



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

FUNDACIÓ URV
CENTRE DE FORMACIÓ PERMANENT

Màster interuniversitari de formació permanent en Tecnologies d'Hidrogen



L'hidrogen és un dels vectors energètics amb major potencial per a reduir la dependència de combustibles fòssils i l'emissió de gasos d'efecte d'hivernacle. L'aposta institucional per aquesta tecnologia en l'anomenada transició energètica és clara. Segons un informe de Hydrogen Council, els projectes destinats a desenvolupar l'hidrogen verd com a font neta d'energia sumaran una inversió a nivell mundial de més de 250.000 milions d'euros fins a l'any 2030. Els fons europeus de recuperació Next Generation, encaminats a treballar per l'estratègia de descarbonització total de tots els sectors econòmics en 2050 a Europa, també aposten de manera clara per aquesta tecnologia.

El màster interuniversitari de formació permanent està dirigit a professionals interessats a formar-se en tecnologies de l'hidrogen i les seves aplicacions, una especialitat alineada amb les estratègies europees de descarbonització i l'impuls al sector industrial de l'hidrogen.

Els continguts impartits en aquest màster estan actualitzats i alineats amb els avanços tecnològics més innovadors i avantguardistes, a fi de mostrar les noves tendències i obtenir una visió de les tecnologies de l'Hidrogen. El component pràctic és un dels eixos centrals d'aquesta aposta formativa, perquè els i les participants realitzaran pràctiques regulars amb paquets de simulació, visites tècniques a empreses, a més de pràctiques presencials en laboratori per a testar els conceptes i eines analitzades.

Petronor-Repsol promou aquest màster, dissenyat i avalat per 5 universitats: Mondragon Unibertsitatea, la Universitat Politècnica de Catalunya, la Universitat Rovira i Virgili, la Universitat del País Basc/ Euskal Herriko Unibertsitatea i la Universitat de Saragossa, juntament amb altres 6 centres formatius i de recerca: el Centre Integrat de Formació Professional Somorrostro, el Centre de Formació Professional Comte de Rius, el Institut Escola del Treball, el Centre Públic Integrat de Formació Professional Piràmide, la Fundació de l'Hidrogen a Aragó i l'Escola d'Organització Industrial.

Cal destacar:

Més informació del màster

Formulari d'inscripció

Per a superar el programa de màster es requerirà haver superat els treballs de les diferents assignatures, un mínim del 80% d'assistència en les hores lectives i haver defensat un treball de fi de màster.

Mondragon Unibertsitatea emetrà a les i els estudiants que acreditin ser titulats universitaris i que hagin estat avaluats satisfactòriament el títol propi de màster interuniversitari de formació permanent en Tecnologies d'Hidrogen de Mondragon Unibertsitatea, Universitat Politècnica de Catalunya, Universitat Rovira i Virgili, Universitat del País Basc / Euskal Herriko Unibertsitatea i Universitat de Saragossa en col·laboració amb el Centre Integrat de Formació Professional Somorrostro, l'Institut Escola del Treball, l'Institut Conde de Ríos, el Centre Públic Integrat de Formació Professional Piràmide, la Fundació per al Desenvolupament de les Noves Tecnologies de l'Hidrogen a Aragó i l'Escola d'Organització Industrial.

Aquells estudiants que, a la data de finalització del màster, no puguin acreditar els requisits exigits per a obtenir el títol, però hagin superat el màster, Mondragon Unibertsitatea emetrà un certificat informatiu i sense efectes acadèmics.

