

30

APROFUNDIMENT

EL PAPER DE L'HIDROGEN EN LA TRANSICIÓ ENERGÈTICA

**Metròpolis
Barcelona**
Agència de
Desenvolupament
Econòmic



Presentació de la monografia

La crisi climàtica i la necessitat de descarbonitzar l'economia signifiquen un canvi profund en la manera d'organitzar la societat i la planificació del territori. Deixar de consumir energia d'origen fòssil per reduir les emissions de CO₂ i altres gasos amb efecte d'hivernacle implica la gestió d'unes energies renovables no exemptes de dificultats que cal afrontar.

L'hidrogen s'ha convertit en una aposta clau de la Unió Europea (UE) per aconseguir els objectius en matèria de transició energètica, així com per al desenvolupament d'una indústria sostenible i competitiva a escala global. L'aprovació de l'estratègia de l'hidrogen i de l'estratègia per a la integració del sector energètic el 2020 com a part del Pacte Verd Europeu, l'enfocament de l'estratègia europea de recuperació econòmica posterior a la COVID-19 en la sostenibilitat del sector industrial i el desenvolupament de fulls de ruta de l'hidrogen en diferents estats membres de la UE així ho subscriuen.

La condició de l'hidrogen com a vector energètic i la seva alta versatilitat el fan apte per situar-se com un combustible clau per a la integració dels diferents sectors energètics; això li donarà una major flexibilitat, disponibilitat i seguretat energètiques, així com més eficiència i rendibilitat en la transició energètica, cosa que contribuirà a la descarbonització de l'economia.

Ara bé, per tal d'aprofitar les potencialitats de l'hidrogen cal superar certs obstacles, com el desenvolupament d'un marc normatiu adequat i que els operadors implicats rebin els senyals i incentius necessaris.

Aquest informe explora el paper de l'hidrogen en la transició energètica, i suggereix que la col·laboració publicoprivada té un paper clau en l'impuls d'aquest model per avançar en el camí de l'Agenda 2030.

TENDÈNCIES
REPTES
OPORTUNITATS
TROP
POSICIONAMENT



1 La transició energètica

La Unió Europea lidera la reducció d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH), però encara queda molt camí per recórrer si es pretén evitar un augment de la temperatura superior als 2 °C. Amb la intenció d'intensificar aquest lideratge, la Comissió Europea va presentar el 2019 el Pacte Verd Europeu.



Què es el Pacte Verd Europeu?

El Pacte Verd Europeu, aprovat l'11 de desembre del 2019, és una nova estratègia de creixement que té com a objectiu transformar la Unió Europea en una economia sostenible i una societat justa i pròspera. Es tracta d'un ambiciós paquet de mesures de resposta al canvi climàtic i mediambiental, així com als reptes socials que comporten per assolir una transició ecològica sostenible.

Objectius del Pacte Verd Europeu

1. Aconseguir que la UE sigui climàticament neutra d'aquí al 2050.
2. Protegir la biodiversitat, els ecosistemes, transitar cap a ciutats verdes i eliminar la contaminació de l'aire, l'aigua i el sòl.
3. Ajudar els sectors econòmics a convertir-se en líders mundials en tecnologies i productes nets.
4. Contribuir a garantir una transició justa i inclusiva sense deixar ningú enrere.

Font: [1].

Àmbits d'actuació

Font: [2].

FER QUE EL TRANSPORT SIGUI SOSTENIBLE

▼ 55 % d'emissions de turismes d'aquí al 2030
▼ 50 % d'emissions de furgonetes d'aquí al 2030
0 emissions de nous turismes d'aquí al 2035



ACONSEGUIR UN SISTEMA ENERGÈTIC NET

36 %-39 % Nous objectius d'eficiència energètica del consum d'energia primària i final d'aquí al 2030
40 % Nou objectiu de renovables d'aquí al 2030



PROTEGIR LA BIODIVERSITAT I LA SALUT DEL PLANETA

268 Mt Embornal de CO₂ actual → 310 Mt Nou objectiu



LIDERAR LA TERCERA REVOLUCIÓ INDUSTRIAL

35 milions d'edificis podran renovar-se d'aquí al 2030
160.000 llocs de treball «verds» addicionals podran crear-se en el sector de la construcció d'aquí al 2030



RENOVAR ELS EDIFICIS

49 % d'edificis amb energies renovables d'aquí al 2030
+3 % de la superfície total dels edificis públics renovada



IMPULSAR L'ACCIÓ CLIMÀTICA GLOBAL

30 % de l'Instrument de Veïnatge, Desenvolupament i Cooperació Internacional (IVDCI) destinat a donar suport als objectius climàtics
1/3 del finançament públic mundial de la lluita contra el canvi climàtic procedeix de la Unió Europea i els seus estats membres

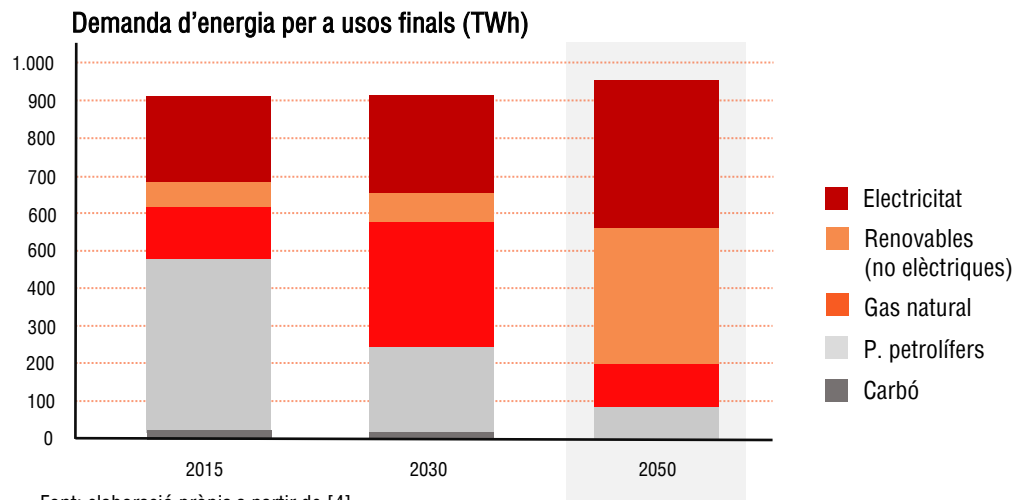


Descarbonitzar l'economia: l'aposta per l'hidrogen

La transició energètica és el pas més evident i necessari a l'hora d'abordar l'emergència climàtica. Els gasos renovables tindran un paper clau, ja que l'electrificació no pot arribar a tota la matriu energètica i sectors de l'economia. Entre aquests gasos renovables, per la seva versatilitat, l'hidrogen utilitzat com a combustible està experimentant un impuls sense precedents que podria fer realitat el seu enorme potencial com a energia neta. Ara bé, l'èxit del seu desplegament està condicionat per molts interrogants i reptes, com el d'aconseguir penetrar en diferents sectors amb un elevat grau de rigidesa adaptativa.

A curt termini, una de les solucions més eficient i plausible per al sector gasista per reduir les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle i descarbonitzar l'economia serà **hibridar el gas natural amb gasos renovables**. Les tecnologies renovables no elèctriques, com el biometà i l'hidrogen, hauran de cobrir més d'un 30 % del consum d'energia final l'any 2050.

Aquests gasos renovables, a més d'aportar flexibilitat i fiabilitat al sistema energètic (en reduir addicionalment la dependència energètica) contribueixen a la descarbonització de sectors de difícil electrificació com el **sector del transport, l'industrial o el mateix sector gasista**, entre d'altres. A més, els gasos renovables tenen un clar avantatge a Espanya pel fet que el sistema gasista espanyol és robust i se'n podria **aprofitar la infraestructura** durant les fases de desenvolupament [3].



Font: elaboració pròpia a partir de [4].

Actualment hi ha **fulls de ruta, com el del Pacte Verd Europeu o el full de ruta de l'hidrogen a Espanya, amb objectius i compromisos per al desenvolupament de la tecnologia de l'hidrogen a escala europea i estatal**, a causa de l'important paper que aquest té en la ruta cap a la neutralitat climàtica el 2050.

El **Pacte Verd Europeu** inclou en la seva previsió de desenvolupament l'aprovació d'estratègies i mecanismes de finançament per a la promoció i el desenvolupament de la cadena de valor de l'hidrogen renovable. Dins de les polítiques a desenvolupar en el marc del Pacte Verd Europeu, **l'estratègia europea de l'hidrogen** té per objectiu establir les pautes necessàries per desenvolupar el paper de l'hidrogen net en la reducció d'emissions de l'economia de la UE d'una manera eficient. L'estratègia estableix tres horitzons temporals (2024, 2030 i 2050) per als quals determina una sèrie de fites a aconseguir. En concret, destaquen les dues primeres fases de l'estratègia europea de l'hidrogen[2]:

Primera fase 2020-2024

Instal·lació d'almenys 6 GW d'electrolitzadors a la UE i producció de fins a 1 milió de tones d'hidrogen renovable, que equivaldrien al consum anual de més de 3 milions d'habitatges*.

Segona fase 2025-2030

Instal·lació de 40 GW d'electrolitzadors d'ara al 2030 i producció de fins a 10 milions de tones d'hidrogen renovable a la UE, que equivaldrien al consum anual de més de 30 milions d'habitatges.



Full de ruta de l'hidrogen verd a Espanya

En l'àmbit nacional, el document Hoja de ruta del hidrógeno: una apuesta por el hidrógeno, aprovat el 6 d'octubre del 2020 pel Ministeri per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic (MITERD), presenta 60 mesures que tenen l'objectiu a mitjà termini de fomentar la producció d'hidrogen renovable per tal que sigui competitiu i substitueixi la demanda actual d'hidrogen gris.

