chile avanza para alcanzar sus metas en los plazos que se fijaron. El trabajo se realiza en distintas áreas con participación de las entidades públicas y privadas. “La idea de esta nueva identidad es que podamos capturar más valor que en otras industrias que hemos desarrollado”, remarcó la expositora al indicar que se definirán “hojas de ruta” para asignar recursos financieros que permitan “apalancar proyectos”, teniendo en cuenta la necesidad de tecnología.

## 7: PONENCIAS DIA 2: 28 DE JULIO 2021

### El papel del hidrógeno en la descarbonización: Una nueva oportunidad para Bolivia

Antonio Pérez Collar

*En la lucha por la descarbonización del planeta, el gas natural será sustituido por hidrógeno. En el transcurso del tiempo, se establecen metas al 2050. El hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V) competirá con combustibles fósiles altamente contaminantes. El objetivo es la industria, el transporte y la generación de energía.*

El hidrógeno (H<sub>2</sub>) va a ser la energía que termine sustituyendo al gas natural, además que la expansión de este elemento es el aporte a la descarbonización del ambiente, dando inicio a una nueva época. Los costos evolucionan positiva y rápidamente, lo que permite percibir un H<sub>2</sub> muy competitivo. Con lo cual el uso de este energético irá aumentando en vehículos, industria y otros rubros.

El hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V) está en la mira de los países empeñados en la limpieza del ecosistema. Y aun cuando tropieza con trabas, como los costos de producción, que todavía son altos, las legislaciones, las certificaciones de calidad y garantía, la tecnología y el capital humano, entre otros, igual parece ser la vía por la que el mundo debe atravesar para la descarbonización.

En ese sentido, se dirigió la exposición del tema “*El papel del hidrógeno en la descarbonización: Una nueva oportunidad para Bolivia*”, que Antonio Pérez Collar realizó desde Madrid en la segunda jornada de la Conferencia Virtual: Hidrógeno Verde una Alternativa para la descarbonización en Bolivia.

Se “anuncia una desaceleración de la demanda de gas natural a nivel mundial”, que en el periodo 2015-2019 creció en 3%. El dato corresponde al informe que publicó recientemente la Agencia Internacional de Energía (AIE), indicó Pérez, al señalar que si bien seguirá creciendo, será en menor porcentaje. Esta reducción es básicamente por la sustitución de combustibles fósiles con otras fuentes energéticas renovables.

“La ola grande del hidrógeno se ha producido en muy poquito tiempo”, afirmó el consultor al indicar que los costos del H<sub>2</sub> “están teniendo una evolución muy positiva y muy rápida”, por lo que está alcanzando niveles muy competitivos con otras fuentes energéticas.

Con las medidas de sustitución del empleo del carbón y combustibles fósiles se desarrollan bio-metano, hidrógeno renovable, básicamente por el conjunto de políticas y de iniciativas en la industria, es decir que se unieron los intereses de estos dos sectores. Pero en los modelos energéticos se requiere de hidrógeno.

El expositor mencionó que en 2019, las energías renovables y nucleares sustituyeron al carbón, pero para el 2025, por sí solas la energía eólica, fotovoltaica y otras reemplazarán al carbón.

Las fuentes renovables y los combustibles fósiles “han llegado a una convergencia en que el hidrógeno (H<sub>2</sub>) es uno de los elementos que ambos necesitan”, por un lado, las renovables que no pueden cubrir la totalidad de la demanda de determinados usos, debido a la tecnología por lo que el hidrógeno es su aliado. En tanto que en el caso de petróleo y el gas natural son emisores de gases de efecto invernadero, entonces el H<sub>2</sub> es la forma de descarbonizar.

En la actualidad la forma de producir hidrógeno es a partir del gas natural, esto “conlleva una producción de emisiones de CO<sub>2</sub> y sin embargo, a partir de electrólisis del agua y fuentes renovables este hidrógeno “queda mucho más cerca”.

Dentro de ese marco, la AIE espera un crecimiento “muy importante” a nivel mundial. Para reducir considerablemente la emisión de carbono para 2050 se señala 240 BCM y en el caso de hidrógeno azul se estaría hablando de 520 millones de toneladas. “El despliegue a nivel mundial está claro. Ésta va a ser una de las energías y probablemente la que va a sustituir el gas natural”, aseguró Pérez.

## **EL POTENCIAL DE BOLIVIA**

“El posicionamiento de Bolivia en términos de energía como suministrador de gas natural es perfectamente conocido”, de igual manera, el potencial hidroeléctrico en las energías renovables también “es muy relevante”, además empiezan a aparecer proyectos solares, sector en el que el desarrollo renovable va a ser importante.

Así se refirió el expositor al hacer referencia a la estrategia de transición energética que el actual presidente había indicado a la publicación Argus Latin America Energy. Recordando la tradición de exportación gasífera, el potencial energético, el papel que tendrán el hidrógeno renovable y sus sub-productos en el proceso de conversión de combustibles fósiles a energías limpias.

En la estrategia señalada por el Jefe de Estado boliviano, se menciona que la transición energética es clave con el reemplazo de la generación con gas en 2025, pero manteniendo en reserva las centrales térmicas. Además son parte del desarrollo de proyectos carbonizadores, renovables y producción de litio que “es un referente mundial”.

El experto indicó que “en el foco de la planificación”, se incluyen vehículos eléctricos, energías renovables y producción de litio, además de una nueva planta de diésel renovable (HVO) en la refinería Guillermo Elder Bell de Santa Cruz de la Sierra, en la que se invertirán \$us 381 millones, la producción estimada supera 696 millones de litros del combustible verde.

## **DESCENSO INESPERADO**

La caída del H<sub>2</sub> es sorprendente, puesto que según las previsiones que se hicieron el año pasado y las de esta gestión los costos ya han caído. En este marco, el Banco Europeo de Inversiones está comparando Europa Central con Europa del Sur, concretamente, España.

El cotejo del comportamiento del H<sub>2</sub> en los dos mercados, permite observar que en la parte Central de Europa la producción de hidrógeno renovable pasaría de 4,6 a 1,30 euros el kilo. En esta región, la producción de H<sub>2</sub> estaría más asociada a la energía eólica y eólica marina, indicó el expositor.

En el caso del Sur se bajaría de 3,3 a 1,1 euros el kilo. Lo cual induce a deducir que “lo que está estimando el Banco Europeo de la Inversión es que el Sur de Europa, produciendo H<sub>2</sub> a partir de energía solar, va a ser más competitivo y va a poder exportar hidrógeno al Norte de Europa”. Esa venta “probablemente sea antes del 2030, tomando en cuenta la caída de los costos.

Pérez estima que “probablemente para el 2025, 2026 ya podremos estar viendo precios del hidrógeno en el rango de los 2 euros por kilo en España y Latinoamérica”, teniendo en cuenta el rápido descenso de los costos.

En el caso del H<sub>2</sub>V lo que más influye es el costo de la energía eléctrica. El movimiento de la energía solar tanto al ascenso o descenso. Bloomberg está anunciando que el H<sub>2</sub>V podría competir con el azul bastante antes del 2030. Brasil y Chile son primero y segundo en la competitividad, a partir de la fuente solar. “La tendencia que se ve es que la caída será mucho más rápida”, puesto que ya los costos están descendiendo.

De acuerdo con las proyecciones de Bloomberg, el hidrógeno verde ya podría estar compitiendo con el hidrógeno azul antes del 2030, puesto que la tendencia de costos está cayendo, por ejemplo, en España se calcula que en el 2030 el precio bajaría de 6 a 1,9 dólares por kilo, y en el Sur de España mucho más, el descenso sería de 3,3 a 1,1 dólares por kilo de hidrógeno verde, señaló Pérez.

El proceso de caída de costos será más rápido de lo proyectado, inclusive cambiarán los usos, puesto que en la actualidad el hidrógeno se está utilizando para amoníaco y para el tratamiento del metanol, y la previsión para el 2050 está más equilibrada entre productos químicos, la construcción, el transporte, la industria y generación.

## **PAPEL DEL HIDRÓGENO**

El papel del H<sub>2</sub> renovable es fundamental en el escenario de desarrollo sostenible, publicado por la AIE en el 2020. Un año antes, 2019, la principal y mayoritaria fuente era combustible fósil con emisiones altas de CO<sub>2</sub>. Pero posteriormente el despliegue es enorme para suplir los contaminantes con H<sub>2</sub>V y en menor escala el hidrógeno azul, que se extrae del gas natural, pero sin carbono.

Teniendo en cuenta el papel fundamental del H<sub>2</sub> en la descarbonización los costes van en descenso a partir de recuperar el CO<sub>2</sub> del gas natural para el H<sub>2</sub> azul. Influye el costo de la fuente energética, que como este año tuvo tendencia ascendente, también esta aporta el importe del carbono en cuanto a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Ambos factores hacen que el H<sub>2</sub> azul vaya hacia arriba.

El H<sub>2</sub> se va a utilizar en un conjunto de rubros que va a sustituir la refinación, la parte de industria va a crecer, pero sobre todo el transporte, generación y aparecerán biocombustibles o amoniaco verde, muy ligado al mundo del transporte marítimo.

“La ola tan grande del hidrógeno se ha producido en muy poquito tiempo”. Basta ver el crecimiento del *Hydrogen Council*, constituido recién en enero del 2017 con 13 empresas fundadoras y ese número se multiplicó hasta 92 miembros en sólo tres años, En los años posteriores se realizaron reuniones de ministros de distintos países, en el 2019, la AIE sacó el primer informe sobre “el futuro del hidrógeno” con la agenda de acción global.

El año pasado las acciones fueron ágiles. En enero se publicó el documento "Path To Hydrogen Competitiveness: A Cost Perspective", que es un informe sobre las perspectivas económicas de las tecnologías del H<sub>2</sub>, elaborado por el *Hydrogen Council*. En julio la AIE organizó la Cumbre de Transición, en la cual los ministros de los países más contaminantes confirmaron su compromiso con el desarrollo del hidrógeno.

En septiembre del año pasado, la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA) publicó el informe “Reaching Zero with Renewables”, con rutas para lograr emisiones cero de CO<sub>2</sub> en la industria y el transporte antes del 2060.

En octubre se publicó el informe de IRENA “Producing Competitive Green Hydrogen: Scaling up Electrolysers and Reducing the Cost of Green Hydrogen” con guías para desarrollar y escalar las tecnologías de electrolizadores como uno de los puntos en común de las Hojas de Ruta y Estrategias de los países, detalla la ponencia.

