



**CENTRO ECONOMÍA
DEL HIDRÓGENO**

Universidad de Santiago de Chile



FACULTAD DE
INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

DIPLOMADO EN ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

Clases online
presenciales vía zoom

DIPLOMADO EN ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

Descripción

El programa está diseñado para

- 1.- Explicar, exhaustivamente, el estado actual del desarrollo de tecnologías de generación y uso del hidrógeno en el mundo, así como los esfuerzos de investigación aplicada en Chile.
- 2.- Explicar la potencialidad y limitaciones de la generación y usos del hidrógeno verde en Chile y los avances en su marco normativo.
- 3.- Propiciar una visión sistémica relativa a una potencial Economía del Hidrógeno Verde en Chile, considerando un análisis crítico y levantamiento de brechas, para la generación de oportunidades de negocios e implementación de proyectos relacionados

Dirigido a

Titulados de ingeniería, Civil o de Ejecución, en cualquier especialidad; ingenieros comerciales; Licenciados en Química o Física; abogados, empresarios, o profesionales, que se desempeñen en temas energéticos con foco en Factibilidad Técnico Económica, Sustentabilidad, Medio Ambiente, y Políticas Públicas, tanto en el sector público como privado. Abierto tanto a estudiantes nacionales como extranjeros. Se sugiere nivel de comprensión de lectura en inglés.

Objetivos

Entregar conocimiento y elementos de juicio actualizados y prácticos para la implementación de una Economía del Hidrógeno y su aplicación en Chile, proporcionando a los participantes una visión integrada de la industrialización del Hidrógeno como vector energético, considerando los aspectos técnicos, económicos, de gestión y legales, tal que les permita:

- Comprender los distintos procesos, desde la generación del hidrógeno y sus usos, pasando por almacenamiento, transporte, distribución y dispensado, considerando la cadena de valor, normativa, seguridad, y desarrollo territorial y social.
- Conocer el mercado nacional, internacional, y proyectos actuales y futuros.
- Entender y evaluar técnica y económicamente proyectos relacionados.

Metodología

Clases expositivas, análisis de casos y trabajo en equipo, usando la plataforma zoom.

ARANCELES 2020



Valores

- Matrícula: \$63.000.
- Arancel: \$2.800.000.



Descuentos

- 50% Beca alumno USACH con matrícula vigente.
- 15% Perteneciente a FUDEA.
- 10 % ex alumno USACH.
- 10% Grupo de una misma institución.
- 20% Descuento promocional 2020 a los primeros 10 inscritos.



Modalidad de pago

- Contado (transferencia bancaria, webpay, 1 cheque max. 30 días).
- 3 cheques.
- Existe procedimiento de pago para alumnos extranjeros.

INFORMACIÓN GENERAL

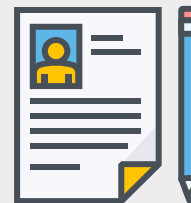


Duración del programa

- 180 horas cronológicas (90 hrs cronológicas presenciales y 90 hrs cronológicas de estudio personal)

Horario

- Inicio de Clases: lunes 9 de noviembre de 2020 (tentativo, sujeto a quorum mínimo de 15 inscritos). Término de clase: 15 de enero 2021. Las clases se dictarán los días lunes, miércoles y viernes, de 18:30 a 22:00 hrs.



Documentación requerida

- Ficha de inscripción ([Descargar](#)).
- Carta de interés dirigida al Director del Programa
- Título profesional
- CV que consigne la experiencia asociada
- Certificado de Nacimiento o Cédula de Identidad escaneada por ambos lados.

Postulaciones hasta el 6 de noviembre de 2020.

Enviar todo escaneado a rosa.rut@usach.cl

MÓDULO 1 HIDRÓGENO EN CONTEXTO ACTUAL

PROPÓSITO

Describir, en términos generales, el impacto que ofrece el uso del Hidrógeno, en aspectos medioambientales y económicos, su potencialidad actual y perspectiva futura, a nivel nacional e internacional.