HOJA DE RUTA
DEL HIDRÓGENO:
UNA APUESTA
POR EL HIDRÓGENO
RENOVABLE

* Per fer l'aproximació s'ha considerat que 1 kg d'hidrogen verd conté uns 33,3 kWh [5] i que el consum mitjà d'energia anual de les llars és de 35.671,54 MJ/habitatge [6].

2 El mercat energètic actual

El sistema energètic actual, de característiques oligopolístiques, genera desigualtats socials i territorials, i segueix apostant pels combustibles fòssils com a recurs principal. Entre els perjudicats del sistema hi trobem les famílies que pateixen pobresa energètica i les zones rurals i perifèriques, on els impactes sobre el territori es multipliquen i el servei no és l'adequat.



El sector de l'energia català (i espanyol) està dominat per un **oligopoli d'empreses multinacionals**, algunes en mans estatals, amb una gran capacitat normativa, legislativa i d'inversió.

El sistema energètic actual produeix l'energia en **grans centrals**, principalment per qüestions d'economies d'escala. Així, es disposa d'una **gran xarxa de distribució general** que arriba gairebé a tot arreu.



Funcionament del mercat energètic espanyol i el paper del gas natural en l'increment de preu de l'electricitat

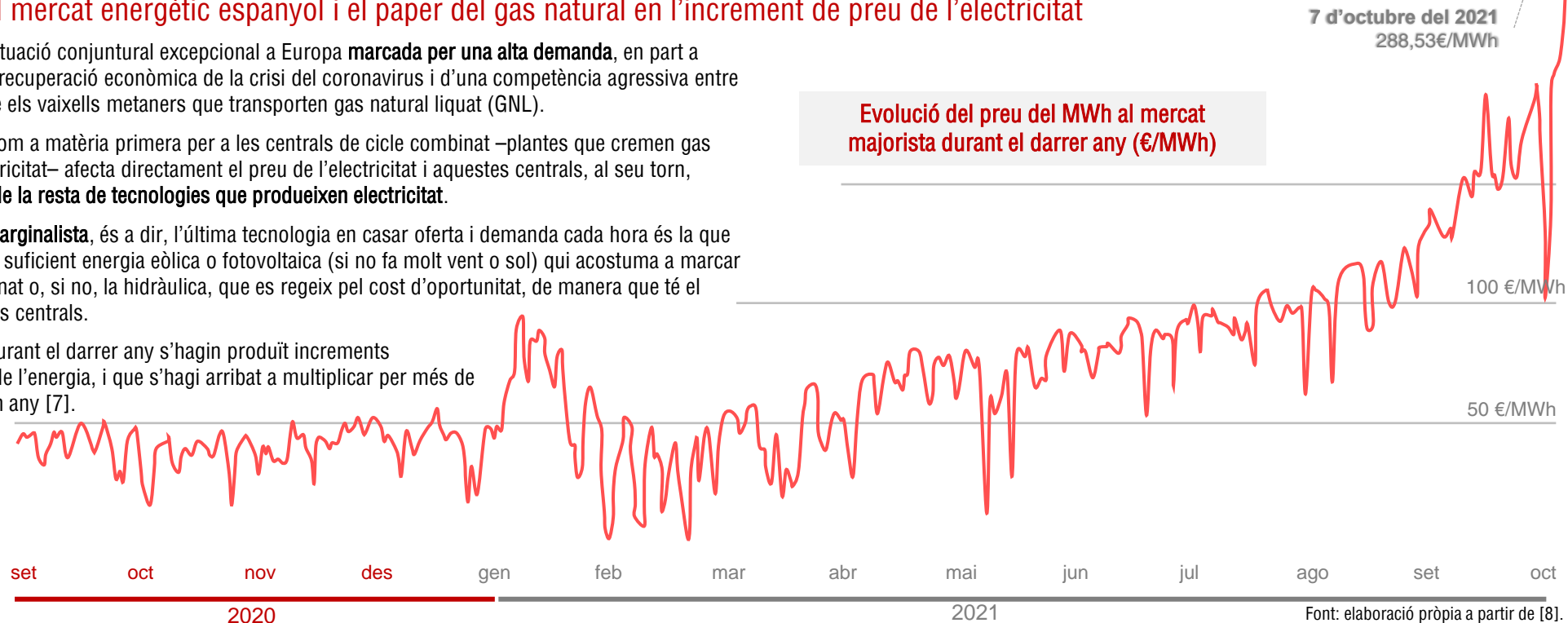
El gas es troba en una situació conjuntural excepcional a Europa **marcada per una alta demanda**, en part a causa de la progressiva recuperació econòmica de la crisi del coronavirus i d'una competència agressiva entre Europa i Àsia per atreure els vaixells metaners que transporten gas natural líquid (GNL).

El preu del gas natural com a matèria primera per a les centrals de cycle combinat –plantes que cremen gas natural per generar electricitat– afecta directament el preu de l'electricitat i aquestes centrals, al seu torn, **incideixen en els preus de la resta de tecnologies que produeixen electricitat**.

El mercat espanyol és marginalista, és a dir, l'última tecnologia en casar oferta i demanda cada hora és la que marca el preu. A falta de suficient energia eòlica o fotovoltaica (si no fa molt vent o sol) qui acostuma a marcar el preu és el cycle combinat o, si no, la hidràulica, que es regeix pel cost d'oportunitat, de manera que té el mateix preu que aquestes centrals.

Aquest sistema fa que durant el darrer any s'hagin produït increments progressius dels preus de l'energia, i que s'hagi arribat a multiplicar per més de tres el preu en només un any [7].

Aquests increments tenen efectes directes sobre la factura de la llum i, per tant, provoquen situacions injustes per als consumidors.



2 El mercat energètic actual

Els principals punts febles que es deriven del mercat energètic actual

XARXA DE PRODUCCIÓ CENTRALITZADA

Si el sistema falla en un punt, tot i que generalment es pot aïllar, el problema es pot propagar i generar una apagada general en grans àrees.



Gran apagada del 2007 a Barcelona. Més de la meitat de les llars de la ciutat (350.000) es van quedar sense electricitat durant quatre dies a causa d'una cadena d'accidents.



Gran nevada del març del 2010 a Catalunya. Una caiguda de les torres i cables de la xarxa general va causar greus problemes de subministrament elèctric.

CONTROL DELS PREUS

Els preus variables del mercat regulat de l'electricitat depenen de la interacció entre l'oferta i la demanda, i produeixen situacions injustes per als consumidors.



189,83
€/MWh

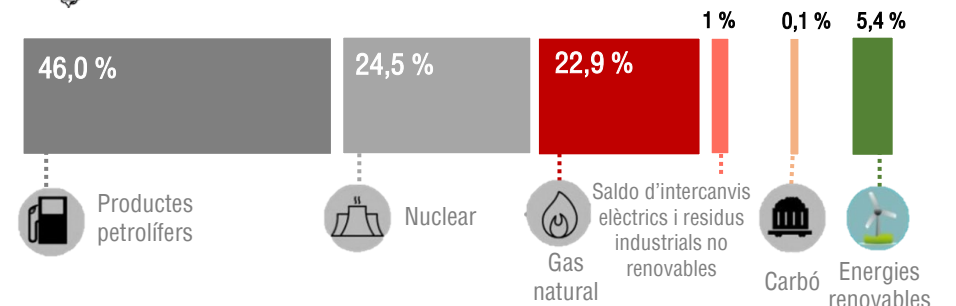
El passat 30 de setembre es va arribar a l'enèsim rècord del preu de l'energia durant aquest any, impulsat per uns preus internacionals del gas natural completament desbocats.

ENERGIA NO RENOVABLE

L'energia consumida a Catalunya prové majoritàriament de recursos energètics no renovables. Els combustibles fòssils són la principal font d'energia primària (69,1 %), mentre que l'energia nuclear constitueix la segona font més utilitzada (24,5 %) [9].



El consum d'energia primària per fonts d'origen (2019) [9]



PUJADA DE PREUS PER EMISSIONS DE CO₂

A la pujada de preus a causa de la inestabilitat dels preus del gas natural també cal sumar-hi l'increment progressiu de preus per emissions de CO₂ que han de pagar les empreses que emeten aquesta substància.



Aquesta pujada de preus té efectes directes sobre les centrals de cycle combinat que funcionen a partir de gas natural. Es preveu que aquest preu s'incrementi progressivament en el futur i que, per tant, de rebot afecti el preu de l'electricitat que acaben pagant els consumidors.

POCS AGENTS CONTROLLEN LA MAJOR PART DEL MERCAT

Únicament 5 empreses controlen el 70 % de la producció, gairebé el 100 % de les xarxes de subministrament i el 90 % de les vendes finals [9].



Històricament, aquest grup reduït d'actors han estat defensors de l'energia basada en combustibles fòssils i han tingut un paper molt important en la política energètica espanyola, i com a conseqüència no és gaire comú que els governs plantin cara a aquestes empreses. Això genera unes dinàmiques que frenen la innovació i la competitivitat del sector amb impactes negatius sobre el benestar social i l'economia en el seu conjunt.