## **CERTIFICADO DE ORIGEN**

En el caso de mercados que avanzan en su consolidación es fundamental la “certificación de origen” como hidrógeno renovable. Esto requiere que el producto pueda ser rastreado y seguido hasta el final, lo que exige transparencia y confiabilidad, destacó el consultor Antonio Pérez Collar, en su presentación vía online desde Madrid.

Las garantías de origen deben cubrir cuatro pilares: trazabilidad y rastreabilidad, es decir que debe estar claramente identificable dónde fue producido el H<sub>2</sub>V y rastrear el producto hasta el final. La otra, comerciabilidad, además que tiene que ser un proceso claramente transparente y tiene que generar confianza.

Las garantías de origen son diferentes para cada renovable. Entre los gases renovables como el biogás, bio-metano, el hidrógeno de origen renovable -que es el H<sub>2</sub>V-, éste pierde su concepto de renovable si se mezcla con el gas natural fósil.

La huella de CO<sub>2</sub> del H<sub>2</sub> depende de su origen, si es fósil es H<sub>2</sub> negro o gris, con la extracción del carbono H<sub>2</sub> azul, sin nada de carbón es el H<sub>2</sub> turquesa y el renovable es el H<sub>2</sub>V producido a partir de energía solar o eólica.

El hidrógeno renovable “se puede vender directamente con sus garantías de origen en usos industriales o de movilidad, pero al ser inyectado en una red de gas natural se “reconvierte”



en un gas renovable que, salvo procesos de *deblending* no permite su uso como H<sub>2</sub> en el punto de consumo”.

Las garantías de origen del hidrógeno inyectado pasan a ser garantías de origen de gas renovable comercializables.

La inyección de H<sub>2</sub> en red permite disminuir la intensidad de carbono del sistema y generan una economía de escala fundamental para agilizar los procesos de descarbonización y comercialización de gases renovables, impulsando el desarrollo de nuevos sistemas de H<sub>2</sub> con funcionamiento similar al sistema de gas natural, de acuerdo con la ponencia.

## Hidrógeno verde en México: El potencial de la transformación

*Javier Arturo Salas Gordillo*

*Si bien México tiene potencial para producir hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V), está en ciernes el desarrollo de proyectos y del mismo mercado interno, aun cuando hay experiencias pequeñas con empresas que producen su propio H<sub>2</sub>*

La energía solar es la mayor fuente para el hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V) en México, puesto que es diez veces mayor que la fuente eólica. Pero la transformación para descarbonizar tropieza con barreras que van desde regulatorias hasta precios bajos del gas natural importado. Hay potencial para el cambio, y también mercado interno para el consumo del H<sub>2</sub>V, pero también tiene que ser desarrollado. De otra parte, el impacto económico también debería impulsar los proyectos de hidrógeno tanto en el sector estatal como en el industrial privado.

Respecto de la situación del hidrógeno en México, Javier Salas Gordillo de GIZ México, informó que el diagnóstico realizado establece la falta de un marco regulatorio, la ausencia de políticas y hojas de ruta para este energético. Por lo que es necesario definir una estrategia nacional, garantizar inversiones para el desarrollo de proyectos y la actualización de la política de cambio climático.

El desarrollo de un mercado para hidrógeno verde todavía está en ciernes dentro y fuera de México, pero se debe partir de que no sería el más competitivo para los mercados externos, excepto para Japón y Corea del Sur, tomando en cuenta que están dispuestos a pagar más. En el país hay mucho por hacer, como lo identifica el diagnóstico.

Petróleos Mexicanos (PEMEX) es el mayor productor y consumidor, prácticamente, siendo un monopolio, esta empresa emplea el hidrógeno en hidro-desulfuración de combustibles y en la producción de amoníaco.

En ese país hay empresas privadas como Linde, Air Liquide, entre otras, que producen su propio hidrógeno en electrolizadores de pequeña escala, menor a 1 Megawatt (MW), sobre todo en el sector químico.

El tamaño del mercado cautivo del H<sub>2</sub> en el país es aproximadamente 218.000 toneladas por año. El hidrógeno mercante representa entre 3.000 y 4.000 toneladas por año. En ese marco, “México tiene una participación de mercado comercial menor que el promedio mundial”, lo que “implica un menor número de actores involucrados en el ecosistema”, especifica la ponencia de Salas.

## **POTENCIAL DE ENERGÍA RENOVABLE**

En México menos del 33% del territorio nacional, alrededor de 650.000 kilómetros cuadrados, está disponible para plantas fotovoltaicas. Ésta “sería la dominante”, por la magnitud del desierto de Sonora, aseguró el experto

La capacidad instalable es de 33,5 Terawatts (TW). El coste de construir una planta generadora de energía solar está calculado en menos de 25 dólares por megawatt/hora (MWh), para el 2050. De todas maneras, “el Noroeste del país tiene el mayor potencial de producción de H<sub>2</sub> verde barato”.

El potencial hidrógeno verde en México, también puede tener como fuente la energía renovable. En el caso del potencial eólico, es menor que solar, puesto que menos del 22% del territorio, unos 430.000 kilómetros cuadrados, es aprovechable para emplazar plantas eólicas con una capacidad de 2,4 TW. El coste LCOE sería menor a 60 dólares por MWh.

En la actualidad la capacidad instalada es de 89.5 Gigawatts (GW), por lo que, “prácticamente, con cualquiera de estas dos energías pudiéramos producir toda la energía que demanda el país”, opina el experto.

Tanto con eólica como solar, se podría producir la totalidad de la energía que demanda México, por lo que en la transformación a una energía limpia desde fuentes renovables se asegura la producción de hidrógeno verde. Se calcula una capacidad instalable para electrólisis PEM de 22 TW.

“El potencial teórico técnico de producción de H<sub>2</sub> verde en México es casi 20 veces mayor al consumo mundial de hidrógeno” con datos al 2020. Con lo cual, “México podría producir hasta 1.400 millones de toneladas de H<sub>2</sub>”.

## **OBSTÁCULOS PARA EL H<sub>2</sub>**

En el contexto económico y político se detectaron barreras para el desarrollo del hidrógeno en México, aun cuando “hay mucho potencial”. No hay un marco regulatorio, tampoco políticas ni hojas de ruta para el H<sub>2</sub> en general y las ausencias y obstáculos son mayores para el hidrógeno verde.

El gas natural “es una de las principales barreras que se debe enfrentar” en el desarrollo del hidrógeno en México, tomando en cuenta regiones como el Noreste donde el energético fósil menos contaminante “tiene los precios más bajos por su cercanía con Texas”. Es una zona en la que “no va a haber hidrógeno para el 2050”.

En México falta un marco regulatorio, políticas, hojas de ruta para el hidrógeno, independientemente del color identificado por su fuente de producción. Al constituirse el H<sub>2</sub> en la principal vía para la descarbonización, en el país se tiene que actualizar la política de cambio climático, de acuerdo con las apreciaciones del experto.

De igual manera, es fundamental la creación de la estrategia nacional del hidrógeno, definida sobre medidas claras, para garantizar inversiones en energía para que haya un mejor manejo de inversión y se puedan desarrollar los proyectos.

“Hay falta de claridad de regulación para el resto de las aplicaciones del H<sub>2</sub>”. Si bien se menciona, pero de manera muy simple. Además que “hay un ecosistema que no es el más adecuado para energía renovable”, de acuerdo con el diagnóstico H<sub>2</sub>V, que presentó el disertante.

Todavía hay mucho potencial para generar energía eléctrica antes de la electrolisis. Además, la cercanía con Estados Unidos y los bajos costos del gas natural que se importa. Se deben promover energías renovables. En el marco general, el hidrógeno aún no es competitivo con los combustibles fósiles.

Teniendo en cuenta que los países que van a importar H<sub>2</sub>V establecerán sus normas y reglas de garantía de origen, entonces los proyectos de hidrógeno verde tienen que alcanzar estándares internacionales.

Se necesitarán capacidades legales, en las áreas de derecho ambiental, industrial y laboral, entre otras. Se deberá aprovechar la capacidad comercial. De igual manera, canalizar cooperación internacional para fomentar la transferencia de conocimiento y en el ámbito nacional colaboración entre asociaciones, universidades y otras instancias académicas.

## **IMPACTO ECONÓMICO**

Respecto al tamaño de los mercados que representarían estas oportunidades para México lo que corresponde a las empresas productivas del Estado sería alrededor de \$us 1.300 millones al año para el 2050. De ese total, el 68% se destinaría a la producción de combustibles sintéticos, a la desulfuración en las refinerías de PEMEX y el restante 32% generación eléctrica para CFE, incluyendo turbinas de hidrógeno e inyección de H<sub>2</sub> en la red de gas natural.

En tanto que en el sector privado “tendríamos un mercado de \$us 800 millones al año en el año 2050”. Principalmente, el 44% del total, se estaría empleando para la minería como para transporte pesado, reemplazando diésel por H<sub>2</sub>, y para la reducción de minerales, por otro lado, usos térmicos, el resto en la industria química y cementera.

El estudio establece una inversión de \$us 4,300 millones del sector público, incluyendo PEMEX y CFE. En tanto que en el área de las empresas privadas se tiene calculada una inversión de \$us 2,600 millones. En ambos casos entre 2021 y 2050.

“El transporte público y de carga es el que identificamos como la mayor oportunidad para el país”, remarcó el especialista al indicar que para el 2050, el estudio establece que se tendría

“un mercado de hidrógeno de alrededor de \$us 6,000 millones”, de ese total 4,000 sería para camiones de carga y 2,000 para buses de transporte público.

Una oportunidad que el estudio identificó está relacionada con la capacidad industrial de México, con lo cual puede formar parte de los países productores de tecnologías para la producción y uso del hidrógeno, tomando en cuenta los sectores base como fabricantes de metal mecánica, de componentes para gases industriales, aeroespacial y automotriz.

En estas áreas “México tiene un potencial de ser un productor a nivel internacional de vehículos de celdas de combustible”, entre otras oportunidades están la fabricación de turbinas eléctricas de H<sub>2</sub>, tanques de almacenamiento, compresores y tuberías, además de transporte y acondicionamiento de ductos para mover hidrógeno a través de gasoductos.

## **LA OPORTUNIDAD PARA EL TRANSPORTE**

El transporte es “la gran oportunidad para México”, por la “gran influencia” que tendría el hidrógeno, comprendiendo el transporte público de pasajeros y camiones de carga pesada. Para el uso en ambos servicios los vehículos podrían ser competitivos en costo inclusive antes del 2030, incluyendo costos de inversión, de mantenimiento y de combustibles de acuerdo con las proyecciones del estudio.