Adreçat a:

El Màster està dirigit a professionals d'empresa que requereixin especialitzar-se i capacitar-se en les tecnologies al voltant de l'hidrogen en les diferents etapes de la cadena de valor. Aquest programa està recomanat per a persones titulades en grau o màster en:

- Enginyeria Civil
- Enginyeria dels Recursos Energètics
- Enginyeria de Tecnologies de Telecomunicació
- Enginyeria Elèctrica
- Enginyeria en Electrònica Industrial i Automàtica
- Enginyeria en Tecnologies Industrials
- Enginyeria Marina
- Enginyeria Nàutica i Transport
- Enginyeria Mecànica
- Enginyeria Química
- Grau o llicenciatura física o química
- Grau en Enginyeria d'Automoció
- Interessats en especialitzar-se en aquesta temàtica per obrir nous camins professionals

Codi:

MITECHIEN-A1-2023-3

Títol al que dóna dret:

Màster de formació permanent

Objectius:

- Conèixer, comprendre i analitzar les tecnologies de generació d'hidrogen.
- Conèixer, comprendre i analitzar les tecnologies d'emmagatzematge, transport i distribució de l'hidrogen.
- Conèixer, comprendre i analitzar les tecnologies de transformació de l'hidrogen.
- Conèixer, comprendre i analitzar aplicacions de l'hidrogen.
- Conèixer, comprendre i analitzar el risc i seguretat en l'ús de l'hidrogen.
- Avaluar les implicacions econòmiques i l'impacte ambiental de la implantació de les tecnologies de l'hidrogen i la seva aplicació.

Sortides professionals:

- Supervisor i gestor de l'explotació de processos i plantes de producció d'hidrogen
- Supervisor i gestor de manteniment de processos i plantes de producció d'hidrogen
- Supervisor i gestor de l'explotació de sistemes d'emmagatzematge, transport i distribució d'hidrogen en estat gasós i líquid
- Supervisor i gestor del manteniment de sistemes d'emmagatzematge, transport i distribució d'hidrogen en estat gasós i líquid
- Supervisor i gestor en l'operació i el manteniment de sistemes de combustió basats en hidrogen i les seves mesclures
- Supervisor i gestor de l'operació i el manteniment de piles de combustible
- Enginyer d'aplicacions de les tecnologies de l'hidrogen en l'àmbit industrial, mobilitat i ús urbà/residencial.
- Supervisor i gestor del risc i seguretat en l'aplicació de les tecnologies de l'hidrogen emplenant la normativa vigent
- Analista de l'impacte econòmic i mediambiental de tecnologies de l'hidrogen en processos i aplicacions.

Itinerari formatiu:**METODOLOGIA D'APRENTATGE**

La metodologia docent del programa facilita l'aprenentatge de l'estudiant i l'assoliment de les competències necessàries. Aquest màster s'impartirà majoritàriament en modalitat virtual síncrona a través d'una plataforma virtual. El professorat impartirà les sessions des de diferents localitzacions (Bilbao, Barcelona, Tarragona i Saragossa). S'oferirà la possibilitat als participants d'assistir presencialment a aquestes sessions i de fer visites a empreses. Les pràctiques seran presencials i es realitzaran en laboratoris ubicats en instal·lacions dels centres que participen en aquest màster.

Sessions en línia síncrones i es basa en un sistema de participació activa en el qual es desenvolupen 3 tipus d'activitats:

- Classes expositives participatives.
- Exercicis pràctics amb paquets de simulació: es posarà a disposició dels participants un servidor amb tots els programes que necessiten utilitzar el desenvolupament del

màster. En la fase final del programa cada participant farà un treball individual de fi de màster. Es tracta d'un treball d'aplicació real en la seva empresa el qual permetrà consolidar els coneixements tècnics adquirits. Els participants comptaran amb l'assistència d'un tutor o tutora.

- Pràctiques de laboratori: En el desenvolupament del màster, en cadascuna de les assignatures, es realitzaran pràctiques presencials en els laboratoris que permetrà aprofundir en els conceptes, eines i la seva aplicació.

