 <p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE</p>	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE	Versión: 08
	<p>Formato</p> <p><b>DESCRIPTOR PROGRAMAS DIPLOMADOS/CURSOS</b></p>	Fecha: 25/04/2018

**UNIDAD ACADÉMICA**

Escuela de Ingeniería UC

**VERSIÓN 2020**

**MODALIDAD**

Online – clases en vivo

**NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:** Curso Hidrógeno Verde

**NOMBRE EN INGLÉS:** Green Hydrogen Course

**PRESENTACIÓN**

El propósito del curso es entregar a profesionales del Ministerio de Energía de Chile, las herramientas conceptuales para entender las etapas de la cadena de producción y uso del hidrógeno, a fin de comprender las implicancias de las políticas de regulación de hidrógeno que el Ministerio abordará durante el 2020-2021, en la elaboración del Marco Regulatorio para Hidrógeno Combustible.

**DESCRIPCIÓN**

En vista a la llegada de la tecnología del hidrógeno en los próximos años, el Ministerio de Energía de Chile, a través de la modificación de la Ley de Eficiencia Energética, tendrá la potestad para definir la regulación del hidrógeno como combustible. En este contexto, los profesionales del Ministerio de Energía, por primera vez enfrentarán el desafío de diseñar una estrategia regulatoria y legislativa para este combustible. Entre otras cosas, los profesionales y técnicos del Ministerio de Energía necesitarán directrices para la revisión de normas y estándares internacionales; para conocer el estado del arte de los proyectos en Chile; para conocer las aplicaciones de esta nueva tecnología en los distintos sectores industriales (minería, silvoagropecuario, pesca, etc.); y para diseñar políticas exteriores destinadas a afianzar la ventaja competitiva ante el resto de los países de Sudamérica (que al igual que Chile se sitúan como eventuales productores de hidrógeno). Por sobretodo, requieren además comprender el contexto de la física del hidrógeno, su producción y uso, que les permitan mantener altos estándares de seguridad, a la vez de no limitar la introducción de esta tecnología en el mercado (estándares similares a los que hoy tiene el gas licuado de petróleo, el gas natural o el petróleo diesel).

En este curso se introducirán los conceptos del hidrógeno desde la perspectiva del potencial que el combustible tiene para el país. El enfoque será descriptivo, considerando la cadena productiva del energético: producción, acondicionamiento, almacenamiento, transporte y consumo. Se revisarán unidades sobre propiedades físicas, electrólisis, acondicionamiento, almacenamiento, transporte, uso, uso específico en minería e impacto ambiental. Todo lo anterior entregará bases científicas y tecnológicas a los profesionales para un mejor desempeño en la gestión del nuevo marco regulatorio.


La metodología a utilizar será de clases online sincrónicas a través de la plataforma zoom, en las que los docentes expondrán los contenidos del curso siempre revisando las implicancias del tema tratado desde el punto de vista de la regulación.

**DIRIGIDO A/PÚBLICO OBJETIVO**

El curso está dirigido a profesionales del Ministerio de Energía que se desempeñen en funciones relacionadas a las regulaciones de energéticos. Esto es, principalmente profesionales del área de la ingeniería con experiencia en el rubro.

**REQUISITOS DE INGRESO**

Sin requisitos. Sólo los criterios que establezca el Ministerio de Energía de Chile a sus profesionales para participar de la actividad.

 <p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE</p>	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE	Versión: 08
	<p>Formato <b>DESCRIPTOR PROGRAMAS DIPLOMADOS/CURSOS</b></p>	Fecha: 25/04/2018

#### **OBJETIVO DE APRENDIZAJE**

- Comprender la cadena productiva y de uso del hidrógeno como materia energética.
- Analizar las implicancias de los fenómenos físicos del hidrógeno desde la perspectiva de la regulación y la seguridad.
- Evaluar las acciones regulatorias para una mejor implementación del hidrógeno en el mercado energético chileno.

#### **DESGLOSE DE CURSOS**

**Horas cronológicas: 16; Horas pedagógicas: 21; Créditos: 3**

#### **Resultados de Aprendizaje**

- Explicar los procesos tecnológicos de la producción y uso de hidrógeno verde.
- Diferenciar las ventajas y desventajas de cada alternativa para producción, transporte y uso de hidrógeno.
- Diagnosticar las implicancias en la gestión de la regulación para cada etapa de la cadena productiva del hidrógeno.
- Reflexionar en torno a los desafíos futuros del desarrollo de tecnologías del hidrógeno.