En el transporte público, “prácticamente a partir de este año la tecnología ya es competitiva con su contraparte de baterías”, con un costo total de propiedad de \$us 0.50 por kilómetro, en tanto que “hacia el 2029 ya sería competitiva con los camiones de combustibles fósiles”, alrededor de \$us 0.40 por kilómetro. El cálculo incluye costos de inversión, de operación, mantenimiento y combustible.

Para el rubro de los camiones de carga hacia el 2024 estaría siendo más competitivo, con un costo total de propiedad de alrededor de \$us 0.30 por kilómetro, en relación con los vehículos eléctricos. La competitividad de los vehículos a hidrógeno llegará alrededor del 2028, con un valor de en torno a \$us 0,26 por kilómetro.

El cálculo del costo total de propiedad incluye costos de inversión, de operación, mantenimiento y combustible. En ese marco, “por su pronta competitividad representa la mayor posibilidad para el país el invertir en esta tecnología”.

Hacia el año 2050, en México se podría tener 250,000 buses funcionando con celdas de combustible, y un número similar en camiones. “Esto es bastante significativo porque estaríamos hablando que representaría cerca de un tercio del transporte de carga a nivel nacional”.

De todas maneras, ya en el año 2030 los vehículos con hidrógeno para el transporte público “serán la opción más competitiva”, con 2,000 unidades en ese año, pero “creciendo rápidamente”.

En el caso del transporte de carga crecerá a mayor ritmo. Hacia el 2050 la flota de camiones con la nueva tecnología cubrirá “casi un tercio de todos los camiones de carga pesada”, es decir, más de 240,000 unidades.

“Si bien la competitividad de estos vehículos es muy próxima, lo que retrasaría un poco sería que no hay todavía suficiente producción de estos vehículos para satisfacer la demanda”, aseguró Salas.

La demanda de hidrógeno verde para transporte público y de carga va en ascenso, para el 2030 se calcula un consumo de 13 toneladas de H<sub>2</sub> al año, en tanto que para el 2050, 1,760 toneladas al año. El abastecimiento de hidrógeno para estos vehículos requerirá de estaciones de servicio, cantidad que también irá en aumento de 14 a 447 en el periodo 2030-2050.

Los vehículos eléctricos, al ser más baratos que los que funcionan con combustibles fósiles, coexistirán, para cubrir las necesidades y requerimientos de movilidad en cada segmento.

## **HIDRÓGENO VERDE EN LA INDUSTRIA**

“En el sector industrial privado, el hidrógeno servirá como un nuevo energético para satisfacer demandas en segmentos de calor industrial o movilidad y fungirá como una materia prima renovable para aplicaciones como la reducción de acero”, detalla la ponencia.

Respecto de las oportunidades del hidrógeno verde para este rubro el estudio trabajó en dos frentes: Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) de cumplimiento del Acuerdo de París. En éste se asume que México cumplirá con sus compromisos climáticos, con lo cual habrá una disponibilidad abundante de tecnologías de descarbonización del medio ambiente, con una modesta participación del H<sub>2</sub>V.

El otro escenario es el *Hydrogen Breakthrough* (H<sub>2</sub>B) en el cual se ve que México cumple sus NDC, pero, además, avanza más allá, para lo cual “se hacen supuestos optimistas”, lo que involucra “una alta adopción de la industria y un apoyo político intensivo”, en el marco de las proyecciones del *Hydrogen Council* sobre costos de las tecnologías.

## **ESCENARIO OPTIMISTA DEL H<sub>2</sub>B**

En la actualidad, el hidrógeno verde ya es competitivo con el diésel en el uso del transporte del sector minero, por lo que sustituye al combustible fósil en los grandes camiones de extracción de la minería a cielo abierto.

A pesar de que el TCO (costo de uso) del H<sub>2</sub> en las operaciones mineras “ya son una opción económicamente viable”, lamentablemente, “están limitados por su escasa capacidad de producción. Por un lado, los costos del diésel están subiendo de 47 a 168 millones de dólares entre el 2020 y 2050, por el otro, en el caso del hidrógeno va en descenso de 17 a 8 millones de dólares en el mismo periodo.

En el caso de la reducción de minerales de acero, cobre y otros metales, el hidrógeno sustituye al gas natural como reactivo químico. La paridad de costos se alcanzaría más o menos en el 2033. Con un valor paritario superior a \$us 100 por unidad reactiva equivalente (URE).

Respecto del uso del hidrógeno como fuente de calor, H<sub>2</sub> en aplicaciones térmicas, también sustituye al gas natural. La paridad de costos se alcanzaría hacia el 2041. El valor sería superior a \$us 13 por millón de BTU.

La paridad de costos del hidrógeno verde con el hidrógeno gris ocurriría antes que con el gas natural de uso directo como combustible. El costo similar se alcanzará en el año 2038, cuando se llegue a alrededor de 2 dólares por kilogramo de H<sub>2</sub>V. La sustitución será en las industrias: química y de alimentos que es consumido como materia prima.

## **PEMEX Y CFE**

En el sector estatal de la energía, en el marco del NDC, la generación eléctrica podría ser el área de mayor demanda de hidrógeno. En este rubro la subida de la demanda de H<sub>2</sub>V podría comenzar cerca del 2050.

En el estudio se consideran los mismos costos nivelados del sector privado. En el plan H<sub>2</sub>B el combustible sintético bajaría de 4.5 a 1.7 dólares por litro entre 2020-2050, la igualdad de costos se produciría después del 2030 con un valor de alrededor de 2.2 dólares el litro. Esto en el escenario óptimo del H<sub>2</sub>B.

La paridad de costos se alcanzará antes del 2050, con un precio poco menor a 1.8 dólares por litro. Las curvas son diametralmente opuestas. Mientras el combustible fósil va en ascenso de 1 a 277 dólares por litro. Entre tanto el sintético está en descenso, bajando de 4.5 a 1.8 dólares por litro. Ambos en el periodo de análisis 2020-2050 en el contexto del compromiso NDC.

De todas maneras, “la paridad de costo entre los combustibles líquidos fósiles y sintéticos podría depender fuertemente de los impuestos al CO<sub>2</sub>”, deja en claro la ponencia.

En el panorama NDC la generación eléctrica podría ser el sector de mayor demanda de hidrógeno, por lo tanto, el actor sería CFE. De todas maneras, el requerimiento de H<sub>2</sub>V en el sector estatal podría comenzar a aumentar cerca del año 2050, a medida que alcance la paridad de costos con los sistemas tradicionales.

PEMEX y CFE en conjunto podrían demandar 1,5 gigas de electrólisis para el año 2050. Es decir que en el ámbito del escenario NDC la demanda de combustibles sintéticos sería nula.

En contraste, en el marco de H<sub>2</sub>B aumentaría el requerimiento de H<sub>2</sub>V para refinerías, generación eléctrica y amoniaco, además de combustibles sintéticos. El panorama muestra que “la demanda de electrólisis es diez veces más que el escenario NDC”, esto muestra la importancia de evaluar y analizar la incorporación del hidrógeno en las actividades cotidianas del sector estatal.

La oportunidad de PEMEX y CFE de aportar a la descarbonización es a través del H<sub>2</sub>V, por lo tanto, es importante su avance hacia nuevas tecnologías limpias. El estudio realizó un análisis específico para el sistema eléctrico nacional. El 69% de la matriz energética está cubierta con combustibles fósiles, dominado por el gas natural. El costo promedio de la electricidad es de \$us 100 Mwh. La emisión anual de CO<sub>2</sub> está en el orden de los 116 millones de toneladas.

Dos escenarios distintos para comparar resultados. Se espera que hacia el 2050 el 88% de la matriz energética de México esté compuesta de energías renovables, principalmente energía solar, puesto que es la de mayor potencial y, por lo mismo, la más barata. En ambos panoramas la matriz energética es similar, excepto la reducción de 1,2 GW de gas natural sustituido por hidrógeno en ciclos combinados.

La mayoría de la electrólisis y de la generación de energía se instalaría en el Noroeste del país, por los precios más competitivos, y en el centro del territorio mexicano por ser la zona de mayor demanda y los beneficios de almacenamiento de hidrógeno.

La generación de electrólisis sería impulsada, principalmente, por energía solar, en una proporción de 100 a 1, es decir que por cada 100 MW de energía solar se produce 1 MW de energía eólica para electrólisis.

Una proyección señala que en el 2050, México podría reducir las emisiones de gas de efecto invernadero hasta en 26,7 MtCO<sub>2</sub>e/año (Megatoneladas de dióxido de carbono) meta que podría alcanzar gradualmente, comenzando en el 2030, reemplazando con H<sub>2</sub>V el hidrógeno gris, combustibles fósiles y las aplicaciones en el transporte.

Por la “temprana competitividad económica y adopción, el sector transporte será el que más emisiones de GEI (gases de efecto invernadero) elimine hacia el 2050”, incluyendo camiones y aviones, de acuerdo con las proyecciones del estudio realizado en México.

## **IMPACTO EN EL EMPLEO**

La producción de hidrógeno en México “podría generar más de 90.000 empleos”, la inversión acumulada sumaría \$us 8.000 millones. La descarbonización energética con hidrógeno verde permitiría reducir la emisión de 300 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> entre el 2021 y 2050, de acuerdo con los cálculos realizados en el diagnóstico.

En cuanto a fuentes de trabajo se calculan 90,813 hacia el 2050, pero ya en el 2030 comenzaría con 2,145 abarcando la totalidad de la cadena productiva. En la producción de H<sub>2</sub>V, incluyendo construcción e instalación de plantas, operación y mantenimiento y la fabricación nacional de electrolizadores, el ascenso sería de 1,596 a 58,594. En tanto que en estaciones de recarga de H<sub>2</sub>V el aumento iría de 363 a 18,439 empleos.

## 8: PONENCIAS DIA 3: 29 DE JULIO 2021

H2 verde en Brasil – El estado actual

*Sebastián Ladnorg, Asesor técnico del programa H2 Brasil -GIZ Brasil*

*H<sub>2</sub>V está considerado como “elemento estratégico” en el plan brasileño de descontaminación, además de contar con fuentes energéticas verdes abundantes como solar, hidráulica y eólica.*

Brasil, avanza en el uso del hidrógeno proveniente de diversas fuentes energéticas. Específicamente, para la descarbonización con hidrógeno verde hay un marco económico favorable, además que las empresas están presentes en toda la cadena. Existen laboratorios grandes. Por lo tanto, en este país “hay condiciones ideales” para el desarrollo de proyectos, asegura desde Alemania Sebastian Ladnrog, asesor técnico de GIZ Brasil.