Notícies:



Direcció:

José M Canales Segade

Coordinació acadèmica:

Fèlix Llovell Ferret

Mercedes Sanz Millán

Pedro Luis Arias Ergueta

José Ángel Peña Llorente

Jordi Llorca Piqué

Sergio San Martin Pinedo

Docents:

Alberto Coronas Salcedo

Fèlix Llovell Ferret

Mercedes Sanz Millán

José M Canales Segade

Pedro Luis Arias Ergueta

José Ángel Peña Llorente

Jordi Llorca Piqué

Sergio San Martin Pinedo

Victor Manuel García Taravilla
Felipe Andrés Garcés Pineda

Durada:
60 ECTS

Impartició:
virtual

Idiomes en que s'imparteix:
Castellà

Dates:
del 20/10/2023 al 30/06/2025

Calendari del curs:

Horari:
p>Divendres de 15 a 20 h
Dissabtes de 9 a 14 h

Ubicació:
Ubicació: BILBAO
Mondragon Unibertsitatea - Campus Bilbao AS Fabrik
Olagorta Kalea, 26 - Bilbao

BARCELONA
Virtual

TARRAGONA
Virtual

ZARAGOZA
Virtual

Plànol de situació:
BILBAO

Preu:
8600

Beques i facilitats de pagament:
S'aplicarà un descompte del 10% als ex-alumnes de cada entitat.

Contacte:
Vanessa Rejano - vanessa.rejano@fundacio.urv.cat

Telèfon de contacte:
Si vols informar-te o vols resoldre qualsevol dubte pots escriure a la següent adreça de correu electrònic mith@mondragon.edu o pots trucar al [647504100](tel:647504100).

Programa

Mòdul:	1.-MERCAT DE L'HIDROGEN
ECTS:	4,5
Durada:	45 h.
Contingut:	Paper de l'Hidrogen com a vector energètic.

1. Potencialitat de l'Hidrogen com a vector energètic

Marc regulador.

1. Introducció general sobre regulació i normativa.
2. Estat actual: (autonòmic / nacional / europeu)
3. Producció d'hidrogen
4. Emmagatzematge d'hidrogen
5. Distribució d'hidrogen (transport/injecció/ERH)
6. Mobilitat amb hidrogen
7. Usos industrials de l'hidrogen (cogeneració)

Garantia d'origen.

1. Introducció a sistema de les garanties d'origen (GO).
2. GO de l'hidrogen.
3. Elegibilitat de l'hidrogen. (Criteris / Classificació)
4. Quantificació Emissions. (ACV i metodologies)
5. Mitigació d'Emissions.
6. Aplicació de les GO al mercat de l'hidrogen.

Panorama Nacional i internacional Agents i fonts de finançament.

1. Estratègies, Projectes significatius, Associacions i Plataformes, Empreses rellevants i Fonts de finançament de l'Hidrogen a:
 - Espanya
 - Unió Europea
 - Regne Unit
 - Austràlia
 - USA

- Llatinoamèrica
- Japó i països Asiàtics

Mòdul: 2.-CONEIXEMENTS BÀSICS

ECTS: 12

Durada: 120 h.

Contingut: Enginyeria Química.

1. Operacions unitàries bàsiques i diagrames de Flux
2. Balanços de Matèria
3. Balanços d'Energia
4. Sistemes reactius
5. Balanços en estat no estacionari
6. Disseny bàsic d'operacions unitàries

Termodinàmica i transferència de calor.

1. Primer i Segon principi de la termodinàmica
2. Transferència de calor per conducció i convecció
3. Intercanviadors de calor
4. Estimació de propietats termodinàmiques de l'hidrogen i les seves mescles

Catalitzadors i reactors catalítics.

1. Conceptes bàsics de la catàlisi
2. Preparació de catalitzadors
3. Propietats físiques i químiques més rellevants
4. Catalitzadors estructurats
5. Reactors catalítics per produir hidrogen
6. Microreactors

Red elèctrica i convertidors de potència

1. Conceptes bàsics d'AC i DC
2. Xarxa elèctrica: conceptes i dispositius
3. Convertidors AC / DC aplicats a l'electrolitzador
4. Convertidors DC / DC aplicats a la pila de combustible
5. Convertidors DC / AC aplicats a la xarxa elèctrica

Energies Renovables.