FRE A LA INNOVACIÓ I LA COMPETITIVITAT

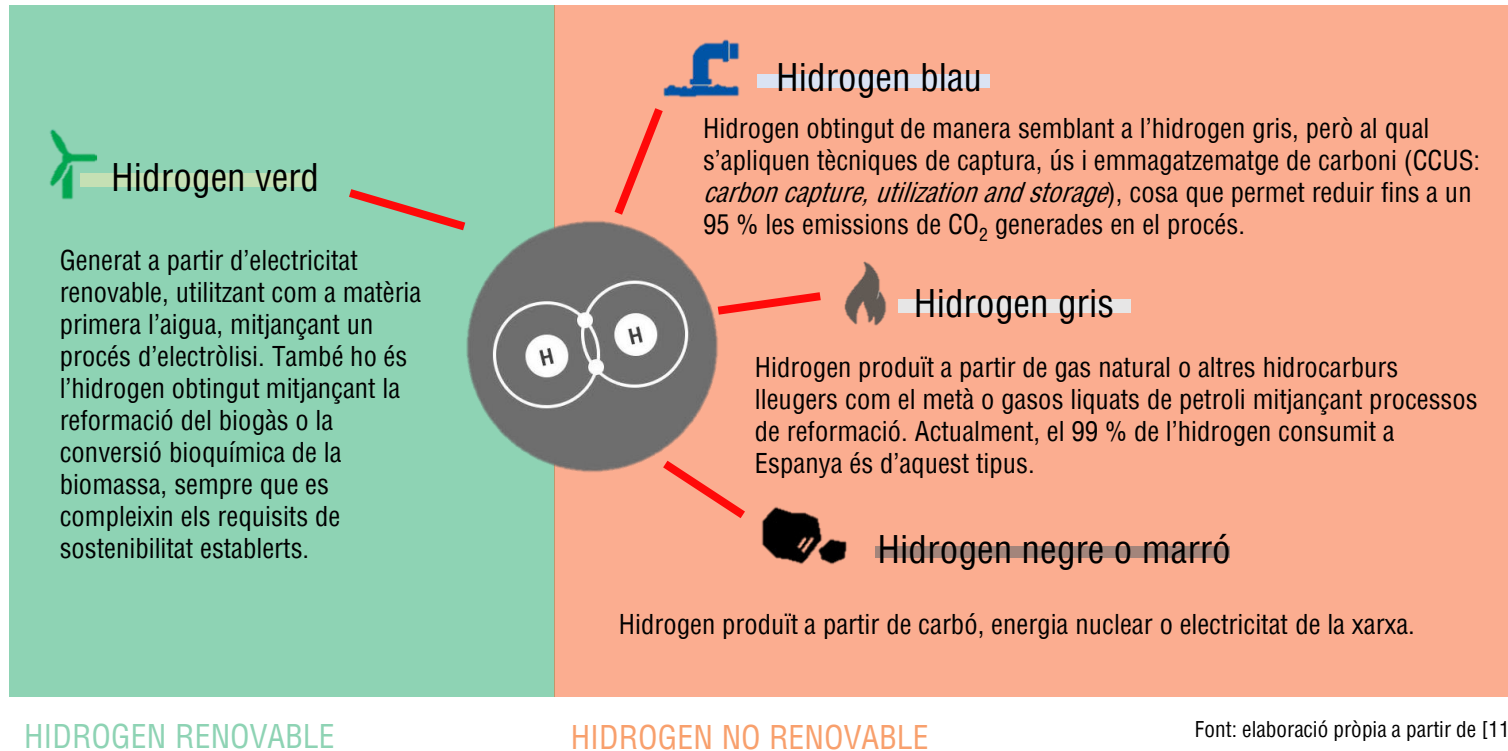
En el cas espanyol, l'oligopoli d'empreses que controlen el mercat majoritàriament ha contribuït al fet que es produís una frenada en el desplegament de les energies renovables.

La cadena de valor de l'hidrogen

L'hidrogen no és una font d'energia primària sinó un **vector energètic**, és a dir, un producte que requereix una aportació d'energia per ser obtingut i que té la particularitat de ser capaç d'emmagatzemar energia per alliberar-la de manera gradual quan sigui requerida.

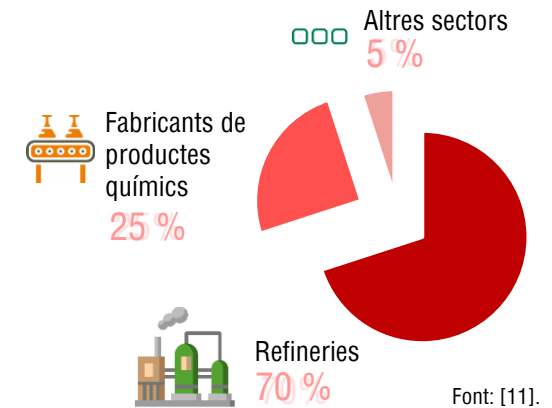
Tipus d'hidrogen

En funció de la matèria primera necessària i de les emissions de CO₂ generades en la seva obtenció, generalment l'hidrogen es classifica en les tipologies següents:



El consum d'hidrogen a Espanya

Actualment, el consum d'hidrogen a Espanya se situa al voltant de les 500.000 t/any, majoritàriament hidrogen gris, utilitzat com a matèria primera sobretot en refineries (al voltant del 70 %) i pels fabricants de productes químics (25 %), mentre que el consum restant correspon a sectors com el metal·lúrgic.



En molts casos, la producció es fa directament a la mateixa planta de consum amb instal·lacions de reformació amb vapor de gas natural.

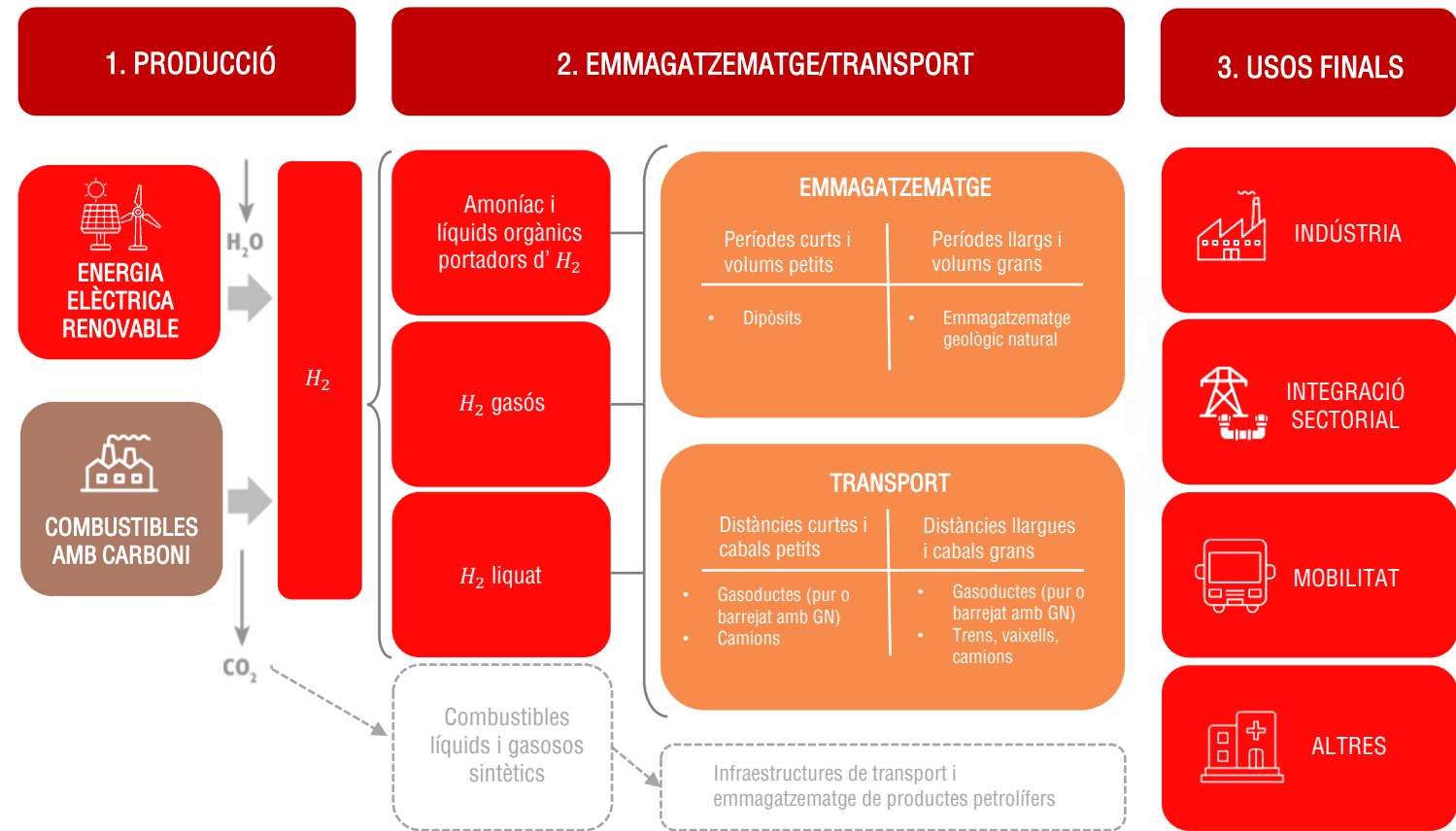
La cadena de valor de l'hidrogen

El desplegament de l'hidrogen a gran escala té el suport d'una aposta clara de la Unió Europea per potenciar aquest gas com a combustible durant els pròxims anys. Hi ha diversos indicadors que posen de manifest que s'estan produint avenços en aquesta direcció. Per exemple, el nombre d'empreses que s'han adherit a l'Hydrogen Council, que engloba empreses del sector de l'hidrogen a escala mundial, ha passat de 13 el 2017 a més de 100 actualment. A més, a principis del 2020, uns 30 països ja tenien el seu propi full de ruta sobre l'assumpte, entre els quals Espanya [12].

El full de ruta de l'hidrogen verd a Espanya assenyala que l'Estat espanyol té l'oportunitat de posicionar-se com a referent tecnològic en la producció i aprofitament de l'hidrogen renovable i liderar un projecte de país cap a una economia descarbonitzada, amb l'impuls de la cadena de valor de l'hidrogen mitjançant la creació de clústers tecnològics i projectes pilot a escala regional i el foment de la innovació industrial.

La resposta europea dependrà de cada estat. En general, es considera que Espanya i Portugal per ser països rics en sol i vent estan ben posicionats per a la producció d'hidrogen verd. En canvi, els països nòrdics, amb accés a preus de gas natural més econòmics, probablement exploraran l'hidrogen blau com a possible solució.

La cadena de valor de l'hidrogen descriu des del procés de la seva producció fins al seu ús final en aplicacions diverses. En les pàgines següents es detallen els processos o sistemes involucrats en cada etapa i es mostren els diferents camins o rutes d'aquest vector energètic.