En el Plan Energético Nacional 2050, aprobado en diciembre, se describe al hidrógeno como un “elemento estratégico” para la matriz energética brasileña. Además, tomando en cuenta el enorme mercado que constituye la demanda interna de Brasil, tiene potencial para producir acero verde, fertilizantes como el amonio verde, combustibles no contaminantes tanto para transporte terrestre como aéreo y marítimo.

Las fuentes energéticas hídricas, eólica y solar colocan a Brasil en un lugar expectante en cuanto a la producción de hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V) a partir de renovables, puesto que se calcula un costo de 55 centavos de dólar por kilogramo, siendo la más barata del mundo como lo informa Bloomberg, señaló Ladnrog.

## **AVANZANDO**

Brasil avanza en su proyecto de desarrollo de la producción de hidrógeno. En diciembre del 2020, se aprobó el “Plan Energético Nacional 2050” del Ministerio de Minas y Energía. En este documento “se describe el H<sub>2</sub> como elemento estratégico para la matriz energética”, detalló Ladnrog. En febrero de este año, se hizo público el documento oficial de la Autoridad de Planificación Energética.

Hace pocos meses, concretamente en abril, el gobierno brasileño aprobó una disposición específica para H<sub>2</sub>, las Directrices para un Programa Nacional de Hidrógeno. Sin embargo, ya un mes antes dio un paso que abrió las opciones, definiendo las normas para investigación, desarrollo e innovación en el sector energético.

La evolución no es solo en normas y directrices, sino también en el interés empresarial para instalar proyectos de hidrógeno verde. ENERGIS anunció la instalación de una planta de H<sub>2</sub>V con una capacidad de 3,4 GW, con menos de 600.000 toneladas de H<sub>2</sub>V al año. Si bien está en un grado “incipiente”, pero igual ya hay interés manifiesto.

Por otro lado, el impulso también se refleja en el desarrollo de opciones de financiamiento de proyectos de H<sub>2</sub>V, como el del Banco Nacional de Desarrollo (BNDES) de Brasil, mencionó el experto.

## **POTENCIAL DEL HIDRÓGENO EN BRASIL**

El territorio brasileño tiene abundantes fuentes de energía renovable de bajo costo, en condiciones climáticas ideales. Brasil es el segundo mayor productor de energía hidroeléctrica, que se complementa con energía solar y eólica. Estas condiciones configuran un buen escenario para el H<sub>2</sub>V y sus derivados, puesto que la complementariedad de las fuentes de generación energética favorece el suministro continuo lo cual “ayuda también a bajar el precio del hidrógeno verde”, destacó.



En el marco de un escenario optimista, teniendo en cuenta el costo de la electrólisis y el empleo de energías eólica y fotovoltaica, “un estudio de Bloomberg muestra que en 2050 el H<sub>2</sub>V en Brasil será el más barato en conjunto con Chile y Argentina”, señaló el especialista alemán que asesora en Brasil. Los valores más altos en Japón y Corea del Sur.

La estrategia brasileña en hidrógeno es llamada “arco iris”, debido a que desarrollará este potencial en “todos los colores”. Se habla del hidrógeno azul, que se obtiene a partir de los hidrocarburos, pero reduciendo las emisiones contaminantes. Y el hidrógeno rosa extrae de la energía nuclear. En Brasil “están viendo todas las posibilidades”, remarcó el disertante al indicar que también está el hidrógeno blanco a partir de residuos sólidos, pero que no es parte del Plan Estratégico de ese país.

Además, Brasil goza de un marco económico favorable, con economía sostenible. La capacidad de este país pasa fundamentalmente por el interés de desarrollar proyectos de H<sub>2</sub>V tomando en cuenta un gran mercado para el consumo en diversos usos, como la industria del acero, es decir para producir acero verde destinado al mercado interno y la exportación. El rubro del transporte pesado, terrestre, aéreo y marítimo, es decir que cuenta con una plaza para absorber combustibles des carbonizados en camiones, buses, aviones y barcos.

En el marco del potencial de compradores locales se destaca también el sector agrícola, “Brasil es un gran productor y exportador de productos agrícolas”, pero al mismo tiempo es importador nato de fertilizantes. Con este marco de necesidad, la industria de fertilizantes puede transformarse y aumentar su producción con H<sub>2</sub>V para cubrir, justamente esa demanda creciente.

Justamente, sobre los usos del H<sub>2</sub>, la autoridad energética de Brasil menciona el hidrógeno como un medio de almacenamiento para reutilizar como energía, agregó el asesor técnico de la cooperación alemana en Brasil (GIZ - Brasil).

## **TAREAS PENDIENTES**

En Brasil quedan pendientes varias tareas que realizar y acciones que ejecutar para desarrollar una economía del hidrógeno verde, tomando en cuenta que todavía no se desarrolló un mercado para el H<sub>2</sub>V, también falta oferta y demanda, además de un marco normativo.

El precio del hidrógeno verde todavía “es demasiado alto”, aún se debe impulsar el crecimiento de la oferta. Del mismo modo, faltan pruebas de viabilidad económica. Tampoco hay mano de obra cualificada. Y de modo significativo escasean las fuentes de financiamiento para las distintas acciones.

## **APOYO DE ALEMANIA**

Al ser el hidrógeno el elemento químico más abundante en la tierra y de mayor valor energético y, sobre todo, que no produce contaminación y, por lo mismo, es indispensable para descarbonizar el globo terráqueo, y en momentos cruciales para limpiar el planeta, el

interés brasileño por el tránsito al hidrógeno animó al gobierno a solicitar apoyo técnico a Alemania.

En respuesta a la carta del Ministerio de Minas y Energía de Brasil, el Ministerio de Desarrollo de Alemania solicita a GIZ el desarrollo de un concepto para la expansión del mercado de las tecnologías de H<sub>2</sub>V en el país Sudamericano.

El proyecto requería definir condiciones marco, abarcando regulación y planificación energética, formación y capacitación de recursos humanos. Un segundo segmento abarca el desarrollo de propuestas para lo cual se debía crear un fondo de innovación H<sub>2</sub>, impulsar programas piloto enfocados en los sectores industrial y de transporte. También dimensionar proyectos de demostración y movilización de inversiones privadas.

Se definieron cinco objetivos para el proyecto H<sub>2</sub>V Brasil. Apoyo político, divulgación, desarrollo de capacidades, innovación y expansión del mercado. Cada uno con acciones concretas. Demandando una inversión de 34 millones de euros. Lo que lo convierte en un “proyecto muy elevado para GIZ”.

Con el fin de brindar apoyo en el ámbito político se determinó proporcionar una base para toma de decisiones en H<sub>2</sub>V, para desarrollar escenarios de planificación energética, entre otras actividades, además de adaptar la legislación para una economía del hidrógeno.

Asimismo, es fundamental constituir un sistema de certificación del hidrógeno verde, en el marco del apoyo político a Brasil y teniendo en cuenta que los países compradores exigirán que el H<sub>2</sub>V y sus derivados efectiva y realmente no lleven insumos contaminantes y que cumplan normativas internacionales de garantía de ser productos des carbonizados. Este tema está siendo muy discutido en Europa, señaló Ladnrog.

En cuanto a la divulgación en el sector público y privado, el estudio realizó varios análisis sobre la viabilidad económica y el potencial doméstico y de exportación para el hidrógeno verde. Se realizaron campañas de sensibilización de los distintos estamentos de la sociedad brasileña a través de los medios de difusión. Con el fin de gestionar el conocimiento sobre H<sub>2</sub> fue muy importante la creación de una plataforma en línea.

Para el desarrollo de capacidades se definieron módulos para capacitación, se trabaja en la formación de profesionales y académicos, además del planteamiento de conceptos de aprendizaje basados en la innovación del hidrógeno.

El fomento a la innovación pasa por el establecimiento de una red internacional de universidades, organizaciones de investigación de tecnología. “Todo eso para crear un intercambio de tecnología y conocimiento”. Al mismo tiempo se está implementando un concurso de innovación para fomentar ésta.

Construir en las universidades laboratorios de pruebas de hidrógeno, brindar apoyo directo a las casas de estudios superiores e instituciones de investigación, Todas “actividades muy interesantes”, aseguró el Técnico de GIZ.

Con el objetivo de expandir el mercado brasileño para el hidrógeno verde también desarrollar instrumentos de financiamiento.

Brasil está encaminado en un programa de sustitución de combustibles fósiles altamente contaminantes, por derivados verdes a partir del hidrógeno, abundante en base a los recursos eólicos, hídricos y fotovoltaicos. Los retos están lanzados, aun cuando queda todavía mucho por hacer.

## Chile y el movimiento mundial de hidrógeno verde

*José Fuster Justiniano, Asesor técnico del Programa de Energías Renovables y Eficiencia energética (4E) – GIZ Chile*

*La capacidad en energía solar y eólica convierte al H<sub>2</sub>V en competitivo tanto para el mercado interno como para el externo. La descarbonización es un asunto serio para Chile, desde el 2014 trabaja con el apoyo alemán, y en corto tiempo incorporó al hidrógeno verde en la Estrategia Nacional. Las proyecciones están aceleradas con plazos que se adelantan en el cumplimiento.*

El avance de Chile en la descarbonización y el desarrollo del hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V) es acelerado. Los avances no se detienen, ya hay proyectos que se desarrollan con el apoyo de Alemania. Las fuentes energéticas eólica y solar son abundantes lo que permite prever precios competitivos para H<sub>2</sub>V y sus derivados tanto para el consumo interno como para la exportación.

Chile está encaminado para convertirse en líder en la región con energía limpia y derivados de hidrógeno verde. Este país está avanzando tanto en la descarbonización que ya se cierran centrales de carbón y hay plazos para continuar con la reducción de éstas. En ese marco, el H<sub>2</sub>V tiene una posición importante, con un rol determinado en la Estrategia Nacional lanzada en noviembre del año pasado.

Con la capacidad que tiene Chile en energía eólica y solar, la producción de hidrógeno verde y su comercialización serán a precios competitivos tanto para el consumo interno como para la exportación. Esto está conduciendo a este país a ser líder en la región, aseguró desde Santiago, el asesor técnico de GIZ, José Fuster.

Chile está avanzando en la descarbonización, inclusive con el cierre de centrales que operan con carbón. Además que hay proyectos potenciales para la aplicación de hidrógeno en la producción de electricidad, celdas de combustible, para producir fertilizantes, explosivos para la minería y equipamiento tanto de transporte en interior mina como en el exterior. Otros proyectos son montacargas para supermercados, la expansión de redes de gas natural.