Mecànica de Fluids.

1. Conceptes bàsics: Propietats de Fluids
2. Hidrostàtica: Forces i línies d'acció sobre superfícies planes i corbes
3. Hidrodinàmica de fluxos compressibles i incompressibles: Pèrdues de càrrega en canonades i vàlvules. Turbines i compressors.

Materials utilitzats en la cadena de valor de l'H2.

1. Introducció a la cadena de valor de l'hidrogen: requeriments dels materials
2. Introducció a la ciència de materials
3. Materials en la cadena de valor de l'hidrogen:
4. Generació d'hidrogen
5. Transport i emmagatzematge: dispositius mòbils
6. Transport i emmagatzematge: dispositius fixos
7. Generació d'energia

Simulació CFD de flux, transferència de calor i massa en tecnologies de l'H2.

1. Conceptes essencials en CFD 3h: convergència, residus, balanços, interpolació, solvers
2. Cinètica química per simulació
3. Simulació d'un electrolitzador/pila de combustible
4. Simulació d'un equipament de combustió d'hidrogen

Pràctiques Tècniques en laboratori.

Cella Electroquímica Energia Eòlica i Fotovoltaica

Mòdul:	3.-GENERACIÓ
ECTS:	8,5
Durada:	85 h.
Contingut:	Generació d'H ₂ mitjançant processos de reformat.

1. Reformat amb vapor d'aigua; intensificació de processos
2. Reformat sec
3. Reformat autotèrmic
4. Processos de piròlisi
5. Processos de purificació convencionals (PSA i PTA)
6. Processos de purificació amb membranes
7. Mètodes emergents: Chemical Looping Reforming, Steam-Iron

Generació d'H₂ mitjançant energia solar tèrmica i fotocatàlisi.

1. Conceptes bàsics de la fotocatàlisi
2. Fotocatalitzadors basats en òxid de titani
3. Altres fotocatalitzadors
4. Fotoreactors per a la producció d'hidrogen
5. Cicles termoquímics per a la producció d'hidrogen

Generació d'H₂ mitjançant electròlisi.

1. Concepte d'electròlisi.
2. Generació renovable d'energia elèctrica. A partir de solar, d'eòlica, d'hidràulica i de biomassa
3. Electròlisi de l'aigua. Fotoelectròlisi
4. Electrolitzadors. PEM, alcalí, òxid sòlid.
5. Hidrogen com a vector. Emmagatzematge i reconversió energètica

Tècniques de separació i purificació d'hidrogen.

1. Compensió, assecat i condicionament
2. Sistemes d'absorció-desorció

3. Sistemes de membranes selectives
4. Altres tecnologies

Pràctiques Tècniques en laboratori.

1. Procés de reformat
2. Procés de fotocàlisi
3. Procés d'electròlisi

Mòdul: 4.-TRANSPORT I EMMAGATZEMATGE

ECTS: 9

Durada: 90 h.

Contingut: Emmagatzematge.

Transport terrestre y marí.

Compressió i liqüefacció

1. Compressió de l'hidrogen: Fonaments
2. Compressors mecànics: compressors de pistons, diafragma, lineals i de pistó i anell líquid.
3. Compressors no mecànics: Compressió criogènica, amb hidrurs metàl·lics, electroquímics i d'adsorció.
4. Fonaments de liquació de l'hidrogen
5. Cicles de liquació: Brayton i Claude

Sensòrica, monitorització i control.

1. Tècniques elèctriques / electròniques de detecció.
2. Tècniques òptiques i fotòniques de detecció.
3. Monitorització de concentració i altres magnituds de l'H₂
4. Sensors-actuadors. Controladors de rang en H₂.

Pràctiques Tècniques en laboratori.