1. Contexto Energético Nacional e Internacional (Cambio Climático, los ODS, las CND, Transición Energética Justa, planificación a largo plazo, Energía 2050, etc.). **Erwin Plett. Lunes 9/Nov/2020**
2. Contribución Medioambiental del Hidrógeno. (Huella de carbono, impuestos etc.). **Rossana Gaete. Miércoles 11/ Nov/2020**
3. Mercado nacional e internacional de Hidrógeno (proyecciones de demanda y precios). **Erwin Plett. Viernes 13 / Nov/2020**

MÓDULO 2 HIDRÓGENO COMO COMBUSTIBLE EN MAQUINAS DE COMBUSTION INTERNA

PROPÓSITO

Describir la naturaleza del H₂, su historia y propiedades, así como una de sus aplicaciones con mayor potencial para hacer realidad la implementación de la Economía del Hidrógeno Verde en Chile en el corto plazo: como combustible en máquinas de combustión interna en minería.

1. Naturaleza, historia, propiedades y usos del Hidrógeno. **José Zagal. Lunes 16/Nov/2020**
2. Fundamentos de la Combustión Dual (termodinámica, mecánica, química, PLC). **Ignacio Galindo. Miércoles 18/ Nov/2020**
3. Combustión Dual en minería en Chile. Proyecto CAEX y Casos de éxito internacional en Combustión Dual y otras aplicaciones potenciales en Chile. **Ignacio Galindo. Viernes 20/ Nov**

MÓDULO 3 HIDRÓGENO EN CELDAS DE COMBUSTIBLE

PROPÓSITO

Describir otra de las aplicaciones del hidrógeno con potencial para contribuir a la implementación de la Economía del Hidrógeno Verde en Chile: como combustible para generación de electricidad en fuel cells.

1. Fundamentos electroquímicos de las celdas de combustible a H₂. **José Zagal. Lunes 23/Nov/2020**
2. Tecnología celdas de combustible PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell). Proyecto Electromovilidad a Fuel Cells en minería en Chile. Aplicaciones, oportunidades de nuevos desarrollos y costos asociados. **Fernando Corvalán. Miércoles 25/ Nov/2020**

MÓDULO 4 CASOS/ PROYECTOS PARTE 1

PROPÓSITO

Inicio de los trabajos individuales o en equipo.

1. Conformación de equipos de trabajo, elección de temas para proyectos o casos. Explicación del desarrollo del trabajo. **Carolina Chávez / Erwin Plett / Ricardo Vega. Viernes 27/ Nov/2020**

MÓDULO 5 GENERACION DE HIDRÓGENO Y DERIVADOS ENERGÉTICOS

PROPÓSITO

Describir tecnologías actuales de producción de Hidrógeno, diferenciando las fuentes y recursos de los cuales se puede obtener, así como también los diferentes procesos asociados a su producción, sus características, sus ventajas y desventajas, costos y ámbito de aplicación.

1. Generación de Hidrógeno NO VERDE (reformado y electricidad de fuentes fósiles con recuperación de CO₂). **José Barriga. Lunes 30/ Nov/2020**
2. Industria de derivados energéticos. Mercados de potenciales aplicaciones industriales de Hidrógeno Verde en Chile. **Erwin Plett. Miércoles 2/ Dic/2020**
3. Otras fuentes renovables de energía para generación de Hidrógeno Verde (solar Térmica, Hidro, Geotérmica, Undimotriz, Biológica). **Fernando Corvalán. Viernes 4/ Dic/2020**

MÓDULO 6 ENERGÍAS RENOVABLES

PROPÓSITO

Describir las particularidades de las tecnologías más promisorias para su aplicación en Chile: generación de electricidad por energías fotovoltaica, eólica y mareomotriz, generación de hidrógeno por electrólisis, y generación de hidrógeno a partir de biomasa.

1. Energías eólica y mareomotriz, y uso de biomasa, para la generación de Hidrógeno. **Humberto Vidal. Lunes 7 Dic/2020**
2. Electrólisis para Generación de Hidrógeno VERDE (electrólisis alcalina y PEM). **Ricardo Vega. Miércoles 9/ Dic/2020**
3. Electricidad fotovoltaica para la generación de hidrógeno. **Elías Urrejola. Viernes 11/ Dic/2020**
4. Ingeniería eléctrica involucrada en la generación de electricidad fotovoltaica y eólica, y en la producción electrolítica de H₂. **Félix Rojas. Lunes 14 Dic/2020**

MÓDULO 7 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE, DISTRIBUCION Y DISPENSADO DE H₂.

PROPÓSITO

Describir las particularidades de los diferentes sistemas de almacenamiento, transporte, distribución y dispensado de hidrógeno para las diferentes aplicaciones finales, aprendiendo a evaluar los parámetros claves de cada sistema, así como sus ventajas y desventajas en el ámbito de aplicación.