Las afirmaciones de Fuster fueron expuestas desde Santiago de Chile, en la disertación del tema “Chile y el movimiento mundial del hidrógeno verde” como parte de la Conferencia

Virtual: Hidrógeno Verde Una Alternativa para la Descarbonización en Bolivia, organizada por la agencia alemana GIZ en coordinación con el Ministerio de Hidrocarburos y Energías, con el apoyo de Swisscontact, la consultora Hincio y Siemens Energy.

## **SITUACIÓN ACTUAL**

Desde el año 2014, la agencia alemana GIZ está apoyando el desarrollo del H<sub>2</sub>V en Chile. Con su apoyo se realizó un estudio, cuyos resultados dejaron ver el “gran potencial fotovoltaico”, en el Sur del territorio se une la eólica. Está en proceso la adaptación de la normativa regulatoria, también, con el soporte técnico de GIZ.

Los sectores público y privado se comprometieron a producir y usar el hidrógeno verde. Hay más de 30 proyectos en desarrollo para atender tanto la demanda interna como mercados externos.

El hidrógeno verde está considerado como un componente clave en la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI).

Chile ya cuenta con la Estrategia Nacional de hidrógeno Verde, que fue lanzada en noviembre del año pasado.

## **CONSIDERACIONES NECESARIAS**

El hidrógeno es “esencial para descarbonizar ciertos sectores y procesos industriales”, no emite carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera, es un vector energético versátil, es un componente básico para productos químicos e industriales. Además, garantizar una constante reducción de costos de las energías renovables y crecimiento de la capacidad de electrolizadores.

Entre las fortalezas de la producción de H<sub>2</sub>V en Chile está que posee “uno de los mejores potenciales solares y eólicos del mundo”, hay demanda local, tiene infraestructura disponible, desde gasoductos hasta puertos y refinerías. Con una economía de mercado abierta, hay empresas internacionales que operan en este país.

Los desafíos de la producción H<sub>2</sub>V abarcan la escasez de agua en el Norte chileno, a lo que se une la época de sequía, por lo que se desalinizará el agua del mar, la distancia de los mercados consumidores para la exportación, puesto que Chile está lejos de plazas asiáticas y de Europa, además tiene que competir que están cerca como Australia o Marruecos.

Otros desafíos son: la ausencia de subsidios como incentivos gubernamentales, el marco regulatorio aún está en desarrollo, la falta de créditos de desarrollo disponibles y la captura de carbono sostenible para producir e-fuels en los proyectos

Las oportunidades de la producción de H<sub>2</sub>V abarca el desarrollo de proyectos totalmente integrados, la posible reconversión de las termoeléctricas a carbón en plantas de producción de H<sub>2</sub>V o de plantas de gas o hidrógeno.

Potencial de exportación de hidrógeno y derivados 100\$ verdes a los países del pacífico y Europa. Contribución al desarrollo económico de Chile, creando fuentes de trabajo y nuevas oportunidades de trabajo, entre otras.

## **POTENCIALES APLICACIONES**

Entre las potenciales aplicaciones del H<sub>2</sub>V están la producción de electricidad mediante celdas de combustible, lo que serviría para reemplazar las centrales de carbón, también la producción de fertilizantes para el agro y explosivos para la minería, la implementación de más de 100 montacargas en Wal-Mart.

De igual manera, está la expansión de redes de gas natural, además de modificaciones en las redes para inyectar H<sub>2</sub>, lo que no será a mediano plazo, almacenamiento, En logística y calor industrial.

Una de las aplicaciones más factible a corto y mediano plazo es el transporte en minería, tanto camiones de carga como buses, grúas, montacargas y otros.

## **PROYECTOS MÁS GRANDES**

En Chile hay cinco proyectos mayores. El primero, producción de combustible sintético (HIF) en una planta ubicada en Magallanes, fuente eólica 2.5 Gigawatts (GW) por electrólisis 1,8 GW, el producto específico E-fuel destinado al mercado de Alemania. El grupo desarrollador del proyecto está integrado por AME, ENEL, Siemens y ENAP. El comprador Porsche.

Otro proyecto es el HNH para producir amoníaco 850.000 toneladas por año. El desarrollador es Australian Solar. La fuente eólica, una planta de 2 GW, electrólisis 1,6 GW. Fertilizante para exportación.

Un segundo proyecto para producir amoníaco (HyEx) tanto para exportación como para el mercado agrícola interno, se planea desarrollar invernaderos en la zona Norte de Chile y se considera la desalinización del agua de mar. Es desarrollado por Engie y Enaex, la fuente energética solar y eólica 2,8 GW, electrólisis 2 GW. Produciría 700.000 toneladas al año que se distribuirán a 50% para el empleo en la plaza nacional y mercados externos.

Otra planta de amoníaco (HOASIS) es un proyecto integrado para amoníaco y metanol, desarrollado por TCI Gecomp. La fuente solar 3 GW, electrólisis 2,1 GW. Se producirían 250.000 toneladas anuales del fertilizante, destinado al consumo interno y exportación.

El quinto proyecto es para producir metanol, es desarrollado por Sowitec y otros, una planta de 300 MW de fuentes solar, eólica e hidro, electrólisis los 300 MW. Para el mercado local, específicamente el sector minero.

Hay dos consorcios que fueron impulsados por el Ministerio para investigar uso dual para camiones mineros, así como el uso de celdas combustibles para flotas mineras en minería subterránea, detalló el especialista. La adjudicación fue en el año 2018.

## **ESTRATEGIA NACIONAL DE HIDRÓGENO VERDE**

La Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde lanzada en noviembre del año pasado fija objetivos y plazos. Hasta el 2025 se deben invertir \$us 5.000 millones en infraestructura de H<sub>2</sub>V. Desarrollar una capacidad instalada de electrólisis de 5 GW.

En tanto que para el 2030 se fija la meta de lograr que el costo de producción de H<sub>2</sub>V sea el más barato del mundo, se plantea un valor menor a 1,5 dólares por kilogramo. Que Chile esté en el top 3 de exportadores de H<sub>2</sub>V y sus derivados con valores por encima de \$us 2,5 billones.

Con la finalidad de reducir en 21% la emisión de gases contaminantes el hidrógeno asume un rol importante en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), suscrita por Chile en septiembre del 2016 en el marco del cumplimiento del Acuerdo de París.

En la descarbonización, del total comprometido, el 71% será en el transporte pesado, 12% en la minería, 7% en edificios y 2% en la industria.

En el desarrollo del hidrógeno en Chile, área que también cuenta con el apoyo de la agencia alemana GIZ, entre el 2014 y 2020 se realizaron múltiples acciones en sensibilización, institucionalización, asistencia técnica y difusión.

El hidrógeno es parte de la planificación energética chilena, también del NDC, también está la regulación específica, los impactos ambientales de los proyectos H<sub>2</sub>, se creó la Asociación Chilena del Hidrógeno H<sub>2</sub>-Chile y la definición de la estrategia nacional.

La asistencia técnica permitió avanzar en la identificación de proyectos de H<sub>2</sub>, apoyo a los seleccionados, colaboración con empresas privadas, apoyo a la transferencia de tecnología, además de la realización de seminarios y talleres.

En citas empresariales, dentro del *matchmaking*, se identificaron oportunidades, se realizaron encuentros de redes de contactos B2B y B2G, se divulgó información sobre oportunidades de negocios, además de la cooperación con asociaciones y Cámaras de Comercio.

Para la sensibilización se realizaron conferencias internacionales, seminarios, talleres técnicos, webinars, y se publicó el libro sobre hidrógeno elaborado por GIZ como referencia para Chile.

Se determinaron las potencialidades de la energía renovable en Chile, la viabilidad de la producción de hidrógeno. Asimismo, se concretaron posibles aplicaciones del H<sub>2</sub> y sus derivados.

## **TRANSICIÓN ENERGÉTICA**

El apoyo de la agencia alemana GIZ a la transición energética en Chile viene desde el 2008. La colaboración se da también en niveles ministeriales, teniendo en cuenta que Alemania se

posiciona como líder en H<sub>2</sub>, tanto en la producción como en el consumo, por lo que le interesa avanzar con países que han puesto su mirada en el desarrollo del hidrógeno.

En la relación de cooperación se realizaron conferencias de H<sub>2</sub>, se fundó la Asociación Nacional de Chile, se publicó un libro, se realizaron estudios para apoyar la identificación de normas internacionales sobre H<sub>2</sub>V. Se presentó el estudio de captura del CO<sub>2</sub> para la producción de combustible sintético en Chile.

También se trabajó en brindar asistencia técnica a empresas que estaban en fases preliminares. Se presentaron 20 prospectos y se eligieron 6.

“Actualmente estamos comenzando un estudio para identificar los requisitos de certificación que requerirán en Europa, para que el H<sub>2</sub>V se pueda considerar renovable o sustentable”, esta acción se enmarca en la garantía de origen que exigirán los compradores de H<sub>2</sub>V y sus derivados.

“Para cada proceso de las etapas de la cadena de valor se identificaron los estándares internacionales más importantes en cada proceso”, sobre todo para que sirva de insumo al Ministerio de Energía. Se revisaron las normativas de 6 países líderes en producción y consumo de H<sub>2</sub>V para ver las distintas temáticas.

La propuesta de Estrategia Regulatoria del Hidrógeno para Chile es necesaria porque se necesita conocer las etapas a realizar para contar con “un marco normativo que entregue certezas al desarrollo de proyectos de H<sub>2</sub> en Chile”. Con ese fin, ya se revisó y analizó la normativa existente, el resultado es la propuesta de normas que deben crearse o ajustarse y el cronograma para implementar las acciones identificadas, se señala en la exposición.

Casi de forma paralela se realizó otro estudio para proponer una regulación del H<sub>2</sub>V en Chile. Se necesitaba saber en qué temática se requería avanzar primero en el corto plazo para avanzar en la regulación y cuales dejar para mediano y largo plazo, así como también se analizó la regulación chilena para establecer los cambios que se podían aplicar.

Se propusieron cambios en 20 normas regulatorias que deberán ser implementados en el corto plazo, entre el 2020 y 2024, en el mediano plazo entre el 2025 y 2028 y largo plazo a partir del 2029. Del total de reglas identificadas, 12 son nuevas, en 4 hay que ajustar, 2 manuales y 2 recomendaciones.

Para el área de almacenamiento se mencionan 14 reglamentos de seguridad para estanques y contenedores para H<sub>2</sub>, resoluciones para manipulación y almacenamiento de cargas peligrosas en recintos portuarios.

Para distribución 2 reglamentos de transporte de H<sub>2</sub> combustible por vía pública, reglamentos de transporte de distribución por cañerías, recomendaciones de seguridad para talleres de reparación y mantenimiento de vehículos, para garajes y espacios de estacionamiento de vehículos a hidrógeno, un manual de revisión técnica de vehículos.