Seguretat i Normativa, Hidrogenera, Emmagatzematge en Hidrur, Local Certificat ATEX

Mòdul: 5.-TRANSFORMACIÓ

ECTS: 7

Durada: 70 h.

Contingut: Combustió.

1. Termoquímica de la combustió
2. Aspectes cinètics
3. Inflamabilitat i reaccions en cadena
4. Mecànica de fluids de les flames
5. Tipus de combustibles
6. Teoria de la ignició
7. Cicles de liquació: Brayton i Claude

Pila de combustible de baixa temperatura (PEMFC, DMFC).

1. Introducció a les piles de combustible
2. Components d'una pila PEMFC i DMFC
3. Funcionament de les piles PEMFC i DMFC
4. Unitats MEA
5. Caracterització de piles PEMFC i DMFC
6. Degradació de les piles PEMFC i DMFC
7. Caracterització elèctrica, efecte de la temperatura, càrrega, etc.

Pila de combustible d'alta temperatura (MCFC, SOFC, PAFC).

1. Configuracions SOFC: planars i tubulars; Suportades en l'electròlit / elèctrode
2. Piles suportades en l'electròlit.
3. Components de les SOFC i materials
4. Microestructura de les SOFC
5. Conductors iònics
6. Tècniques de fabricació
7. Principis de funcionament de les SOFC. Corbes I-V i resistència específica
8. Maneres d'operació

9. Tècniques de caracterització

Pràctiques Tècniques en laboratori.

Combustió d'hidrogen Pila de Combustible

Mòdul:	6.-APLICACIONES
ECTS:	7
Durada:	70 h.
Contingut:	Usos industrials i tecnologia P2X.

1. Refineria de Petroli: Processos de hidrodesulfuració i craqueig.
2. Biorefineria.
3. Obtenció de combustibles mitjançant reducció de CO₂.
4. Producció d'amoníac.
5. Reducció d'òxids metàl·lics.
6. Producció d'àcid clorhídric
7. Processos d'hidrogenació
8. Química fina
9. Producció de metanol
10. Producció de peròxid d'hidrogen (H₂O₂)
11. Fibres tèxtils
12. Soldadura
13. Usos com a refrigerant

Petits dispositius electrònics i unitats auxiliars.

1. Micro i nanotecnologies, metodologies de fabricació
2. Dispositius basats en silici
3. Aplicacions de petita potència
4. Elements perifèrics i sistemes complets

Urbà / residencial.

1. Consum elèctric i factura elèctrica.
2. Consums tèrmics.

3. Integració: Gestió energètica hidrogen + renovable en ús urbà / residencial
4. Aplicació en sistemes de calefacció i ACS: Tipus de calderes de H2

Pràctiques Tècniques en laboratori

Simulació d'Operació d'una Planta d'Hidrogen

Mòdul: 7.-PONÈNCIES D'EXPERTS

ECTS: 2,4

Durada: 24 h.

Contingut: .

Mòdul: 8.-VISITES A EMPRESES

ECTS: ,6

Durada: 6 h.

Contingut: .

Mòdul: 9.-PROJECTE FI DE MÀSTER

ECTS: 9

Durada: 90 h.

Contingut: .

Impulsat per:



**Mondragon
Unibertsitatea**

**Goi Eskola Politeknikoa
Escuela Politécnica Superior**



Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

School of Professional & Executive Development



**Universidad
Zaragoza**



URV

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI



centro formación / irakas-gunea



**INSTITUT
ESCOLA DEL TREBALL**



**cpi fp
Pirámide**



FUNDACIÓN PARA EL
DESARROLLO DE LAS NUEVAS
TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO
EN ARAGÓN



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO



Escuela de
organización
industrial



REPSOL Petronor

Fundació URV. Centre de Formació Permanent

Av Onze de Setembre, 112. 43203 REUS

Tel.: 977 779 950 Fax: 977 310 113

formacio@fundacio.urv.cat

www.fundacio.urv.cat/formacio