1. Sistemas de almacenamiento (cavernas, gas a presión, líquido, absorción en líquidos orgánicos, hidruros metálicos, grafeno u otros). **Fernando Corvalán. Miércoles 16/ Dic/2020**
2. Sistemas de transporte, distribución y dispensado. H₂ ready. Enriquecimiento de redes de gas. **Fernando Corvalán. Viernes 18/ Dic/2020**

MÓDULO 8 OTRAS APLICACIONES INDUSTRIALES DEL HIDRÓGENO

PROPÓSITO

Describir otras aplicaciones industriales del hidrógeno con potencial para contribuir a la implementación de la economía del hidrógeno.

1. Aplicaciones estacionarias y portátiles. Cogeneración, Centrales Térmicas. **Alonso Céspedes Lunes 21 /Dic/2020**
2. Aplicaciones estacionarias y portátiles (condominios, hospitales, escuelas, locaciones extremas). **Alonso Céspedes. Miércoles 23/ Dic/2020**
3. Aplicaciones móviles en transporte público y privado: trenes, metro, buses, barcos, submarinos, aviones, helicópteros. **Alonso Céspedes. Lunes 28 / Dic/2020**

MÓDULO 9 CASOS/ PROYECTOS PARTE 2

PROPÓSITO

Apoyar el grado de avance de los trabajos individuales o en equipo.

1. Trabajo en Taller de los equipos multidisciplinarios para avanzar en los proyectos o casos de estudio, además de revisar y aclarar dudas sobre el avance de los mismos. **Carolina Chávez / Erwin Plett / Ricardo Vega. Miércoles 30/ Dic/2020**

MÓDULO 10 HACIA UNA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

PROPÓSITO

Describir aspectos claves que intervienen en la implementación de una economía del hidrógeno, su interrelación, las expectativas y posibilidades de los diferentes sectores, así como identificar las brechas que se requiere salvar para el inicio de actividades y posterior consolidación de dicha economía.

1. Producción centralizada vs distribuida. **Ricardo Vega. Lunes 4 / Enero/2021**
2. Cadena de valor. Sector coupling. Desarrollo social y territorial (capital humano, stakeholders). **Carolina Chávez. Miércoles 6/ Enero/2021**

MÓDULO 11 PERSPECTIVA DEL HIDRÓGENO EN CHILE

PROPÓSITO

Integrar los conocimientos sobre la producción, almacenamiento, distribución, transporte y dispensado de hidrógeno para el consumo final como vector energético, identificando las brechas e iniciativas para la implementación de la Economía del Hidrógeno en Chile.

1. Situación nacional y expectativas (Parte 1: políticas públicas, financiamiento, joint ventures). **Camila Rosales. Viernes 8/ Enero /2021**
2. Situación nacional y expectativas (Parte 2: roadmap, estrategia). Benjamín Maluenda. **Lunes 11/Enero/2021**
3. Normativas y seguridad. **María Valenzuela. Miércoles 13/ Enero/2021**

MÓDULO 12 PRESENTACION DE PROYECTOS

PROPÓSITO

Presentación de trabajos grupales, en modalidad de seminario con análisis y discusión.

1. Temas a elección de los participantes, de un conjunto de temas propuestos por el Programa o directamente por ellos. **Carolina Chávez / Ricardo Vega/ Erwin Plett. Viernes 15/ Enero/2021**

EQUIPO



Ricardo Vega V.
Ingeniero Civil Químico, MSc, PhD
ricardo.vega@usach.cl

Director Diplomado en Economía del Hidrógeno,
Profesor Titular del Departamento de Ingeniería
Química de la Facultad de Ingeniería, USACH.

Director del Programa Centro de Economía del Hidrógeno de la USACH.

Director de la rama USACH del Proyecto Dual Fuel
Hydrogen-Diesel Combustion System For Mining
Haul Trucks.

Integrante de la Mesa de Hidrógeno Austral.



Carolina Chávez H
Ingeniera Civil en Industrias Forestales.
Magister en Economía y Administración
Diplomado en Dirección de Proyectos.
carolina.chavez@usach.cl

Encargada Diplomado en Economía del Hidrógeno

Profesora Adjunta 1 del Depto. de Ingeniería Industrial. USACH.

