



ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Diplomado en **Tecnologías del hidrógeno**

- El hidrógeno es una de las tecnologías sustentables más prometedoras y existen numerosos proyectos en marcha que requieren profesionales capaces de analizar, evaluar y desarrollar soluciones que contribuyan al ecosistema nacional y sudamericano.
- En este programa, profundizarás en el potencial del hidrógeno verde, considerando los medios de transporte terrestre y marino, usos en minería, y en el desarrollo de la infraestructura necesaria para realizar estas actividades.



DIRIGIDO A

- » Profesionales y público en general que deseen conocer las bases de las tecnologías del hidrógeno, a fin de comprender los aspectos relevantes que definen las ventajas y desafíos actuales de la tecnología.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- » Identificar los desafíos que plantea la incorporación del hidrógeno verde a la matriz energética chilena y las alternativas para solucionarlos.
- » Distinguir las bases tecnológicas actuales de la producción del hidrógeno verde, así como las tendencias futuras en cuanto a tecnologías aplicables.
- » Analizar las oportunidades de incorporación del hidrógeno verde a la matriz productiva, con un marcado acento en la articulación de soluciones y modelos de negocio de proyectos relevantes para Chile.

ESTRUCTURA Y CONTENIDOS DEL PROGRAMA

Curso:
INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

- Principios físicos y químicos del hidrógeno.
- Sistemas de generación de hidrógeno.
- Usos del hidrógeno mediante combustión dual.
- Introducción a las *fuel cell*.
- Introducción a los sistemas de transporte y acondicionamiento.
- Estado del arte del mercado del hidrógeno.
- Principios de regulación y seguridad del hidrógeno.

Curso:
CADENA DEL VALOR DEL HIDRÓGENO

- Generación de hidrógeno mediante electrolizadores alcalinos y PEM.
- Amoníaco en la cadena de valor del hidrógeno.
- Almacenamiento de hidrógeno; gas comprimido, licuado criogénico, criocomprimido, medios porosos, LOHC.
- Sistemas de transporte; gasoductos, tanques y barcos.
- Fundamentos de diseño para sistemas *fuel cell*.
- Evaluación de hidrógeno para uso en minería.
- Uso de hidrógeno en sistemas estacionarios.

Curso:
SEGURIDAD, REGULACIÓN, MERCADO Y MEDIOAMBIENTE EN TORNO AL HIDRÓGENO

- Normas y regulación para hidrógeno en Chile y el mundo.
- Seguridad del hidrógeno en generación, transporte y uso.
- Seguridad del hidrógeno para uso en minería.
- Análisis de ciclo de vida de la cadena del hidrógeno.
- Impacto medioambiental de centrales de electrolizadores.
- Potencial del mercado nacional del hidrógeno.
- Instrumentos para el desarrollo, fomento e implementación del hidrógeno verde en el mundo.
- Desarrollo proyectado de los mercados de hidrógeno.
- Proyectos piloto de hidrógeno en Chile y el mundo.
- Estrategias de articulación para un proyecto de hidrógeno verde.
- Instrumentos de financiamiento para proyectos de hidrógeno verde en Chile.

ESTRUCTURA Y CONTENIDOS DEL PROGRAMA

Curso:

TALLER DE EVALUACIÓN DE PROYECTO DE HIDRÓGENO

- El taller trabajará transversalmente con todos los contenidos de los cursos 1, 2 y 3.
- Etapas de desarrollo en un proyecto de hidrógeno.
- *Business Model Canvas*; definición de oportunidad, solución y modelo de negocio.
- Marco metodológico para investigación de proyecto de hidrógeno.

Curso:

TALLER DE PRESENTACIÓN FINAL

- Estructura de un *elevator pitch*.
- Identificación de propuesta de valor de una oportunidad. El estudiante deberá identificar y representar las distintas propuestas de valor de su solución.
- Desarrollo de indicadores relevantes de modelo de negocio. En esta unidad, el estudiante conocerá los indicadores esenciales de un proyecto de hidrógeno, a fin de ser incorporados en la presentación de cada grupo.