Para consumo el reglamento de sistema de H<sub>2</sub> combustible en maquinaria y vehículos industriales. Incluyendo reglamentos de artefactos domésticos, de generadores eléctricos H<sub>2</sub> y duales, de estaciones de dispensado público, de requisitos técnicos, constructivos y de seguridad para vehículos, manual de revisión técnica de vehículos, además de reglamento de sistemas de hidrógeno para minería subterránea.

Por otro lado, se trabajó en el encadenamiento industrial y laboral para el desarrollo del hidrógeno, se analizó a más de 5.000 empresas, considerando el objetivo de reducir en 21% las emisiones de CO<sub>2</sub> hasta 2050. Se beneficiarán más de 870 empresas medianas y grandes y 2.000 pequeñas.

Los nuevos empleos generados por la economía del hidrógeno irán en ascenso gradualmente. Para el 2030 se proyecta la creación e 22.000 fuentes de trabajo, para el 2040 se abrirían 80.000 fuentes laborales, y en el 2050 se añadirían 94.000 nuevos empleos.

El primer paso de definición del hidrógeno como combustible y la asignación de atribuciones al Ministerio de Minas y Energía, ocurrió en febrero de este año. También se aprobó el reglamento para el uso del H<sub>2</sub> combustible en maquinaria, focalizado en minería, y se espera que sea de las primeras en implementarse.

## 9: PONENCIAS 30 DE JULIO 2021

### Actualidad y proyección de escenarios para el uso de hidrógeno verde en Bolivia

*Eduardo Paz, Consultor Senior*

*Bolivia tiene fuentes renovables energéticas, también produce hidrógeno, pero en pequeña escala. Sin embargo el gas natural es el principal combustible. De todas maneras, debe comenzar ya su incursión en la descarbonización.*

El desarrollo del hidrógeno en el país es una oportunidad para descarbonizar la economía. En ese marco, se realizan análisis y estudios para la participación de Bolivia en este nuevo rubro y en la reducción de los gases de efecto invernadero. El potencial de consumo de H<sub>2</sub> son la generación de energía eléctrica y el transporte de carga. Sin embargo, por ahora todavía tiene costos elevados.

La introducción del hidrógeno verde en la generación de energía eléctrica permitiría una reducción del orden de 600 a 700 mil toneladas de CO<sub>2</sub> por año, calculando la diferencia de las emisiones que se producen por efecto de la quema del gas natural y las emisiones de la producción de hidrógeno verde.

El uso futuro del hidrógeno es indiscutiblemente el combustible para generación eléctrica y para transporte, tomando en cuenta que estos dos sectores representan entre el 60 y 70% de



la emisión de gases de efecto invernadero. Por lo tanto es importante el empleo de una fuente energética diferente para ambos rubros.

Lo importante del proceso de la descarbonización es la reducción de la cantidad de gramos de CO<sub>2</sub> por cada unidad de energía que se emite al medio ambiente. Lo ideal es emplear energías renovables, señaló Eduardo Paz, desde Santa Cruz, Bolivia.

Con la certeza de que “tiene que haber un cambio” y “un proceso de aprendizaje”, el especialista destacó la importancia de aprovechar los corredores de integración y que Bolivia también es un país de tránsito.

Por otro lado, en la actualidad, en el país hay productores de hidrógeno, asegura al mencionar las refinerías Guillermo Elder Bell de Santa Cruz y Gualberto Villarroel de Cochabamba, que lo utilizan como combustible. También la industria de fertilizantes, algunas centrales eléctricas de ENDE (Empresa Nacional de Electricidad).

Paz dejó en claro que “el tema del hidrógeno es un tema bastante actual”, pero que en Bolivia se lo está analizando para ver cuál sería la potencialidad del sector de energía en cuanto su utilización.

La transición de combustibles fósiles contaminantes a energías limpias es de largo alcance, por lo que el país debe comenzar. Para esa incursión se requiere una estrategia clara puesto que cuenta con recursos renovables que asegurarían la mutación. Sin embargo, hará falta recursos financieros, tecnológicos y humanos. Además, hay planes para el mercado del hidrógeno verde, que Bolivia debe aprovechar.

La evolución energética en Bolivia se está produciendo en la medida de las posibilidades, fundamentalmente, financieras, por lo que en el año 2010, “no era posible” la instalación de plantas solares, debido al costo. Y sin embargo, en la actualidad hay 165 megawatts (MW) en el Sistema Integrado Nacional (SIN).

En la transición energética del sector eléctrico boliviano, en el 2009 la presencia de energía renovable no superaba el 1,1% con proyectos como el de Guabirá Energía. Recién en el 2014 empiezan a aparecer las primeras energías renovables con la primera central eólica. En el 2019, ya hay una presencia importante de energía solar eólica y generación con biomasa.

Esta evolución del sistema eléctrico boliviano de transición o descarbonización muestra claramente que las hidroeléctricas retoman un lugar importante, las termoeléctricas caen y las energías alternativas tienen protagonismo, con lo cual se registra una caída del CO<sub>2</sub> en relación con el comportamiento de años anteriores, dijo Paz.

En ese sentido, “estamos mucho mejor que el año 2010 y si consideramos el plan 2025 este factor de emisión caería mucho más”. El país está con un factor de emisión por debajo de 0,25. El uso de combustible fósil es una limitante en términos de capacidad de producción. Sin embargo, en el país el hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V) podría ser generado con energía renovable’.

El parque generador moderno que tiene Bolivia tiene la capacidad de consumir hidrógeno, en este momento consume gas natural, pero no quiere decir que no exista un potencial mercado.

## **CAPACIDAD DE CONSUMO**

En Bolivia hay mercado consumidor potencial para el hidrógeno, sobre todo en la generación de energía termoeléctrica. El parque generador moderno tiene capacidad inicial para utilizar H<sub>2</sub>, en la actualidad consume gas natural.

El país tiene un parque generador con una capacidad de 1.600 MW con plantas termoeléctricas relativamente modernas. Hay tres centrales de ciclo combinado 1.439 MW instalados, en ciclo combinado consumen 6,7 millones de BTU por cada MW/hora.

El mercado potencial para el hidrógeno incluye generadoras de ciclo combinado y turbinas de ciclo simple, éstas tienen un rendimiento térmico que dan alrededor de 10 millones de BTU por MW hora.

Si se incorpora la capacidad que tiene este parque termoeléctrico moderno de consumo de hidrógeno, esto va a evitar el consumo de gas natural, con lo cual se reducirían las emisiones de gases contaminantes.

## **OPORTUNIDADES DE MERCADO**

Entre las oportunidades de mercado para el hidrógeno en Bolivia, la primera es la producción de electricidad, la segunda el transporte pesado, puesto que se debe transitar entre 1.000 y 1.500 kilómetros por tierra para llevar los productos nacionales a puertos de exportación.

También están los corredores bioceánicos. Tomando en cuenta que el mundo está en proceso de modernización de su parque de transporte de carga, entonces el país puede abastecer con combustibles verdes, derivados del hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V), a esos camiones que llevan la carga entre puertos marítimos del Pacífico y Atlántico.

Adicionalmente, el mismo parque automotor nacional es un potencial mercado para el hidrógeno. Los vehículos de carga están en el orden de 150.000 y tiene un crecimiento importante, en el quinquenio 2015-2019 aumentó en 17.500 unidades. Como funcionan con diésel, entonces el incremento fue de 1.000 a 1.180 millones de litros por año, en el periodo analizado.

Como Bolivia es un país de tránsito y si Brasil fabrica camiones con hidrógeno, entonces el país necesita infraestructura para atender la demanda de esos vehículos, en la recarga de energéticos verdes.

Con la meta de terminar el 2030 con una flota de 10.000 camiones funcionando con H<sub>2</sub>, se pretende introducir estos vehículos de transporte de carga sin consumo de diésel. La proyección sería que desde el 2023 se iría incrementando gradualmente, desde 5% hasta 12% la incorporación de camiones a hidrógeno.

En términos de la demanda de hidrógeno inicialmente está en el orden de 1.746 toneladas, subiendo hasta 27.700 toneladas.

La principal amenaza que tiene la generación de energía es el comportamiento del clima que va de lluvias extremas a sequías extremas. Para reducir los efectos de estos comportamientos climáticos, los países tienen reservas termoeléctricas.

El parque generador de ciclo combinado tiene capacidad para consumir 40% de hidrógeno, lo que reduciría el consumo de gas natural hasta estabilizarse en 2 millones de metros cúbicos por día (MCD). El país consumía 6,6 millones, pero bajó a 3,6 millones, este comportamiento puede seguir mejorando con hidrógeno.

Si se incorporara hidrógeno a las generadoras de ciclo combinado, tomando en cuenta un mix de 60% de gas natural y 40% de H<sub>2</sub>, entonces por día se requerirían 12.395 millares de pies cúbicos de gas natural y 68.5 toneladas de hidrógeno.

La reducción de los volúmenes de gas natural en la generación de energía eléctrica se refleja en el descenso de la emisión de gases de efecto invernadero.

## **COSTOS Y PRECIOS**

Si sucede el desarrollo del hidrógeno como con la energía solar, entonces los precios bajarán. En el caso de la eólica, ahora mismo el precio está un poco más alto que la solar, con un promedio de 65 dólares por megawatt (MW).

En el caso del diésel, el costo del combustible para el transporte de carga con un recorrido de 400 kilómetros, consumiendo 1 litro por cada 4 kilómetros, entonces se empelarán 100 litros, con un precio de 1.10 dólares por litro, da un costo de combustible de 109 dólares.

Si esto se compara con hidrogeno, entonces se calcula que para recorrer la misma distancia se va a requerir 34 kilogramos de hidrógeno, al costo de producción de 3.5 dólares el kilo, entonces serían 121 dólares.

Efectivamente, el costo de recorrido es mayor por el hidrógeno. Son embargo, si el desarrollo tecnológico se produce en similar condición que para la energía solar, entonces en el futuro el H<sub>2</sub> tendrá un menor costo. De todas maneras, no se puede considerar el subsidio al combustible como una variable.

En ese ejercicio de costos “no se toman en cuenta” inversiones ni diferencias de un camión a diésel y otro a hidrógeno. “Probablemente podrá ser más caro o más barato”, pero, de todas formas, habrá que ver a qué precio salen estos camiones. La mayor parte de las marcas del mundo están en una carrera por los camiones de carga y vehículos a hidrógeno. Esta competencia va a derivar en una caída en los precios de los vehículos y en una caída en los precios del combustible.