Directora alterna rama USACH Proyecto Dual Fuel
Hydrogen-Diesel Combustion System For Mining
Haul Trucks.

Investigadora del Programa Centro de Economía del
Hidrógeno de la Universidad de Santiago de Chile.

Consultora Internacional en Gobierno Abierto.



María de los Ángeles Valenzuela
Ingeniera Civil Química

Jefa de la Unidad de Hidrocarburos,
a cargo de la regulación de Hidrógeno
Ministerio de Energía



Elías Urrejola
**Ingeniero Civil Eléctrico con mención en Control
de Procesos Industriales**

Doctor en Celdas Solares Fotovoltaicas de la
Universidad de Konstanz, Alemania

CTO ATAMOSTEC



Benjamín Maluenda P.
Ingeniero Civil Mecánico
Magíster en Ciencias de la Ingeniería, área
Ingeniería Eléctrica

Jefe de la Unidad de Nuevos Energéticos de la
División de Combustibles y Nuevos Energéticos
Ministerio de Energía



Humberto Vidal
Ingeniero Mecánico
Doctor en Ciencias de Ingeniería

Profesor Titular de la Universidad de Magallanes



Erwin Plett
Ingeniero Civil Químico
Doctorado en Ingeniería de Procesos
Post-doctorado en Ingeniería Térmica
Certificación CEM (Certified Energy Manager),
de la AEE (Association of Energy Engineers,
Atlanta/GA, USA).



José Barriga C.
Ingeniero Civil Químico
Magister en Economía y Administración
Environmental Economics & Business Diploma;
Harvard University, Cambridge- USA

Auditor Líder ANSI-RAB- Bussines & Environment,
Phoenix, Arizona,USA PMP-PRM; PMI Institute New
Jersey,USA.

Director de Análisis y Desarrollo de Proyectos en la
Gerencia de Supply Chain de ENAP.

Socio-Director de BARRIGA & RODRIGUEZ - NATURE
GROUP Ltda.



Camila Rosales Pérez
Ingeniera Comercial, mención Administra-
ción de Empresas.
Magíster en Dirección Financiera

Coordinadora de Financiamiento de la División
de Energías Sostenibles Ministerio de Energía.



José Zagal
Químico, PhD
Postdoctorado en el Departamento de Energía
del Brookhaven National Laboratory, Upton, New
York de los Estados Unidos

Profesor Distinguido de la Facultad de Química y
Biología.

Director y fundador del Laboratorio de Electrocatá-
lisis del Departamento de Química de los Materiales
de la Universidad de Santiago de Chile.



Rossana Gaete S.
Ingeniera
Magister en Economía Energética.
MBA in Energy Economics, de la Universidad de
Offenburg, Alemania

Actualmente es asesora internacional en energía y descarbonización para la GIZ (Gobierno Alemán) y algunas empresas privadas



José Ignacio Galindo
Ingeniero Industrial

Fundador y CEO de ALSET



Alonso Céspedes A
Ingeniero Civil Químico

ENGIE Impact Chile



Félix Rojas
Ingeniero civil en electricidad
Doctor en Ingeniería Eléctrica en la Universidad Técnica
de Múnich, Alemania
Magister en Ciencias de la ingeniería.

Profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Santiago, donde también se desempeña como Subdirector de Investigación.



Fernando Corvalán Quiroz
Ingeniero Civil Químico
Doctor en Ingeniería-RWTH Aachen, Alemania

Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Geográfica de la Facultad de Ingeniería USACH.

Jefe de Laboratorio de Procesos Ambientales
Profesor del “Programa de Gestión y Ordenamiento Ambiental” PROGOA de la USACH.

Consultor ambiental en diferentes proyectos nacionales.



Rosa Rut
Secretaria

Diplomado en Economía del Hidrógeno
Programa Centro de Economía del Hidrógeno
Departamento de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de Santiago de Chile

contacto: rosa.rut@usach.cl



FACULTAD DE
INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE



**CENTRO ECONOMÍA
DEL HIDRÓGENO**
Universidad de Santiago de Chile

Departamento de Ingeniería Química
www.diq.usach.cl

Director del Programa: Ricardo Vega, ricardo.vega@usach.cl, +56 9 42140691
Encargada de Programa: Carolina Chávez, carolina.chavez@usach.cl +56 982486233
Secretaria del programa: Rosa Rut, rosa.rut@usach.cl, +56 994122879