Nota: *El orden de los cursos dependerá de la programación que realice la Dirección Académica.*

JEFE DE PROGRAMA

PATRICIO LILLO

Magíster en Ciencias (Diseño de Aerogeneradores), University of Victoria, Canadá. Magíster en Ciencias (Planificación Minera), e Ingeniero Industrial con mención en Minería, UC. Director de la Unidad de Tecnologías del Hidrógeno. Profesor del Departamento de Ingeniería de Minería UC. Consultor en el sector público y privado. Jefe de Major (carrera) del Departamento Ingeniería de Minería UC. Investigador líder en la Escuela de Ingeniería UC para el Consorcio Tecnológico CORFO «Desarrollo de Sistema de Combustión Dual Hidrógeno-Diésel para Camiones de Extracción Mineros». Director del proyecto «Estrategia Regulatoria para uso de Hidrógeno en Chile», realizado con el Ministerio de Energía. Director del Comité de Capital Humano de la Asociación Chilena de Hidrógeno (H2 Chile).

EQUIPO DOCENTE

SEBASTIÁN ÁLVAREZ

Ingeniero Civil Mecánico, Universidad de Chile. Especializado en energías renovables y eficiencia energética con enfoque en tecnologías del hidrógeno, diseño de plantas y aplicaciones, instalación y normativa asociada. Exinvestigador del Centro de Energía de la Universidad de Chile. Actualmente es Ingeniero de Proyectos de Hidrógeno en TRA-Busso Group y miembro activo del Comité de Regulación de H2Chile. Encargado del desarrollo integral de proyectos de hidrógeno en Chile como H2GN de Gasvalpo, primero de blending en redes de gas natural en Chile y el Laboratorio Móvil de Hidrógeno Solar de CICITEM en la región de Antofagasta, entre otros.



FRANCISCO BELMAR

Ingeniero de Proyectos de la Unidad de Tecnologías del Hidrógeno UC, con anterior participación en el grupo ENGIE en la evaluación de proyectos relacionados a la producción, almacenamiento, transporte y uso de hidrógeno. Algunos de sus últimos proyectos incluyen análisis de la competitividad del amoníaco verde en la industria de la minería. Estudios sobre la producción de hidrógeno verde centralizada y descentralizada para la región de Antofagasta, Chile. Análisis de la producción y uso de hidrógeno verde para camiones de transporte de carretera en el norte de Chile. Análisis técnico-económico para la implementación de bus de hidrógeno en el sistema Red Metropolitano de Movilidad.

NÉSTOR ESCALONA

Doctor en Química, Universidad de Santiago de Chile. Posdoctorado del Institut de Recherches sur la Catalyse (IRC), Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Profesor Asociado del Departamento de Ingeniería Química y Bioprocesos, y de la Facultad de Química y Farmacia UC. Profesor del Magíster en Ingeniería de la Energía (MIE) UC, en el curso de "Producción, almacenando y aplicación del H₂". Algunos 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.

JULIO GARCÍA

MBA, Universidad de Chile. Ingeniero Civil Mecánico, Universidad Técnica Federico Santa María (Chile). Actualmente es Business Development Manager Sudamérica en Air Products. Ha ocupado cargos de liderazgo en empresas como Outotec, Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, Metso Minerals, Tenova Mining and Minerals Chile y Perú, Gas Atacama, entre otros. Posee experiencia en todas las etapas de desarrollo e implementación de proyectos de Energía y Minería, desde Ingeniería y Estudios de Prefactibilidad hasta Ejecución de Proyectos EPC / EPCM.

ÁNGEL GÓMEZ

Ingeniero Civil Mecánico con Minor en Mecatrónica, Pontificia Universidad Católica de Chile. Ingeniero I+D Área Mecánica / Hidrógeno en Reborn Electric Motors SpA, a cargo de integración mecánica según normativas en Proyecto Hydra con Reborn Electric Motors SpA.





FABIÁN HORMAZÁBAL

Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Licenciado en Ciencias de la Ingeniería, Ingeniero Civil de Industrias con Diploma en Ingeniería Mecánica, UC. Actualmente se desempeña como Gerente de la Unidad Ingeniería Térmica y Medio Ambiente de DICTUC y profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica. Por 15 años ha trabajado en proyectos relacionados con el uso eficiente de combustibles y de la energía térmica en general, asesorando tanto a organismos públicos como privados.