#### **Contenidos:**

##### **Módulo 1 - Fundamentos físicos y químicos del hidrógeno**

1. Propiedades físicas
  - características de inflamabilidad (llama, radiación)
  - propiedades energéticas
  - manejo de unidades físicas de conversión.
2. Fundamentos de seguridad y regulación
3. Impacto ambiental

##### **Módulo 2 - Producción y acondicionamiento**

1. Electrólisis
  - Química del proceso de electrólisis
  - Arquitectura de los electrolizadores (ánodo, cátodo, membrana)
  - Ventajas y desventajas de los distintos tipos de electrolizadores
  - Rendimientos de producción de hidrógeno para distintas condiciones de operación
2. Acondicionamiento
  - Procesos de compresión
  - Procesos de licuefacción
3. Seguridad y regulación en producción y acondicionamiento

##### **Módulo 3 - Almacenamiento y transporte**

1. Almacenamiento
  - Gas comprimido
  - Licuado criogénico
  - Crio/comprimido
  - Medios porosos: MOF, otros
  - LHOC
2. Transporte
  - Tanques por camión o tren
  - Gasoducto
  - Red de gases
  - Barco
3. Seguridad y regulación en almacenamiento y transporte

 <p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE</p>	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE	Versión: 08
	<p>Formato</p> <p><b>DESCRIPTOR PROGRAMAS</b></p> <p><b>DIPLOMADOS/CURSOS</b></p>	Fecha: 25/04/2018

#### **Módulo 4 - Consumo**

1. Minería
  - Uso en minería a cielo abierto
  - Uso en minería subterránea
2. Uso en transporte
  - Transporte público
  - Vehículos civiles
3. Usos domésticos
4. Usos industriales, comerciales e institucionales
5. Seguridad y regulación en transporte y uso

#### **Metodología de enseñanza y aprendizaje:**

Cada unidad contempla un módulo de dos horas de clases on line (realizadas en vivo). Al final de cada día de clase (módulo), se realizará una actividad integradora en grupos, en la que los profesionales analizarán las implicancias regulatorias de cada tópico. A la vez, se contempla una evaluación para cada una de las ocho sesiones. El material será entregado con antelación, consistente en presentaciones ppt y videos explicativos.

#### **Evaluación de los aprendizajes:**

Se realizará una evaluación al final de cada uno de los 8 días de clases, la que será calificada de manera individual con nota 1 a 7 por el profesor respectivo. Cada evaluación pondera lo mismo, con lo que se obtiene una nota final del curso.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

No es necesaria bibliografía. En caso de necesitarse, se entregará durante la misma clase.

#### **JEFE DE PROGRAMA**


##### **Patricio Lillo Gallardo**

Profesor Adjunto del Departamento de Ingeniería de Minería de la P.U.C. Ingeniero Industrial con mención en Minería de la P. Universidad Católica de Chile. Magíster en Ciencias (Planificación Minera) de la P. Universidad Católica de Chile; Magíster en Ciencias (Energía Renovables) de la U. of Victoria, Canadá. Consultor en el sector público y privado. Investigador Líder Escuela de Ingeniería UC para el Consorcio Tecnológico CORFO "Desarrollo de Sistema de Combustión Dual Hidrógeno-Diésel para Camiones de Extracción Mineros". Miembro del equipo de Centro de Energía que junto a GIZ y Ministerio de Energía presentan estudio "Marco Regulatorio para Uso de Hidrógeno en Chile". Director del Comité de Investigación y Docencia de la Asociación Chilena de Hidrógeno.

#### **EQUIPO DOCENTE**

##### **Néstor Escalona Burgos**

Profesor Asociado del Departamento de Ingeniería Química y Bioprocesos y Facultad de Química y de Farmacia de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Doctor en Química de la Universidad de Santiago de Chile. Posdoctorado del Institut de Recherches sur la Catalyse (IRC), Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Profesor del Magíster profesional (MIE) con el curso de "Producción, almacenando y aplicación del H<sub>2</sub>". Algunos proyectos de sus últimos proyectos incluyen; asesoramiento a la empresa Fractal SpA en la implementación de un reactor fotocatalítico para la reducción de gases contaminantes. Asesoramiento en el análisis de materiales porosos a diferentes entidades (Universidades, Codelco, CIPA, Absg Consulting Inc Agencia En Chile y Sustrend Spam). Asesoramiento a la empresa Bioma Consultores Ambientales en la factibilidad del uso del biogás para la generación de hidrógeno y combustibles líquidos.