Font: elaboració pròpia a partir de [11].

1. Producció

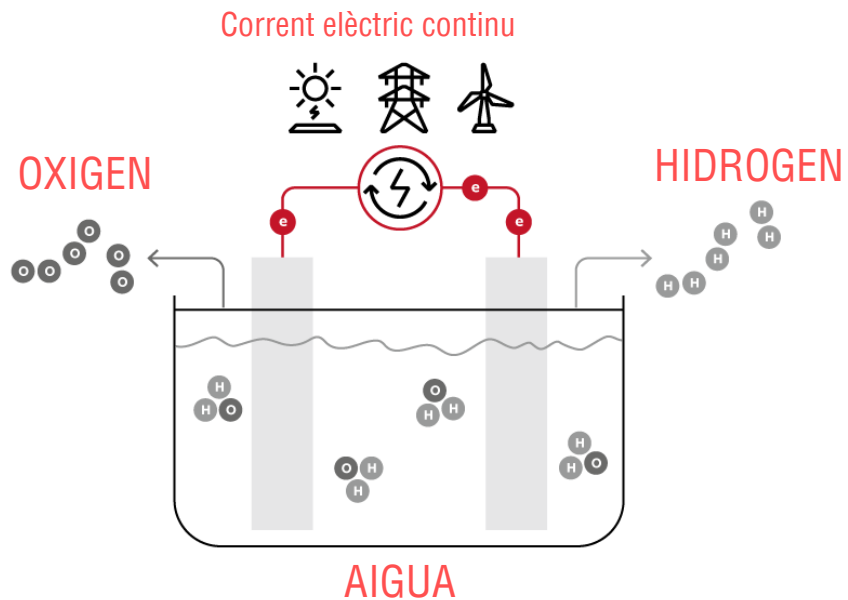
Hi ha diferents tecnologies d'obtenció d'hidrogen en funció de la matèria primera utilitzada:

A Hidrogen a partir d'electricitat renovable



Electròlisi

La tecnologia d'electròlisi consisteix en la **dissociació de la molècula d'aigua en oxigen i hidrogen** en estat gasós per mitjà d'un corrent elèctric continu, subministrat per una font d'alimentació connectada a dos elèctrodes, a la superfície dels quals es produeix la ruptura de la molècula d'aigua.



La tecnologia que s'utilitza per dur a terme l'electròlisi es troba en una **fase incipient**. Actualment, es treballa amb electrolitzadors de baixa potència, si bé s'espera que en un futur la potència s'incrementi.

Els fabricants d'electrolitzadors ofereixen solucions compactes que integren tots els subsistemes per al subministrament i evacuació de tots els *inputs* necessaris: electricitat, aigua, oxigen i hidrogen.



Altres mètodes

Hi ha altres processos que permeten la generació d'hidrogen verd a partir de la dissociació directa d'una molècula d'aigua:

- **Termòlisi:** consisteix en la descomposició de l'aigua utilitzant energia solar de concentració. Aquests mètodes encara es troben en un estat inicial de maduresa tecnològica.
- **Termoquímica:** permet reduir la temperatura d'operació necessària per als processos de termòlisi.
- **Fotoelectroquímica:** aprofita l'energia continguda en la radiació solar per iniciar la dissociació de l'aigua.

Font: [11].

PRODUCCIÓ



ENERGIA ELÈCTRICA RENOVABLE

H₂O



COMBUSTIBLES AMB CARBONI

H₂

CO₂

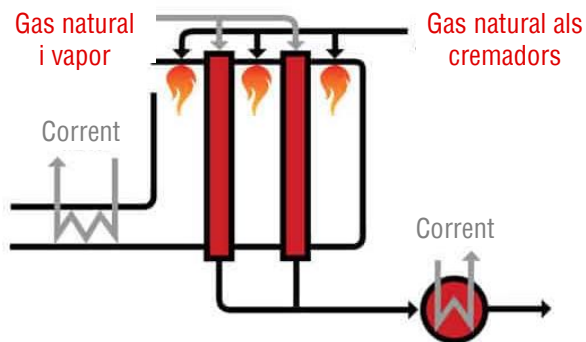
1. Producció

Hi ha diferents tecnologies d'obtenció d'hidrogen en funció de la matèria primera utilitzada:

B Hidrogen a partir de gas natural o biogàs

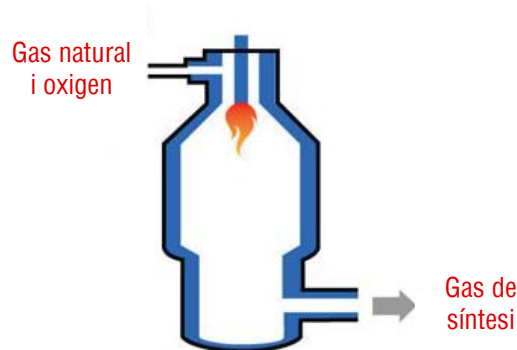
Reformat amb vapor o steam methane reforming (SMR)

La tecnologia de reformació amb vapor es desenvolupa en un **reactor** (reformador), on reacciona **vapor a alta temperatura i pressió amb els hidrocarburs** en presència d'un catalitzador de base metàl·lica, i es **produceix un gas de síntesi** (hidrogen i monòxid de carboni). Posteriorment, hi acostuma a haver dues etapes de WGS per obtenir més H_2 i principalment CO_2 , i una etapa final de purificació de H_2 .



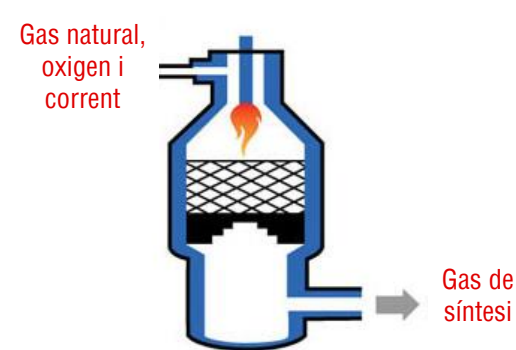
Oxidació parcial o partial oxidation (POX)

En la tecnologia d'oxidació parcial, l'hydrocarbur pateix una **combustió incompleta**, en reaccionar amb oxigen en una proporció menor estequiomètrica (amb defecte d'oxigen) dins d'un reactor (reformador) a temperatures molt elevades ($1.300\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $1.500\text{ }^{\circ}\text{C}$), i s'obté gas de síntesi. **És un procés més ràpid però menys eficient que l'anterior.**

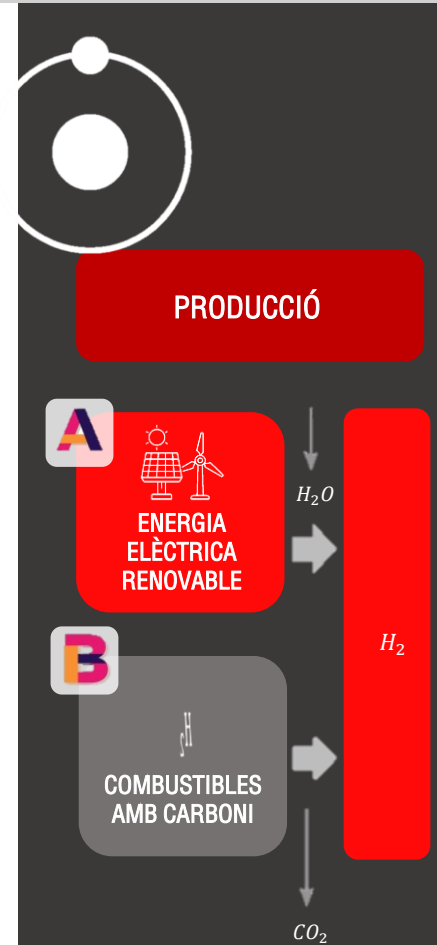


Reformació autotèrmica o autothermal reforming (ATR)

Aquest procés és una **combinació de les tecnologies SMR i POX**. En aquest cas, s'afegeix un corrent de vapor al procés d'oxidació parcial que genera un procés similar a l'SMR. La principal diferència entre l'ATR i l'SMR és que aquest últim **utilitza l'oxigen com a font de calor per crear vapor**, mentre que l'ATR crema directament l'oxigen. El desavantatge d'aquest tipus de reformació és que ofereix nivells menors d'eficiència que els processos SMR.



Font: [11].



2. Emmagatzematge i transport

L'hidrogen resultant del procés de producció anterior es pot presentar en diferents estats. La manera de transportar-lo i emmagatzemar-lo dependrà de diferents factors, com ara la distància des de la planta de producció fins als punts de consum i l'ús dels diferents tipus de consum, entre d'altres.

A Amoníac i líquids orgànics portadors de H₂

L'hidrogen pot transformar-se en substàncies líquides fàcilment transportables fent ús de les xarxes de subministrament actuals, com ara el metanol, l'octà, l'amoníac o els derivats amònics i els líquids orgànics com el metilciclohexà (MCH) o el 12-H-N-etilcarbazole (NEC), entre d'altres. Entre aquests, **destaca l'amoníac**, perquè no conté carboni en la seva molècula i té una infraestructura pròpia desenvolupada.

B H₂ en estat gasós

L'hidrogen és un gas amb molt baixa densitat, cosa que n'encareix l'emmagatzematge a gran escala i el transport a llargues distàncies. Tanmateix, aquesta mateixa propietat **en facilita l'emmagatzematge a pressió en forma d'hidrogen comprimit**, per exemple per al seu ús en mobilitat. Així, l'hidrogen es pot transportar en estat gasós a través d'hidroductes.

De la mateixa manera, **es pot injectar a la xarxa gasista** una vegada s'han dut a terme els processos addicionals necessaris (odorització, control de qualitat, mesurament del volum injectat...). Ara bé, la barreja implicaria la pèrdua del valor intrínsec de l'hidrogen renovable en la barreja i, a més, presenta dificultats tècniques per a una posterior separació d'ambdós gasos en el punt de consum, quan això sigui necessari.