WOLFRAM JAHN

Ph.D. en Ingeniería, Universidad de Edimburgo. Magíster en Ingeniería Mecánica, Licenciado en Ciencias de la Ingeniería e Ingeniero Civil Industrial, UC. Profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica UC. Profesor del Magíster en Ingeniería de la Energía (MIE) UC. 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 Domínicos (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

Magíster en Ciencias (Diseño de Aerogeneradores), University of Victoria, Canadá. Magíster en Ciencias (Planificación Minera), e Ingeniero Industrial con mención en Minería, UC. Director de la Unidad de Tecnologías del Hidrógeno. Profesor del Departamento de Ingeniería de Minería UC. Consultor en el sector público y privado. Jefe de Major (carrera) del Departamento Ingeniería de Minería UC. Investigador líder en la Escuela de Ingeniería UC para el Consorcio Tecnológico CORFO «Desarrollo de Sistema de Combustión Dual Hidrógeno-Diésel para Camiones de Extracción Mineros». Director del proyecto «Estrategia Regulatoria para uso de Hidrógeno en Chile», realizado con el Ministerio de Energía. Director del Comité de Capital Humano de la Asociación Chilena de Hidrógeno (H2 Chile).

BENJAMÍN MALUENDA

Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Ingeniero Civil Mecánico, y Licenciado en Ciencias de la Ingeniería, UC. Es Jefe de la Unidad de Nuevos Energéticos del Ministerio de Energía de Chile. Fue profesional de la División de Prospectiva y Análisis de Impacto Regulatorio del Ministerio de Energía de Chile. Fue Analista de Inodú y participó en el Laboratorio de Energías Renovables de la Universidad de California en Berkeley. Está encargado del diseño y adopción de la Estrategia Nacional de Hidrógeno.



NICOLÁS MAYNE-NICHOLLS

Ingeniero Civil Industrial con Diploma en Ingeniería de Transportes. Con más de 4 años de experiencia en innovación y emprendimiento, lideró entre 2016 y 2019 Let's Count, Start Up que se centra en el rediseño del material textil quirúrgico y del sistema de conteo y depósito de textiles dentro del pabellón. Ganador Jump Chile 2017 y Brain Chile 2018 con Let's Count. Ganador de pasantía en Boston, Estados Unidos, gracias al programa "Bridge Emprendimiento" de la Escuela de Ingeniería de la UC y CORFO. Actualmente se desempeña como Business Analyst en Innspiral, una aceleradora y consultora de innovación corporativa, donde ha participado de proyectos principalmente en el sector energético, la industria de la construcción y el retail.

JAVIER PEREDA

Doctor y Magíster en Ciencias de la Ingeniería, e Ingeniero Civil Electricista, UC. Post-doctorado, Imperial College London (2014-2016). Actualmente es Investigador Asociado del Solar Energy Research Center (SERC) y del Centro de Energía UC. Sus áreas de investigación son la electrónica de potencia y control en conversión de energía aplicada a sistemas eléctricos de distribución, vehículos eléctricos, máquinas eléctricas, almacenamiento de energía y energía renovable no convencional como solar y eólica.

IGNACIO PÉREZ

MBA, Universidad Adolfo Ibáñez. Certified Energy Manager (CEM®, AEE). Certified Measurement & Verification Professional (CMVP®, AEE). Diplomado en High Impact Leadership, University of Cambridge. Ingeniero Civil Químico, Universidad de Concepción. Actualmente es Regional Hydrogen Studies Manager para Latam en Anglo American Group Technical & Sustainability. Cuenta con doce años de experiencia en Minería, Descarbonización, Energía y Agua. Lideró el área de estrategia de energía y descarbonización con proyectos emblemáticos como la primera planta solar flotante en un tranque de relaves del mundo, el primer PPA Renovable para todas las operaciones de Anglo American en el mundo, el primer piloto de la cadena de valor completa producción de H2 verde para un FC Grúa Horquilla. Miembro de Comité de Energía y Cambio Climático en Consejo Minero y de la Asociación Chilena de H2 Verde.