 <p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE</p>	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE	Versión: 08
	<p>Formato <b>DESCRIPTOR PROGRAMAS DIPLOMADOS/CURSOS</b></p>	Fecha: 25/04/2018

### **Wolfram Jahn**

Profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica de la PUC, donde dicta los cursos Conversión de Energía (pregrado), Combustión (postgrado) y Fluidodinámica Computacional (postgrado). Es ingeniero mecánico PUC, y posee un doctorado en ingeniería de la Universidad de Edimburgo (Escocia). Sus intereses de investigación están centrados en la simulación numérica de flujos reactivos y la seguridad contra incendios. A lo largo de su carrera académica y profesional, ha desarrollado una gran cantidad de asesorías con foco en simulaciones numéricas de incendios y otros flujos en escenarios complejos. Entre los proyectos de asesoría destacan el análisis forense del incendio en la Cárcel de San Miguel (2011), simulaciones de desplazamiento de humos en el Mall Plaza Los Dominicos (2013) y simulaciones de humo en los nuevos Hospitales Félix Bulnes y Marga Marga (2018), entre otros. Es miembro por parte de la UC del Consorcio Tecnológico CORFO "Desarrollo de Sistema de Combustión Dual Hidrógeno-Diésel para Camiones de Extracción Mineros".

### **Patricio Lillo Gallardo**

Profesor Adjunto del Departamento de Ingeniería de Minería de la P.U.C. Ingeniero Industrial con mención en Minería de la P. Universidad Católica de Chile. Magíster en Ciencias (Planificación Minera) de la P. Universidad Católica de Chile; Magíster en Ciencias (Energía Renovables) de la U. of Victoria, Canadá. Consultor en el sector público y privado. Investigador Líder Escuela de Ingeniería UC para el Consorcio Tecnológico CORFO "Desarrollo de Sistema de Combustión Dual Hidrógeno-Diésel para Camiones de Extracción Mineros". Miembro del equipo de Centro de Energía que junto a GIZ y Ministerio de Energía presentan estudio "Marco Regulatorio para Uso de Hidrógeno en Chile". Director del Comité de Investigación y Docencia de la Asociación Chilena de Hidrógeno.

### **Juan de Dios Rivera**

Ingeniero Civil Industrial mención Mecánica de la PUC. M. Sc. U.of Michigan y Ph. D. Pennsylvania State University. Hasta 2015 fue profesor jornada completa de Ingeniería Mecánica UC, y actualmente es consultor independiente en energía, combustión y combustibles, seguridad ante incendios y explosiones, conversión de energía y contaminación atmosférica. Hace 20 años introdujo la enseñanza de los aspectos energéticos del hidrógeno y las celdas de combustible en sus cursos. En los últimos años ha trabajado en seguridad del hidrógeno en el sector minero y también asesorando al Ministerio de Energía en esta materia.

### **Javier Pereda**

Profesor Asistente, Escuela de Ingeniería UC. Obtuvo su título de Ingeniero Civil Electricista y su grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería en 2009, y su grado de Doctor en 2013, todos en la UC. Desde 2013 es Profesor Asistente del Departamento de Ingeniería Eléctrica UC y además fue investigador asociado en el Imperial College London (2014-2016). Es investigador asociado del Solar Energy Reseachr Center (SERC-Chile) y del Centro de Enería UC. Además, es el director del Laboratorio UC de Vehículos Eléctricos y del Power and Energy Conversion Laboratory (PEClab). Sus áreas de investigación son la electrónica de potencia y control en máquinas eléctricas, convertidores multinivel y almacenamiento de energía con aplicaciones industriales, vehículos y sistemas eléctricos.