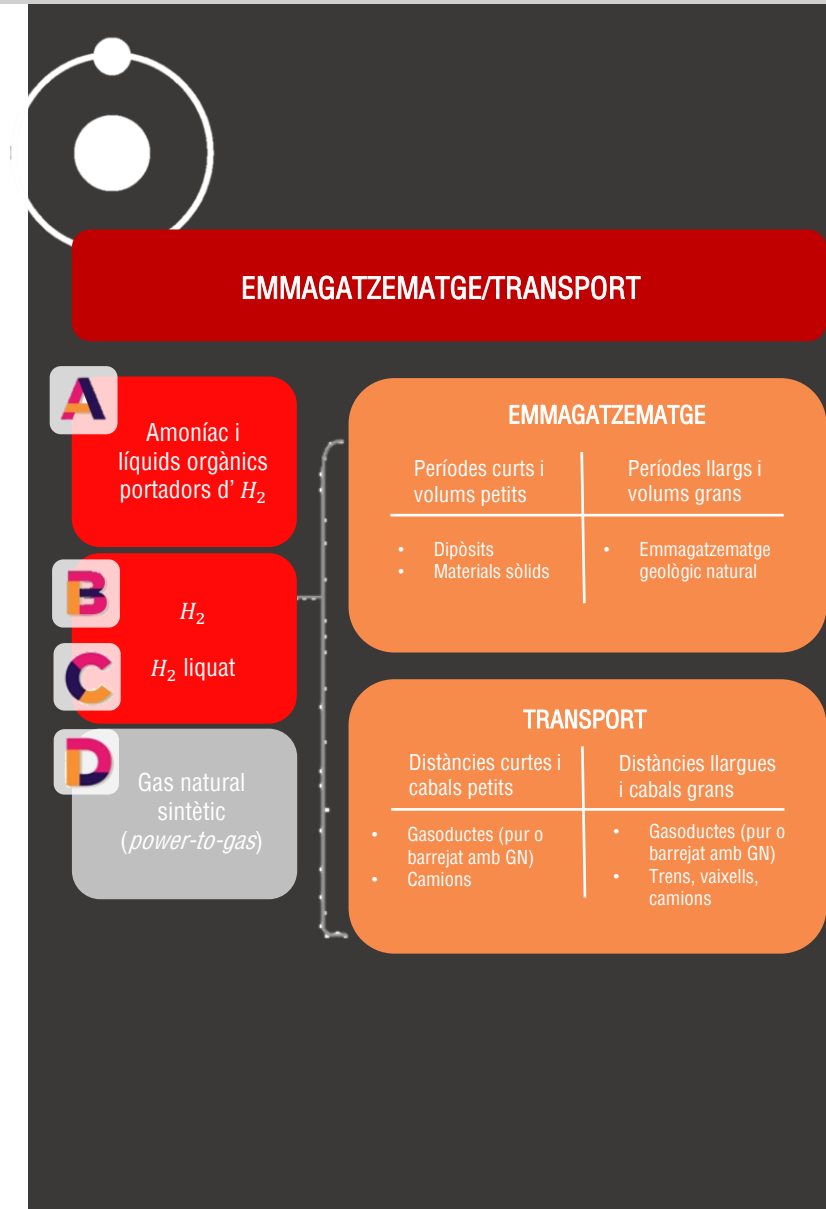
C H₂ líquat

De manera similar al gas natural líquat (GNL), l'hidrogen **es pot emmagatzemar en estat líquid**. Aquesta alternativa és recomanable per emmagatzemar grans quantitats d'hidrogen; ara bé, si el període d'emmagatzematge s'ha de prolongar en el temps, són recomanables altres opcions, ja que aquesta requereix una aportació d'energia per mantenir l'hidrogen en estat líquid.

Font: [11].

D Gas natural sintètic (*power-to-gas*)

Una altra via que s'utilitza en casos puntuals és la del gas natural sintètic. Es tracta d'un **gas combustible (predominantment metà, CH₄)** que es pot produir a partir de combustibles fòssils com el lignit, l'esquist bituminós o biocombustibles o bé utilitzant sistemes de conversió d'electricitat en gas.



3. Usos finals

L'última etapa de la cadena de valor són els usos finals de l'hidrogen renovable. Aquests són molt diversos i depenen en gran mesura de si el seu ús es du a terme directament **en forma d'hidrogen**, com a portador energètic, o **en un producte que utilitzarà com a matèria primera aquest hidrogen**. Les possibles aplicacions de l'hidrogen renovable s'agrupen en els sectors següents:

A Indústria

Les necessitats energètiques d'aquest sector d'activitat dificulten l'ús d'energies d'origen renovable com l'electricitat, però són una oportunitat per a la incorporació de l'hidrogen renovable, atesa la seva **elevada capacitat calorífica combinada amb el seu reduït nivell d'emissions contaminants**.

Destaquen tres camps d'aplicació:

Indústria de refinament

En processos d'eliminació d'impureses del petroli cru o de millora dels crus més pesants.

Indústria química

Com a matèria primera per a l'elaboració de productes químics, especialment amoníac i metanol, que a la vegada serveixen per produir altres compostos químics com fertilitzants, biocombustibles o plàstics.

Indústria metal·lúrgica

Elaboració de certs aliatges com l'acer.

A més del seu ús com a matèria primera, l'hidrogen **es pot utilitzar com a recurs energètic en nombrosos processos**, per exemple la gasificació o la fusió, gràcies al seu contingut energètic superior al dels combustibles fòssils convencionals.

D Altres

L'hidrogen renovable es posiciona com una de les alternatives per contribuir a la descarbonització del **sector domèstic i terciari**, gràcies a la seva capacitat de proporcionar un subministrament energètic flexible, adaptat i continu. Actualment, l'aplicació de l'hidrogen destinada a usos tèrmics només es du a terme en forma de projectes demostratius.

B Integració sectorial

L'hidrogen verd desenvolupa un **rol essencial en la interacció entre diferents sectors**:

Emmagatzematge energètic

L'emmagatzematge d'energia a curt i llarg termini es pot materialitzar mitjançant l'ús de l'hidrogen renovable com a vector energètic.

Sector elèctric

L'hidrogen verd permet gestionar millor la xarxa elèctrica absorbint els abocaments de l'electricitat renovable no consumida en el moment en el qual es produeix.

Sector gasista

L'hidrogen renovable es pot incorporar gradualment a la xarxa gasista, cosa que permet fer ús de les seves infraestructures i augmentar la integració dels sectors energètics gasista i elèctric.

Economia circular

L'hidrogen es pot produir a partir de biogàs renovable, biomassa o residus, la qual cosa afavoreix la utilització de residus procedents del sector agrari o industrials.

C Mobilitat

L'aplicació de l'hidrogen renovable en el sector del transport es materialitza en l'**ús de piles de combustible d'hidrogen (FC)**.

Utilitzen l'hidrogen produït a partir de fonts renovables per generar electricitat, que aporta l'energia elèctrica per mobilitzar els vehicles elèctrics de pila de combustible.

+ Aporta un avantatge competitiu notable sobre els vehicles elèctrics de bateries elèctriques en **segments de vehicles pesants**, ja que permet **reduir els temps de recàrrega i incrementar la distància recorreguda** pel vehicle abans de recarregar-lo, al mateix temps que redueix el pes del vehicle en disminuir la mida de les bateries.

- **El rendiment energètic d'aquests vehicles és inferior** al dels vehicles elèctrics de bateries, ja que s'ha de considerar l'energia consumida per obtenir l'hidrogen renovable, així com la necessària per comprimir-lo i emmagatzemar-lo en els tancs dels vehicles.

Font: [11]

USOS FINALS

A  INDÚSTRIA

B  INTEGRACIÓ SECTORIAL

C  MOBILITAT

D  ALTRES

Ecosistema de l'hidrogen

Són moltes les organitzacions, institucions i autoritats nacionals i locals que aspiren a aconseguir un ambiciós desplegament de les tecnologies d'hidrogen. Ja s'han unit a aquest propòsit més de mil agents interessats, que presenten els seus projectes i impulsen l'adopció d'iniciatives relacionades amb l'hidrogen a totes les escales.



El projecte, liderat per la URV i amb la participació del món social i econòmic del Camp de Tarragona, vol fer una reconversió radical de l'actual pol petroquímic de Tarragona amb l'hidrogen com a nou vector energètic de capçalera, per avançar en la sostenibilitat i en la lluita contra el canvi climàtic, a la vegada que vol ser un pol de desenvolupament i de treball.



La Plataforma Hidrogen Verd Catalunya Sud és el nou instrument liderat per la URV que vol aglutinar tots els agents que integren la cadena de valor de l'hidrogen verd, un combustible generat a partir de fonts d'energia renovables, per impulsar el coneixement, la producció i la implementació d'aquesta alternativa energètica al Camp de Tarragona i les Terres de l'Ebre.

Catalunya



L'associació es defineix com «la veu del sector de l'hidrogen a Espanya» i representa més de 250 socis de tota la cadena de valor de l'hidrogen.



Es tracta d'un centre d'investigació d'àmbit nacional, orientat a impulsar la recerca científica i tecnològica de les tecnologies de l'hidrogen i les piles de combustible.

Espanya



Hydrogen Europe reuneix diferents actors de la indústria, grans empreses i pimes que donen suport a l'entrega de tecnologies d'hidrogen i piles de combustible.



L'aliança reuneix la indústria, les autoritats públiques nacionals i locals, la societat civil i altres parts implicades en la cadena de l'hidrogen.



Es tracta d'una organització internacional que treballa en la difusió d'informació relativa al paper de l'hidrogen en la planificació d'un sistema energètic net.



FCH és una associació públicoprivada que dona suport a la investigació, el desenvolupament tecnològic i l'experimentació en tecnologies de piles de combustible i energia d'hidrogen a Europa.