ERWIN PLETT

Doctorado en Ingeniería de Procesos, Karlsruhe Institute of Technology, Alemania. Post-doctorado en Ingeniería Térmica, University of Wisconsin-Madison, Estados Unidos. Ingeniero Civil Químico, Universidad de Chile. Es socio-gerente de Low Carbon Chile SpA, empresa dedicada a fomentar el uso de eco-catalizadores de nanotecnología para combustibles, y a desarrollar proyectos de Hidrógeno Verde y sus derivados energéticos. Director de H2Chile, la Asociación Chilena de Hidrógeno. “Embajador del Hidrógeno Verde” nombrado por el Ministro de Energía, Juan Carlos Jobet.

JUAN DE DIOS RIVERA

Ph.D. Pennsylvania, State University. MSc. University of Michigan. Ingeniero Civil Industrial (mención mecánica), UC. 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.

JORGE RONDA

MBA, Universidad Adolfo Ibáñez. Diplomado en H2-verde, Pontificia Universidad Católica de Chile, con pasantías en UCLA/California, USA e NSEAD/Fontainebleau, Francia. Ingeniero Civil Industrial, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Socio en Hyro Power Spa. Socio del Supply Chain Council de Chile. Consultor de Empresas nacionales y extranjeras. Posee trayectoria profesional y ejecutiva en importantes compañías del sector energético, minero, marítimo y portuario. Experiencia en proyectos y operaciones, negociación de contratos, puestas en marcha de empresas portuarias, desarrollo de nuevos negocios y dirección general de proyectos de ingeniería, permisos, acuerdos con comunidades y sindicatos, entre otros.

ENZO SAUMA

Ph.D. y Master of Science in Industrial Engineering and Operations Research, University of California, Berkeley, California. Licenciado en Ciencias de la Ingeniería, Ingeniero Civil Industrial y Magister en Ciencias de la Ingeniería, UC. Profesor Titular de la Escuela de Ingeniería UC. Realiza docencia a nivel de pre y postgrado en su área especialización. Ha obtenido diversos premios, tanto nacionales como internacionales, en reconocimiento de su trabajo de investigación, tales como el «Best Publication in Energy award», entregado por The Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS) en octubre de 2008 y el Best Application Paper Award in the name of Professor B. G. Raghavendra, entregado en The International Conference on Operations Research Applications in Infrastructure Development (ICORAID), en 2005. Participa regularmente como referee para revistas internacionales y en congresos especializados. Es integrante de diversas asociaciones académicas y profesionales. Entre sus intereses se encuentra el diseño de mecanismos eficientes de mercado y el estudio de las estructuras de incentivos que operan dichos mercados, con un interés especial en su aplicación a los sectores de electricidad y medioambiente.

MARÍA DE LOS ÁNGELES VALENZUELA

Ingeniero Civil Químico, Universidad Técnica Federico Santa María. 15 años de experiencia en el sector energético. Desde el año 2013 trabaja en el Ministerio de Energía y actualmente es jefa de la Unidad de Hidrocarburos perteneciente a la División de Combustibles y Nuevos Energéticos, donde dentro de otras labores, lidera el desarrollo de la regulación para el uso de hidrógeno como combustible en Chile. Anteriormente, trabajó en la industria EPC donde adquirió un amplio conocimiento técnico en diferentes proyectos relacionados con energía.



REQUISITOS

- » Licenciatura, Grado Académico o Título Profesional Universitario en una disciplina afín a la Ingeniería (Arquitectura, Construcción Civil, Matemáticas, Química, Física o similar).

- El programa se inicia con un quorum mínimo de participantes.
- Las salas son asignadas dentro del campus de ejecución y 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.
- Todas las modalidades del programa (presencial, *streaming* o híbrida) tienen el mismo valor. Además, recomendamos preguntar las condiciones de cada una al momento de matricularse.



ESCUELA DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA

DURACIÓN: 100 horas cronológicas

POSTULA EN: programas@ing.puc.cl

Contáctanos para trabajar contigo
confeccionando el programa
perfecto para tu organización.

  +56 9 3353 0870  +56 2 2354 4516

www.educacionprofesional.ing.uc.cl

Consulta por descuentos, facilidades de pago y convenios con tu banco para pago en cuotas.