Tomando como referencia la energía solar que ahora es altamente competitiva con la energía eléctrica, los costos de producción tienen tendencia a la baja. En el 2010 no se podía instalar plantas fotovoltaicas, hoy el país tiene 164 MW en el SIN.

En ese sentido, el hidrógeno está siguiendo un camino similar, y pronto una producción a gran escala va a derivar en costos más bajos.

Para avanzar en la descarbonización del país es indispensable “contar con una estrategia clara” y precisa en términos de metas, planificación, tiempos y acciones. La entidad que podría encarar el proyecto debería ser la generadora de electricidad.

Además, la descarbonización y sustitución de energías fósiles a energías limpias “deben incorporarse en universidades”, con el fin de avanzar en procesos de investigación relacionada con el hidrógeno y la capacidad del país para su producción.

### Aplicaciones para la promoción de hidrógeno verde en Bolivia

*Andreas Eisfelder, director NEB para Latinoamérica, Siemens-Energy*

*En la descarbonización del mundo el hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V) tiene un rol fundamental, pero se tiene que desvincular este gas no contaminante de las energías fósiles. Una tonelada de H<sub>2</sub> genera 10 toneladas de huella de CO<sub>2</sub>. Es el momento para introducir tecnología para producir H<sub>2</sub>V. Siemens Energy está trabajando en esta vía de energías verdes.*

Las expectativas por el hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V) van en aumento y se aceleran, debido a la necesidad y urgencia de reducir las emisiones de carbono.

En Siemens “pensamos que el momento para introducir tecnología para hidrógeno verde está, es aquí y ahora”, aseguró Andreas Eisfelder en su ponencia “*Aplicaciones para la promoción de hidrógeno verde en Bolivia*”

“Cada tonelada de hidrógeno (H<sub>2</sub>) que estamos produciendo tiene 10 toneladas de huella de CO<sub>2</sub> asociado”, por esta razón se está afirmando que el hidrógeno gris es en realidad hidrógeno negro, altamente contaminador por la polución que el dióxido de carbono.

La producción y uso del hidrógeno “no es nada nuevo”, puesto que en el mundo se comercializan 70 millones de toneladas, que se están empleando en la fabricación de acero, en la petroquímica y otras industrias, señaló el experto.

En la actualidad más del 95% de la producción de hidrógeno proviene de fuentes energéticas fósiles, fundamentalmente gas natural, y del carbón, lo que está generando contaminación ambiental, puesto que su comercialización es elevada.

Como la descarbonización del planeta tiene metas urgentes, entonces el hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V) “tendría muchas oportunidades” para reducir el efecto invernadero. Sin embargo, el hidrógeno tiene que desvincularse de las energías fósiles en su cadena de producción.

Las fuentes renovables como solar, eólica, hídrica, abundantes en la tierra, son la solución para producir hidrógeno, que además es verde y permitirá dar el salto en la descontaminación del medio ambiente.

El H<sub>2</sub>V es cada vez más competitivo, también crece en el mundo la “conciencia de que no podemos continuar con esta huella de carbono”, en ese marco, el adelanto en la tecnología, como en el caso de la electrólisis, también está contribuyendo a la descarbonización.

En la actualidad, el mensaje es H<sub>2</sub> nuevo, pero con vistas en el futuro, en los años 2040 o 2050, con el hidrógeno verde se prevé una demanda de 500 toneladas por año. Las expectativas en el H<sub>2</sub>V son altas, tomando en cuenta el cumplimiento del Acuerdo de París para descarbonizar el planeta.

## **DE MÚLTIPLES USOS**

“La gran ventaja, de contar con moléculas de hidrógeno, es sus usos, que son múltiples”, subrayó Eisfelder al asegurar que “todo comienza con las energías renovables tanto de fuentes intermitentes como la solar y eólica, o también renovables más constantes como la geotermia, hidroeléctrica, biomasa”, entre otras.

Una vez generada, esta electricidad de fuentes renovables puede usarse como energía primaria que alimenta un electrolizador, que a su vez aprovecha la energía eléctrica para disociar las moléculas del agua y así poder entregar las moléculas descarbonizadas para el uso en la producción de las distintas industrias, como ser: amoníaco, combustibles sintéticos y líquidos, metales, vidrio o también en transporte.

De igual manera, aunque como “meta a más largo plazo”, también el sector de energía tiene que transformarse para descarbonizar los sistemas eléctricos, en esta propuesta el hidrógeno verde “puede jugar un rol importante”.

## **PREDICCIONES**

Siemens Energy está comprometido con toda la cadena energética y también de hidrógeno, a través de la unidad de nuevos negocios (NBU) complementando el portafolio de la empresa.

En ese ámbito se está viendo que en diez o quince años más se producirán transformaciones en el sector de energía eléctrica, transitando de las centrales termoeléctricas generadas con hidrocarburos contaminantes a fuentes renovables.

“En Siemens vamos a ampliar, modificar, desarrollar, investigar tecnologías electroquímicas” para la producción de equipos no contaminantes. En ese sentido, se realizan investigaciones de nuevas tecnologías.

En América Latina ya se tiene un cliente que quiere producir acero verde, para lo cual requiere un agente químico para la purificación, que es el hidrógeno, pero en la actualidad proviene

de fuentes fósiles, pero el cliente quiere reemplazarlo con hidrógeno verde, y así podrá certificar como producto verde.

Para la producción de cualquier derivado del H<sub>2</sub>V, la fuente eléctrica tiene que ser cien por ciento renovable, que además tiene que ser comprobable, demostrando que efectivamente no contenga CO<sub>2</sub> asociado en su cadena de producción.

El interés de un comprador “demuestra que el arranque de la implicación del hidrógeno verde pasa porque el cliente final lo requiere”. Con esta motivación el suministrador de equipos y servicios investiga y produce.

En cuanto a la presencia de Siemens Energy en Bolivia, Eisfelder recordó que en las últimas décadas su presencia en el país es constante, sobre todo en la generación de electricidad, entonces “entendemos muy bien el origen del electrón” y “podemos contribuir con tecnologías” específicas.

“Estamos haciendo la integración de síntesis de metanol y de otros elementos, tal vez amoníaco, y entregando tecnología de socios químicos”, inclusive de ser necesario también se puede disponer de una planta de producción de hidrógeno con sistemas de enfriamiento y tratamiento de aguas.

## **EL HIDRÓGENO EN LA TRANSICIÓN**

La importancia del hidrógeno verde en la transición energética, de la contaminación a la descarbonización, es fundamental, no solo por el cumplimiento de las metas del Acuerdo de París, sino también por la preocupación por la polución ambiental.

Llegar a “4 grados Celsius sería catastrófico”, por lo que “tenemos que acelerar para mantener el calentamiento global en menos de 2 grados Celsius”, remarca el especialista.

El 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub> provienen del sector de electricidad, que se produce de fuentes fósiles, sobre todo plantas de carbón, que en la actualidad están en proceso de sustitución por energías renovables, con lo cual se eleva la contribución a la descarbonización.

Los otros sectores que generan el 60% de emisiones de CO<sub>2</sub>, tal vez no se pueden abastecer con electricidad renovable, por lo que se tendría que recurrir a moléculas de hidrógeno.

Como el transporte contribuye con 21% de emisiones, dentro de esto el 2% está asociado al marítimo, buques de contenedores con emisiones del 2%, ahí se está haciendo mucha investigación para descarbonizar.

“La planta de producción de hidrógeno tiene que tener una eficiencia por encima del 75%”, es decir de consumo eléctrico de fuentes renovables

“Estamos convencidos que ya hay disponibilidad de energías renovables para alimentar también una cadena de hidrógeno verde”, poniendo a disposición moléculas descarbonizadas inclusive para combustibles líquidos.

## COMPLEMENTARIOS

En el interés de descarbonizar el ecosistema, el hidrógeno verde es complementario a otras energías limpias, como en el de la electricidad del transporte de pasajeros, sobre todo en las ciudades, y en el caso del transporte pesado la complementariedad se produce con los combustibles verdes.

El hidrógeno y los combustibles verdes tendrán más importancia en el transporte de carga y a larga distancia, incluyendo buques, camiones y hasta aviones. En cambio los vehículos a electricidad más para el uso en las ciudades y para traslado de pasajeros.

La ventaja del hidrógeno sobre la batería es la “densidad eléctrica”, porque si un camión requiere una “autonomía de 500 a 800 kilómetros con 20 toneladas de carga”, la batería tendría que ser gigantesca. Mientras que con H<sub>2</sub> el “peso es mucho menor”, ya que se cuenta con un cilindro que almacena el hidrógeno, lo que permite alimentar y re-electrificar el H<sub>2</sub>.

Esta mejoría está despertando el interés de los fabricantes de camiones. Lo que repercute en la suma de un eslabón más en la cadena del hidrógeno verde y la descontaminación del medio ambiente.

## SINTETIZACIÓN

Por otro lado, el combustible líquido verde también “es muy relevante” en la descarbonización. En ese sentido, los combustibles sintetizados de energía verde van a jugar un rol fundamental, pero necesitamos una fuente de CO<sub>2</sub> que no sea contaminante.

También se puede sintetizar un hidrocarburo que sea químicamente idéntico a gasolina y diésel verde, pero de fuentes renovables. Esta producción tiene la ventaja de contar con la logística instalada en la cadena productiva.

De ese modo se logra dar una segunda oportunidad al CO<sub>2</sub>, capturando este componente del aire, con lo cual se puede generar hidrocarburos, como metanol, gasolina o diésel convencionales. Ésta “es la lógica de una industria de hidrocarburos sintetizados”.

“La gasolina verde es químicamente igual a la gasolina fósil”, remarcó el experto al indicar que el producto también se está probando en los vehículos. Para el futuro se puede prever que el usuario tenga la opción de comprar gasolina verde o combustible fósil en la misma estación de servicio.

En la demanda final siempre hay que balancear energías renovables con proceso químico de sintetización, debido a que tiene que ser continuo y no interrumpido, mientras que en energía eléctrica hay modelaciones para asegurar que el proyecto cuenta con ingeniería organizada.

La demanda energética de moléculas es el elemento de enlace entre la electrólisis y el mundo industrial, asegura el expositor al explicar el alcance de las energías renovables en otros sectores de la actividad económica mundial.

Todas las demandas de la industria química y petroquímica son alimentadas con energías en forma de moléculas, en las que se tiene como electrón un H<sub>2</sub> producido.