Europa



És una organització mundial sense ànim de lucre dedicada a promoure la seguretat de l'hidrogen i les bones pràctiques en la seva manipulació i ús.



FCHEA representa més de setanta companyies i organitzacions líders en l'avenç de tecnologies d'energia innovadores, netes i segures.

Hydrogen Central

És una plataforma de difusió d'informació relativa a l'hidrogen i de creació de sinergies entre parts interessades i actors de la cadena de valor.



RHA és una associació comercial sense ànim de lucre establerta per promoure i defensar l'ús d'electricitat renovable per produir hidrogen i combustibles derivats.



IPHE és una iniciativa de col·laboració internacional per al desenvolupament i desplegament de tecnologies d'hidrogen i piles de combustible i per permetre la seguretat energètica mundial.

Món

Competitivitat i implementació de l'hidrogen

Com s'ha vist, l'hidrogen verd podria tenir un paper crucial en les estratègies de descarbonització. No obstant això, la normativa, l'estat actual del mercat i els costos de producció d'energia i dels electrolitzadors són algunes de les barreres més importants per a la captació d'hidrogen verd.

Si bé sembla una novetat o un descobriment recent, fa molts anys que s'utilitza l'hidrogen en el sector petroler i a la indústria química. De fet, el seu consum s'ha multiplicat per més de tres des del 1975 [13], i les previsions apunten que seguirà creixent durant els anys vinents.

El problema és que avui l'hidrogen es produeix pràcticament només utilitzant combustibles fòssils. Segons dades de l'Agència Internacional de l'Energia, el 6 % del gas natural mundial (que és responsable de generar tres quartes parts de l'hidrogen total) i el 2 % del carbó es destinen a la producció d'hidrogen [13].

La producció d'hidrogen és responsable de l'emissió d'uns **830 milions de tones de diòxid de carboni a l'any**



Avui dia, **l'hidrogen verd és 2-3 vegades més car que l'hidrogen blau**, produït a partir de combustibles fòssils en combinació amb la captura i l'emmagatzematge de carboni (CCS). Si en la pròxima dècada es produís una ampliació ràpida i un desplegament massiu d'electrolitzadors, l'hidrogen verd podria començar a competir en costos amb l'hidrogen blau el 2030 a molts països, cosa que el faria més barat que altres alternatives baixes en carboni abans del 2040, segons l'anàlisi d'IRENA [14]. **El cost de producció de l'hidrogen verd depèn de múltiples factors**, entre els quals es destaquen els següents:

Preu de l'*stack*

L'*stack* és el component principal de l'electrolitzador i actualment és el que més incrementa els costos d'inversió, ja que representa entre el 40 % i el 50 % del total. Aquesta participació depèn en gran mesura del disseny i les estratègies de fabricació i comercials.

Preu de les energies renovables

Els electrolitzadors d'aigua alcalina i PEM que funcionen a partir d'energia elèctrica provinent d'energies renovables comporten uns costos elevats en comparació amb la producció d'hidrogen a partir de combustibles fòssils. Els electrolitzadors d'aigua PEM són un 50 % o un 60 % més cars que els alcalins, cosa que representa una barrera addicional pel que fa a costos [14].

La vida útil dels electrolitzadors

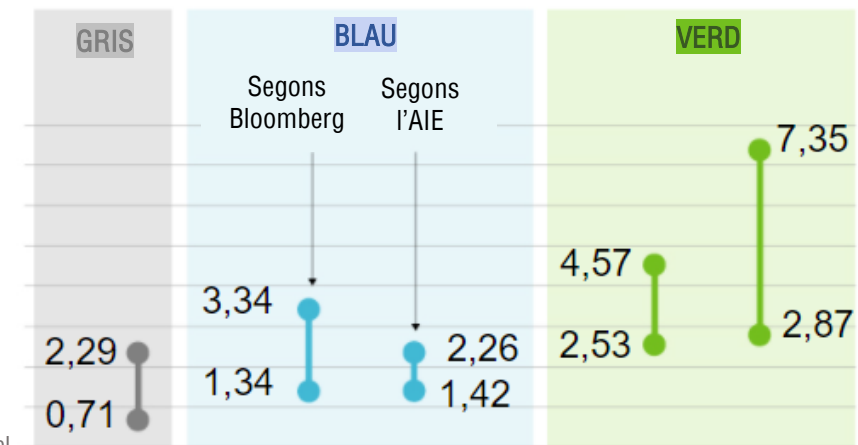
Preu del gas

Preu de les emissions de CO₂

Eficiència del procés

La fabricació i l'emmagatzematge de l'hidrogen verd comporten pèrdues econòmiques importants, que podrien reduir l'eficiència del procés al 20 % en moltes de les seves aplicacions [15].

Taula comparativa de costos de producció per tipologia d'hidrogen (€/kg), any 2020



Font: [16].

Competitivitat i implementació de l'hidrogen

Hi ha veus crítiques que des dels àmbits acadèmic, científic, social i ambiental estan alertant dels riscos i incerteses que plantegen les propostes de les administracions i les empreses relacionades amb l'hidrogen.

La densitat de l'hidrogen és molt baixa i això fa que sigui difícil i costós d'emmagatzemar i transportar. Però també és cert que té molt potencial i que com a substitut dels combustibles fòssils presenta alguns avantatges que altres tecnologies per les seves limitacions no tenen, principalment en àmbits com el transport pesant, la calefacció o la indústria.

La realitat és que, avui dia, segueix sent una tecnologia cara i que depèn de la disponibilitat de grans quantitats d'electricitat renovable i barata. Tal com s'ha vist, l'eficiència de generar, emmagatzemar, transportar i consumir hidrogen es pot reduir fins a un 30 %-50 %, depenent de l'aplicació [13].



Els seus elevats costos d'inversió fan que sigui necessari ser prudents en el seu desplegament

Els costos elevats d'inversions i de producte segueixen sent el principal problema del sector. Gran part dels projectes que s'estan desenvolupant són proves pilot, d'investigació o d'anàlisi de la seva potencialitat.

Un informe de l'Observatori del Deute en la Globalització i Ecologistes en Acció [17] assenyala com a inviables nombroses propostes d'ús de l'hidrogen davant de la crisi climàtica plantejades per administracions i empreses. Aquest mateix informe alerta del **risc de generar una bombolla de l'hidrogen** i de com les empreses estan utilitzant aquesta tecnologia per fer un rentat d'imatge verd de la seva activitat fòssil.



La seva implementació i desenvolupament no es poden deixar únicament en les mans de les grans corporacions

Els països no són els únics que tenen interès a tenir un paper destacat en la transició energètica. La promoció i el desenvolupament del mercat de l'hidrogen els duen a terme les grans empreses i els grups de pressió fòssils i energètics amb l'objectiu de mantenir les seves quotes de poder i les seves ràtios de benefici. Així ho constata l'informe publicat recentment per la Xarxa Europea d'Observatoris de Transnacionals (ENCO, per les sigles en anglès) i la campanya «Fossil Free Politics» a *Apropiarse de la recuperación a través del hidrógeno: cómo los grupos de presión energéticos están desviando los fondos de recuperación de la Covid-19* [18]. Aquest informe analitza com les grans empreses i els grups de pressió energètics i fòssils han influït en els plans de recuperació nacionals i europeus perquè l'hidrogen, i no únicament el verd, es pugui beneficiar dels fons públics europeus.



L'hidrogen, lluny de ser el combustible ideal



6 Instruments de finançament

La transició energètica implica la mobilització d'un elevat volum de recursos financers públics i privats en múltiples sectors d'activitat. En el cas de l'hidrogen renovable, com que encara es troba en una etapa incipient de desenvolupament, el suport públic és especialment important per estimular-ne i orientar-ne les inversions i proporcionar senyals clars als diferents actors del mercat.

Instruments nacionals

Projectes CIEN

Es tracta d'un mecanisme de finançament del Centre per al Desenvolupament Tecnològic Industrial (CDTI), en forma d'ajuda parcialment reemborsable, dirigit a grans projectes d'investigació industrial i de desenvolupament experimental, sense restricció pel que fa al sector o la tecnologia que es desenvolupi.

Es busca fomentar la cooperació publicoprivada en R+D, per la qual cosa es requereix la subcontractació d'activitats a organismes d'investigació, dels quals almenys un ha de ser de titularitat pública.

El pressupost sol·licitat dels projectes presentats ha de ser d'entre 5 M€ i 20 M€ i l'ajuda consisteix en una cobertura financera de fins al 85 %.

Missions Ciència i Innovació

Es tracta d'un programa del CDTI que busca donar suport, per mitjà de subvencions, a grans iniciatives estratègiques, intensives en R+D, dutes a terme per una agrupació d'empreses i amb participació rellevant d'organismes d'investigació. Les iniciatives han de donar suport als reptes futurs d'Espanya i se'n destaquen tres pel seu potencial per finançar projectes d'hidrogen renovable:

- Energia segura, eficient i neta per al segle XXI
- Mobilitat sostenible i intel·ligent
- Impulsar la indústria espanyola en la revolució industrial del segle XXI.

L'última convocatòria va tenir una dotació de 70 M€.

Pla MOVES III

El programa MOVES II d'Incentius a la Mobilitat Eficient i Sostenible és un programa d'ajudes, en forma de subvenció, que té per objectiu contribuir a la descarbonització del sector del transport fomentant les energies alternatives, promovent les actuacions de suport a la mobilitat basada en criteris d'eficiència energètica, sostenibilitat i impuls de l'ús d'energies renovables.

La coordinació i el seguiment de MOVES III correspon a l'Institut per a la Diversificació i Estalvi de l'Energia (IDAE), i són les comunitats autònomes les responsables de la seva gestió i de dur a terme les convocatòries.

El programa està dotat amb un pressupost de 100 M€ i la quantia de les ajudes varia segons l'actuació que se subvencioni.

Programes de suport financer a la indústria

La Secretaria General d'Indústria de la Petita i la Mitjana Empresa té programes de suport financer a projectes d'inversió per a la millora de la competitivitat industrial o que contribueixin a la reindustrialització mitjançant la concessió de préstecs a llarg termini.