**\* EP (Educación Profesional) de la Escuela de Ingeniería se reserva el derecho de remplazar, en caso de fuerza mayor, a él o los profesores indicados en este programa.**


### **REQUISITOS DE APROBACIÓN**

Los alumnos deberán ser aprobados de acuerdo los criterios que establezca la unidad académica, pudiendo recibir un **certificado de aprobación**, cuando el alumno cumpla con los siguientes requisitos:

#### **Certificado de aprobación**

- a) Calificación mínima 4.0 en su promedio ponderado y
- b) 75% de asistencia o cifra superior a las sesiones sincrónicas.

**\*\*Los alumnos que aprueben las exigencias del programa recibirán un *certificado de aprobación digital* otorgado por la Pontificia Universidad Católica de Chile.**

 <p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE</p>	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE	Versión: 08
	<p>Formato <b>DESCRIPTOR PROGRAMAS DIPLOMADOS/CURSOS</b></p>	Fecha: 25/04/2018

***El alumno que no cumpla con una de estas exigencias reprueba automáticamente sin posibilidad de ningún tipo de certificación.***

#### **INFORMACIÓN GENERAL**

**Fechas:** 06 al 30 de noviembre de 2020.

**Horario:** Lunes y miércoles, de 15:00 a 17:00 horas.

**Duración:** 16 horas cronológicas – 21 horas pedagógicas.

**Créditos:** 3 créditos

**Lugar de realización:** Plataforma Zoom + Moodle

**Valor:** \$360.000

***\* El programa se inicia con un quorum mínimo de participantes.***

***Las salas son asignadas dentro del Campus de Ejecución, No Necesariamente es la misma sala todos los días.***

***En caso de fuerza mayor, el programa se reserva el derecho a realizar clases por streaming, modificar fechas, lugar y/o profesores.***

#### **PROCESO DE ADMISIÓN**

La organización debe enviar en una planilla Excel, con los siguientes datos de los participantes, junto con los otros documentos requeridos, a Jessica Sepúlveda al correo [jsepulvedae@ing.puc.cl](mailto:jsepulvedae@ing.puc.cl):

<b>Nombres</b>	<b>Apellido Paterno</b>	<b>Apellido Materno</b>	<b>RUT</b>	<b>Email</b>

- Envío de Orden de Compra.

**VACANTES:** 25

***“No se tramitarán postulaciones incompletas”.***

El Programa se reserva el derecho de suspender la realización del diplomado/curso si no cuenta con el mínimo de alumnos requeridos. En tal caso se devuelve a los alumnos matriculados la totalidad del dinero en un plazo aproximado de 10 días hábiles.

A las personas matriculadas que se retiren de la actividad antes de la fecha de inicio, se les devolverá el total pagado menos el 10% del total del arancel.

#### **DESCUENTOS**

15% Convenio Marco, Funcionarios Servicio Público.

#### **FORMAS DE PAGO**


##### **Presencial:**

Cajas en Centro Extensión y Campus San Joaquín:

- Efectivo.
- Hasta 3 cheques (el certificado no se entrega hasta el pago del último cheque).
- Tarjetas de crédito (3 cuotas sin interés o dependiendo del banco).
- Tarjeta de débito-RedCompra.

##### **Remotos:**

- Web pay Tarjeta de Crédito (3 cuotas sin interés o dependiendo del banco).
- Web pay Débito- RedCompra.
- Transferencia bancaria.
- Depósito bancario.
- Cupón bancoestado- serviestado.

 <p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE</p>	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE	Versión: 08
	<p>Formato</p> <p><b>DESCRIPTOR PROGRAMAS DIPLOMADOS/CURSOS</b></p>	Fecha: 25/04/2018

- Cupón bci/servipag.

**Empresas**

- Pago contado: a través de factura.
- Orden de Compra: a través de factura.

A las personas matriculadas que se retiren de la actividad antes de la fecha de inicio, se les devolverá el total pagado menos el 10% del total del arancel.

El alumno se debe encontrar sin saldos pendientes para la entrega de certificado y/o diploma.

**INFORMACIONES, CONTACTOS Y MATRICULAS**

**Educación Profesional – Escuela de Ingeniería UC**

Avda. Vicuña Mackenna 4860, Metrología, 4to piso, Macul

Jessica Sepúlveda Acevedo

[jsepulvedae@ing.puc.cl](mailto:jsepulvedae@ing.puc.cl)

Fono: 2 2354 7136

[www.educacionprofesional.ing.uc.cl](http://www.educacionprofesional.ing.uc.cl)