## 10: NOTA DE PRENSA (CIERRE DE LA CONFERENCIA)

### **HIDRÓGENO PARA LA DESCARBONIZACIÓN**

*La Conferencia Virtual: Hidrógeno Verde (H<sub>2</sub>) Una Alternativa Para la Descarbonización en Bolivia*, se llevó adelante del 27 al 30 de julio, siendo un evento cerrado y organizado por la agencia alemana de cooperación GIZ en coordinación con el Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas del Ministerio de Hidrocarburos y Energías (MHE), con el apoyo de Swisscontact, la consultora Hincio y la empresa Siemens-Energy.

La cita virtual contó con la coordinación y moderación de Miguel Zabala Bishop, gerente de FIGASENERGIA SRL, experto en energía, director de plataformas de comunicación y eventos especializados, además de consultorías en materia energética, con más de veinte años de experiencia.

### **MIX DE HIDRÓGENO CON GAS NATURAL**

En el mercado interno se optará por “la combinación de hidrógeno con gas natural como combustible para gas natural vehicular, gas natural domiciliario, las plantas termoeléctricas”, indicó Javier Miranda, Especialista en Energía Nuclear del Ministerio de Hidrocarburos y Energías.

La participación del hidrógeno verde “se incrementará, partiendo desde 15%, en función del desarrollo tecnológico, hasta llegar a un cien por ciento”, señaló Miranda en la clausura de la Conferencia virtual sobre hidrógeno.

Bolivia “está adoptando políticas para desarrollar el hidrogeno verde como una fuente de energía orientada al cuidado de la madre tierra”, destacó al puntualizar que en el gobierno “se asume el compromiso de su implementación”.

El país “tiene excedentes para producir hidrógeno verde” (H<sub>2</sub>V), lo que constituye una ventaja de Bolivia junto con la “importante capacidad de generación” de energía renovable. Además “cuenta con infraestructura de transporte y logística del gas natural que puede utilizarse para el hidrógeno”.

Con la certeza de que en el país “se tiene amplia experiencia en el negocio” del gas natural, el especialista del Ministerio de Hidrocarburos y Energías señaló que se debe “aprovechar” esa habilidad para “el manejo del hidrógeno”.



Con la finalidad de avanzar en la descarbonización, Miranda informó que “se está gestionando financiamiento” para la elaboración de un programa de desarrollo del hidrógeno en Bolivia. Se deberá elaborar una hoja de ruta que contenga diagnósticos y definiciones de políticas y estrategias para el hidrógeno verde.

De igual manera, el “estudio nos va a dar un documento base para la contratación de una planta de electrolisis, que podrá estar integrada a una planta existente ya sea solar o eólica”.

“Para acompañar la implementación del programa requerimos de la cooperación internacional apoyo y financiamiento”, agregó Miranda al detallar que también se necesita definir normativas, capacitación de recursos humanos, desarrollo de infraestructura, apertura de mercados para la exportación y plataforma de innovación y avance tecnológico.

## **CONFERENCIAS QUE ACERCARON AL H2**

En cuatro jornadas de la Conferencia Virtual se realizaron ocho exposiciones, mostrando las experiencias de países como Chile, Brasil y México, además de Latinoamérica y Europa, y la situación del hidrógeno en Bolivia.

Las ponencias del primer día nos aproximaron al hidrógeno verde (H2V) como vía de reducción de emisiones de carbono (CO<sub>2</sub>) y a los progresos y procesos de Chile, que es el país a la vanguardia en la región. En tanto que en la segunda jornada, las exposiciones acercaron a dos realidades concretas: Europa y México. Ambos mercados potenciales para el consumo de H2V.

En las disertaciones del tercer día se presentaron las experiencias de Brasil y Chile. Ambos interesados en el desarrollo de proyectos descontaminantes, pero, en etapas de progreso distintos y a ritmos diferentes. Brasil con mayores retos, pero con un gran mercado interno. En cambio, Chile más avanzado en regulación, en acuerdos, en información a los habitantes y distintos sectores.

El cuarto día se acercó a las acciones que se están siguiendo en Bolivia para la producción y uso del hidrógeno verde.

La “**Situación actual y la perspectiva del hidrógeno en América Latina**” fue la primera disertación a cargo de Jorge Luis Hinojosa de la consultora Hinicio. Desde México el experto expuso la situación y los avances en la región.

Desde Santiago, Pilar Henríquez de la consultora Hinicio, expuso el tema “**Hoja de Ruta para el desarrollo del hidrógeno verde en Chile**”. Con el objetivo de convertirse en el país líder en producción de hidrógeno verde, amoníaco verde, combustible sintético y otros derivados, Chile impulsa el desarrollo de proyectos, con financiamientos iniciales y concretando alianzas estratégicas. Además, de fijarse la meta de producir el H2V más barato.

El segundo día se expusieron los temas: “**El papel del hidrógeno en la descarbonización: una nueva oportunidad para Bolivia**”, a cargo de Antonio Pérez Collar de la consultora Chance and Choices (Chao) de España. En contacto desde Madrid, destacó la importancia de la

“certificación de origen” que garantice que el hidrógeno es de fuentes renovables. Lo que requiere que el producto pueda ser rastreado y seguido hasta el final, exige transparencia y confiabilidad.

Javier Salas Gordillo técnico de GIZ-México, presentó el tema **“Hidrógeno Verde en México: El Potencial de la Transformación”**, informando que el diagnóstico establece la falta de un marco regulatorio, la ausencia de políticas y hojas de ruta para este energético. Además, que están en ciernes los mercados interno y externo para el hidrógeno.

La quinta ponencia fue **“H2 Verde en Brasil – El estado actual”** a cargo de Sebastian Ladnrog de GIZ-Brasil. El Plan Energético Nacional 2050, aprobado en diciembre del 2020, describe al hidrógeno como un “elemento estratégico” para la matriz energética brasileña. En ese país “hay condiciones ideales” para el desarrollo de proyectos, teniendo en cuenta el enorme mercado interno.

**“Chile y el movimiento mundial de hidrógeno verde”** fue el sexto tema expuesto en la Conferencia virtual. José Fuster Justiniano de GIZ-Chile señaló que la comercialización será a precios competitivos tanto para el consumo interno como para la exportación. Esto está conduciendo a este país a ser líder en la región. Este país está avanzando en el camino de la descarbonización, inclusive con el cierre de centrales de carbón. Además que hay proyectos potenciales para la aplicación de hidrógeno en la producción de electricidad, celdas de combustible, fertilizantes, explosivos y equipamiento para la minería.

En la última jornada, Eduardo Paz, consultor senior de Bolivia, disertó sobre **“El papel del hidrógeno en la descarbonización: una nueva oportunidad para Bolivia”**. El país tiene fuentes renovables energéticas, también produce hidrógeno, pero en pequeña escala. Sin embargo el gas natural es el principal combustible. De todas maneras, debe comenzar ya su incursión en la descarbonización.

El tema **“Aplicaciones para la promoción de hidrógeno verde en Bolivia”** fue expuesto por Andreas Eisfelder de Siemens Energy, desde Sao Paulo. Quien aseguró que en la descarbonización del mundo, el hidrógeno verde tiene un rol fundamental, pero se tiene que desvincular de las energías fósiles. Detalló que una tonelada de H<sub>2</sub> genera 10 toneladas de huella de CO<sub>2</sub>. Asegurando que es el momento para introducir tecnologías destinadas a la producción de H<sub>2</sub>V, informó que Siemens está trabajando en esta vía de energías verdes,

## CLAUSURA

En la clausura de la Conferencia virtual, Javier Miranda, del VMEE agradeció a GIZ por la organización de la conferencia virtual que dio a conocer los avances, los proyectos, planes y programas de otros países y regiones para el desarrollo del hidrógeno verde, en el marco de la descarbonización. También, agradeció el apoyo de Swisscontact, Siemens Energy, Hinicio, a los disertantes y a los participantes.

En tanto, que Ruddy Mamani, Especialista en Energías Alternativas, también del VMEE, del Ministerio de Hidrocarburos y energías (MHE) destacó que las jornadas fueron “muy

ilustrativas para el sector eléctrico y muy importante para poder incursionar en la temática del hidrógeno verde”.

De igual manera, expresó su agradecimiento porque los disertantes compartieron las diferentes experiencias de la región y de los países. “Esperemos que a partir de ahora podamos seguir trabajando en esta temática” de interés mundial, y que en el futuro Bolivia también pueda dar a conocer sus experiencias con el hidrógeno verde.

Con la certeza de que “el hidrógeno verde es una gran alternativa para descontaminar” la tierra, el representante de GIZ, Arturo Loayza, aseguró que las disertaciones permiten observar que H<sub>2</sub>V “puede convertirse en una mayor ventaja, constituyéndose una alternativa sostenible y viable”.

Loayza agradeció al Ministerio de Hidrocarburos y Energías por la coordinación para la convocatoria a este evento, a GIZ “por sus valiosos aportes”, de igual manera, a las empresas que colaboraron con la Conferencia.

Con la esperanza de que “estas experiencias hayan traído insumos y expectativas para desarrollar el hidrógeno verde” en Bolivia, el Representante de GIZ señaló que en la Conferencia virtual “hemos conocido experiencias de Europa, regionales y específicamente de Chile, Brasil y México”, pudiendo ver diversas perspectivas de planificación y ejecución.

## **INAUGURACIÓN**

El martes 27 de julio, el director de Energías Alternativas, Alejandro Quispe, inauguró el evento cerrado denominado “Conferencia Virtual: **Hidrógeno Verde (H<sub>2</sub>) Una Alternativa Para la Descarbonización en Bolivia**”. Conectando a un importante grupo de técnicos y especialistas de las principales entidades relacionadas a esta temática, para conocer las experiencias y avances en sus programas de descontaminación, tanto de países de América Latina como de Europa.

La autoridad indicó que el hidrógeno verde tiene alternativas “comercialmente viables”, además que puede convertirse en ventaja socio-económica. “Los gobiernos nacionales adoptan políticas para generar energía limpia” entre las cuales el hidrógeno tiene un rol preponderante.

En tanto, que Freddy Koch de Swisscontact puntualizó que el tránsito hacia el hidrógeno verde no se produce de la noche a la mañana, ni los avances van de 0 a 100 directamente, sino que es un proceso. Al agradecer por la convocatoria a esta agencia destacó los avances de Chile y los procesos que se realizan en otros países.

Koch aseguró que en Bolivia hay capacidad y una amplia variedad de posibilidades para producir hidrógeno a partir de fuentes térmicas, y ojalá en su mayoría de fuentes renovables como la energía solar y eólica. Señaló que “posiblemente al inicio nos cueste más”, pero con una mirada de largo plazo se podrá avanzar en los distintos niveles del desarrollo del hidrógeno.