S'habilitaran nous programes en els següents exercicis en el marc del Fons de Recuperació i Resiliència, que podran atendre projectes d'inversió i d'R+D en les tecnologies de l'hidrogen i el seu ús industrial.










Instruments europeus

Next Generation EU

Next Generation EU és un nou instrument de recuperació dotat amb 750.000 M€ que impulsarà el pressupost de la UE amb nou finançament obtingut de mercats financers per a 2021-2024 per garantir una resposta eficaç a la crisi de la COVID-19.

Els fons seran susceptibles de finançar projectes d'hidrogen renovable, ja que entre els seus objectius s'esmenten el **suport a la transició ecològica cap a una economia climàticament neutra i la inversió en cadenes de valor clau**.

Innovation Fund

Innovation Fund és un dels principals programes de finançament de **projectes de tecnologies baixes en carboni innovadores**, amb una dotació d'uns 10.000 M€ per al període 2020-2030. Aquestes ajudes, que podran ser de fins al 60 % dels costos addicionals lligats a la innovació, estan dirigides a projectes de captura, emmagatzematge i ús de carboni; projectes innovadors de generació d'energia renovable i projectes d'emmagatzematge d'energia.

Horizon Europe

Horizon Europe és el **programa d'inversió en investigació i innovació** de la UE per al període 2021-2027. Té un pressupost de 75.900 M€ per al període 2021-2027, un 35 % dels quals estarà destinat a abordar els desafiaments del canvi climàtic.

European Green Deal Call

Dins del programa Horizon 2020 es va fer una convocatòria addicional dotada amb 1.000 M€ de suport a les aplicacions pilot, projectes de demostració, productes innovadors, innovació per a la millora de la governança de la **transició verda i digital i innovació social i de la cadena de valor**. La convocatòria s'estructura en 11 àrees, de les quals 4 tenen potencial per al finançament de projectes d'hidrogen renovable a Espanya: energia neta, assequible i segura; indústria per a una economia neta i circular; mobilitat circular i sostenible; acceleració de la transició i l'accés a l'energia neta en col·laboració amb Àfrica.

Clean Hydrogen Alliance

Clean Hydrogen Alliance ha estat creada per la Comissió Europea amb l'objectiu de **canalitzar i coordinar els instruments de finançament per al desenvolupament de les tecnologies de l'hidrogen i les piles de combustible**. Sota aquesta aliança s'estructura la tercera edició de la iniciativa publicoprivada Joint Undertaking, denominada per aquest període 2021-2027 Clean Hydrogen for Europe. Està dotada amb 2.600 M€ i s'estructura sobre tres pilars bàsics: producció, distribució i aplicacions.

InnovFin Energy Demonstration Projects

Es tracta d'un mecanisme de finançament del Banc Europeu d'Inversions (BEI), mitjançant préstecs, garanties de préstecs o finançament de tipus patrimonial, per a **projectes innovadors en l'àmbit de la transformació del sistema energètic**, incloses tecnologies d'energia renovable, emmagatzematge d'energia, captura i emmagatzematge de CO₂ i sistemes d'energia intel·ligent, per ajudar-les a fer el salt de la demostració a la comercialització.

Connecting Europe Facility (CEF)

Es tracta d'un mecanisme de finançament de **projectes d'infraestructura en els sectors de l'energia, el transport i els serveis digitals**. En el sector de l'energia, aquest mecanisme de finançament està directament relacionat amb els projectes importants d'interès comú de la Unió Europea (IPCEI, per les sigles en anglès). A la convocatòria del 2020, es van posar a disposició 979,6 M€ per finançar projectes d'interès comú que contribuïssin a objectius del Pacte Verd.

InvestEU

Es tracta d'un nou instrument de la UE que ofereix garanties amb l'objectiu de **mobilitzar el finançament públic i privat per a inversions estratègiques** en el marc de les polítiques europees. Cobrirà el període 2021-2027 i reunirà sota un mateix paraigua diferents instruments financers de la UE actualment disponibles.

Fons de Transició Justa

Aquest mecanisme està destinat a donar suport a la transició de les **regions més afectades per la necessitat d'abandonar un model econòmic basat en combustibles fòssils** (les que en són més dependents). El Fons de Transició Justa està dotat amb 7.500 M€ procedents de l'objectiu de creixement i ocupació i amb 10.000 M€ procedents del Mecanisme de Recuperació i Resiliència.

Fons Europeu d'Inversions Estratègiques (EFSl)

L'EFSl va néixer amb l'objectiu de fer front a la falta de confiança i d'inversió derivada de la crisi econòmica i financera. Aquest fons contribueix a finançar inversions estratègiques en àrees clau com ara **infraestructura, investigació i innovació, educació, energies renovables i eficiència energètica**.

7 Reptes i oportunitats



A Espanya es consumeixen anualment al voltant de 500.000 tones/any d'hidrogen com a matèria primera industrial en diferents sectors. Aquest hidrogen procedeix majoritàriament de la reformació de gas natural, que genera emissions de CO₂ per l'ús d'aquest combustible fòssil i resulta en un cost de combustible d'1-1,5 €/kg. Per la seva banda, l'hidrogen renovable produït mitjançant l'electròlisi de l'aigua, utilitzant electricitat d'origen renovable, té un cost d'entre 5-7 €/kg. Per tant, actualment no pot competir en igualtat de condicions amb l'hidrogen d'origen fòssil [17].



Costos de transport i emmagatzematge. Els costos de transport i emmagatzematge poden arribar a representar una part important del cost de l'energia, i **afectar la competitivitat de l'hidrogen davant d'altres fonts d'energia.** Tot i això, les estratègies internacionals desenvolupades fan pensar que els costos de producció de l'hidrogen el 2040 es poden veure reduïts fins al 64 %.



Elevat consum d'aigua. El dèficit del recurs hídic fa que es pugui debatre i dubtar sobre la viabilitat de l'ús de l'aigua en la producció de l'hidrogen verd. La Visió 2030, referenciada en el full de ruta de l'hidrogen, preveu una capacitat instal·lada d'electrolitzadors de 4 GW, cosa que implicaria **un consum aproximat de fins a 6 milions de tones d'aigua** [18], quantitat equiparable al reg d'uns 18 camps de golf a l'any. Un dels reptes més grans que es presenta és l'optimització de l'eficiència del tractament de l'aigua, així com l'ús de les tecnologies que puguin aprofitar millor l'aigua reutilitzada i fomentar així l'economia circular.



La competitivitat de l'hidrogen blau depèn del desenvolupament de tecnologies viables per a la captura, l'emmagatzematge i l'ús de CO₂. Tot això implica que la substitució de l'hidrogen gris per hidrogen renovable o de baixes emissions requerirà importants inversions en R+D+I i un suport polític i regulador ferm. Serà necessari crear un entorn favorable a la transferència tecnològica i al desenvolupament de noves línies de negoci que possibilitin els avenços esmentats.



Marc regulador. Actualment, el principal obstacle administratiu per al desenvolupament de l'hidrogen verd és l'ambiental, ja que les instal·lacions industrials dedicades a la producció d'hidrogen han d'obtenir, tret dels projectes d'experimentació de nous productes i processos, la **corresponent autorització ambiental integrada** i han d'aportar una garantia financera per cobrir la seva possible responsabilitat mediambiental.

Des del punt de vista de la regulació energètica, la producció d'hidrogen, el seu emmagatzematge i el seu transport al punt de consum estan sotmesos a un gran nombre de procediments administratius per obtenir les autoritzacions o permisos requerits [19].



Rigidesa adaptativa dels sectors amb usos potencials del H₂. La implementació de l'hidrogen en la majoria de sectors **requereix el suport, la transformació o l'adaptació de les infraestructures actuals.** Per exemple, per implantar l'hidrogen en el sector de la mobilitat, prèviament és necessari desenvolupar una nova infraestructura d'hidrogeneres que permeti la recàrrega dels vehicles.



Oligopolisme del mercat energètic. Els operadors principals del sector energètic són els protagonistes de la presa de decisions de l'actual producció i subministrament de l'energia, i les seves decisions afecten la resta d'empreses que formen aquest gran sector. **La combinació d'una concentració empresarial excessiva té com a conseqüència l'establiment de barreres a l'entrada i a l'expansió dels mercats de distribució.**



Requeriments de finançament. El fet que la producció d'hidrogen requereixi **una gran inversió econòmica**, fa que no sigui compatible amb un model de producció energètica descentralitzat en què la ciutadania pugui exercir un paper rellevant.



Problemes de seguretat. L'hidrogen és un element molt volàtil i inflamable, per la qual cosa es necessiten uns requisits de seguretat elevats per evitar fugites i explosions.

7 Reptes i oportunitats



Oportunitats



Descarbonitzar l'economia. Eliminar les emissions contaminants i els gasos amb efecte d'hivernacle en sectors o processos difícilment descarbonitzables permetrà aconseguir els objectius d'una economia climàticament neutra d'aquí al 2050.



Capacitat de ser emmagatzemat. L'hidrogen es posiciona com un dels principals vectors energètics a llarg termini perquè, a diferència d'altres energies renovables, **té la capacitat de ser emmagatzemat com a gas a pressió o en estat líquid**, cosa que permet gestionar-lo amb facilitat. Fins ara, l'emmagatzematge de l'energia renovable era el repte tecnològic més gran que calia enfrontar, però les piles de combustible amb hidrogen poden canviar aquest paradigma de manera definitiva.



Visió 2050, el full de ruta espanyol per a la Unió Europea. El Ministeri d'Indústria, juntament amb el de Transició Ecològica i el Repte Demogràfic, defineixen l'hidrogen renovable com «**una solució sostenible clau per a la descarbonització de l'economia**» en el primer paràgraf del seu full de ruta 2050 [11].



El desenvolupament de les cadenes de valor de l'economia de l'hidrogen permetrà posicionar Espanya com a referent tecnològic. L'economia de l'hidrogen ha d'estar impulsada i ha de tenir el **suport per al desenvolupament de la cadena de valor industrial i energètica associada**, com ara fabricants d'electrolitzadors, fabricants de piles de combustible, proveïdors de dipòsits, equips per al transport de l'hidrogen, etc. Mitjançant el foment de la innovació i del creixement de la indústria es creen les condicions propícies per a la generació de riquesa i la creació de posicions laborals altament qualificades en cada etapa de la cadena de valor de l'hidrogen renovable [22]. En aquest sentit, recentment s'estan desenvolupant i projectant plantes d'hidrogen verd a Espanya i empreses importants del sector impulsen projectes com la construcció d'una planta d'electrolitzadors d'hidrogen verd a Castella-la Manxa [23].



El protagonisme més gran de les energies renovables en el sistema elèctric permetrà una millor gestió. La intermitència en la generació a partir de fonts d'energia renovables significa un repte en la gestió d'un sistema elèctric cada vegada més renovable. L'hidrogen renovable es posiciona com una solució per a l'emmagatzematge de l'energia a gran escala i de manera estacional, tal com estableix l'estratègia d'emmagatzematge [24]. És important ressaltar que Espanya té un gran potencial en el desplegament de les xarxes elèctriques intel·ligents (*smart grids*) i l'hidrogen hi pot tenir un paper essencial.



La producció d'hidrogen renovable autòctona permet un sistema energètic menys dependent d'importacions fòssils d'altres països, la qual cosa millora la balança energètica. A més, pot actuar com a **sistema de suport del sistema elèctric altament renovable**, proporcionant la seguretat de subministrament de l'energia elèctrica quan la producció instantània d'energia renovable és escassa. També pot contribuir a l'estabilitat del preu de l'energia en un context de preus elevats dels combustibles fòssils i dels drets d'emissió de CO₂, que es preveu que seguiran a l'alça durant els anys vinents.



Les avantatjoses condicions climàtiques i la disponibilitat de grans superfícies per a la instal·lació de plantes de producció d'energia renovable fan de l'Estat espanyol un territori potencial per al desplegament de l'hidrogen verd. El full de ruta per al desenvolupament de l'energia eòlica marina i les energies del mar d'Espanya afavoreixen el paper d'Espanya com un dels països europeus amb més **potencial exportador d'energia renovable**, inclòs l'hidrogen renovable.



Superar els reptes associats al desenvolupament de l'hidrogen exigeix potenciar l'R+D+I energètica com a pilar de creixement econòmic sostenible. La recerca, el desenvolupament i la innovació poden potenciar el lideratge de les empreses i les indústries de l'economia de l'hidrogen. L'Estratègia Espanyola de Ciència, Tecnologia i Innovació 2021-2027 [25] inclou entre les seves línies estratègiques d'R+D+I nacional l'aplicació de l'hidrogen renovable en la indústria i com a recurs per al canvi climàtic i la descarbonització.

Casos pràctics i aplicacions

1



H2Ports
València
Duració: 2019-2023

2



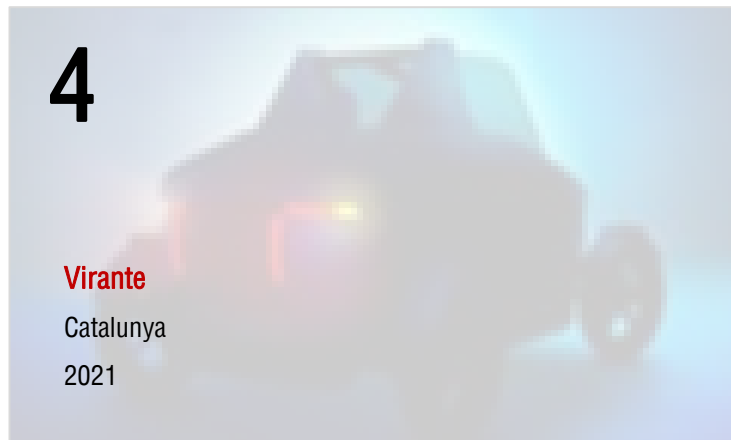
Planta d'hidrogen verd de Puertollano
Castella-la Manxa
Inici: 2021

3



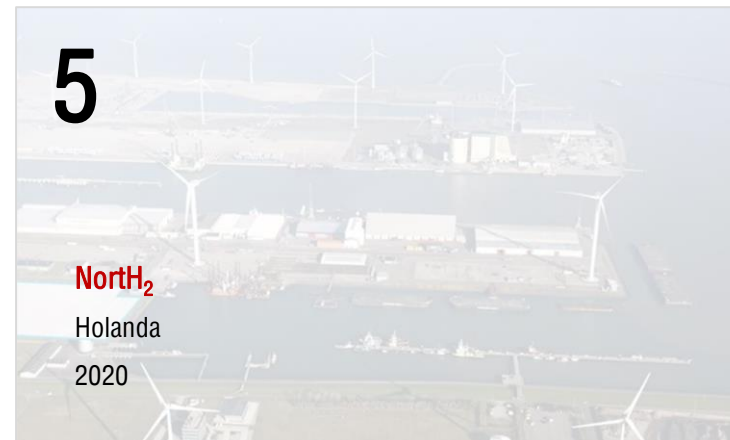
Best4Hy
Diferents països d'Europa
Duració: 2021-2024

4



Virante
Catalunya
2021

5



North₂
Holanda
2020

6



BIG HIT
Escòcia
2016-2021

1 H2Ports

Impulsor	Localització	Durada
Port de València	València	2019-2023




Descripció

El projecte H2Ports és una iniciativa del Port de València finançada per Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, una col·laboració públicoprivada formada per Hydrogen Europe (representant les empreses i indústries), la Comissió Europea i Hydrogen Europe Research (representant la comunitat científica). La finalitat principal del projecte és **promoure la investigació, el desenvolupament tecnològic i la demostració de les tecnologies de l'hidrogen i les piles de combustible en ports**, per facilitar l'evolució d'una indústria basada en combustibles fòssils cap a un sector de baixes emissions de carboni i zero emissions. H2Ports ha estat reconegut internacionalment amb el premi GREEN4SEA Port Award 2019 en matèria mediambiental.

El projecte H2Ports també té com a objectiu transversal **dur a terme estudis de viabilitat per al desenvolupament d'una cadena de subministrament d'hidrogen sostenible al port**, coordinant tots els actors implicats: clients, productors d'hidrogen, proveïdors, etc.

Prototips

El projecte permet testar tres proves pilot que funcionaran al Port de València:

 <p>Prototip 1</p> <p>Apiladora de contenidors (<i>reach stacker</i>) alimentada amb hidrogen i testada en una terminal de contenidors portuària.</p>	 <p>Prototip 2</p> <p>Tractor de terminal (<i>yard tractor</i>) equipat amb un conjunt de piles de combustible per a les operacions de càrrega i descàrrega d'una terminal de càrrega rodada.</p>	 <p>Prototip 3</p> <p>Estació mòbil de subministrament d'hidrogen.</p>
--	--	---

Valenciaport, col·laborador del full de ruta de l'hidrogen

Valenciaport ha estat una de les entitats que **ha participat activament en la consulta que va fer el Ministeri per a l'elaboració d'aquesta estratègia nacional** per impulsar l'hidrogen verd. El full de ruta de l'hidrogen estableix una sèrie d'objectius perquè aquesta energia renovable sigui una solució sostenible clau per a la descarbonització de l'economia i la consecució de la neutralitat climàtica de cara al 2050.



Entitats participants



2 Planta d'hidrogen verd de Puertollano

Impulsor	Localització	Inici
Iberdrola i Fertiberia	Puertollano (Castella-la Manxa)	2021

Descripció

Iberdrola ha iniciat la construcció de la que serà la **planta més gran d'hidrogen verd per a ús industrial a Europa**. La planta de Puertollano estarà integrada per una planta solar fotovoltaica de 100 MW, un sistema de bateries d'ió liti amb una capacitat d'emmagatzematge de 20 MWh i un sistema de producció d'hidrogen mitjançant electròlisi (20 MW).

La nova planta, que funcionarà aquest mateix any, es desenvolupa en una ubicació privilegiada, en un **important pol industrial on se situa el Centre Nacional de l'Hidrogen**, que ha assessorat en el procés de disseny de la iniciativa.

El projecte en xifres

A continuació es presenten els principals punts destacables de la iniciativa:



Innovacions

Algunes de les innovacions de la planta que la situen com a projecte pioner en l'àmbit de l'hidrogen són:

- 1 La instal·lació disposarà de **panells bifacials**, que permeten una producció més gran i proporcionen una vida útil més llarga.
- 2 La planta ha estat dissenyada amb **inversors de cadena** (*string inverters*), que milloren el rendiment i permeten un millor aprofitament de la superfície.
- 3 El projecte té un **sistema d'emmagatzematge**, amb el qual s'aconseguirà una gestió més eficient de la planta.



Green Hysland a Mallorca, un altre projecte d'hidrogen en l'àmbit industrial

El projecte europeu Green Hysland, coordinat per Enagás i impulsat per Acciona, Cemex i Redexis, té com a **objectiu desplegar un ecosistema d'hidrogen plenament funcional a l'illa de Mallorca**, cosa que convertirà l'illa en el primer centre d'hidrogen del sud d'Europa.

Aquest objectiu s'assolirà amb la producció d'hidrogen verd a partir d'energia solar i **subministrant-lo als usuaris finals**, com els sectors del turisme, el transport, la indústria i l'energia de l'illa, inclosa la injecció de la xarxa de gas per a l'ús final local de calor i electricitat. L'hidrogen verd s'utilitzarà a Palma per a múltiples propòsits, que inclouen:



Estació de recàrrega per abastir la flota d'autobusos de pila de combustible i vehicles de lloguer de passatges.

Calor i energia per a edificis comercials (hotels) i edificis públics (edificis municipals).

Subministrament d'energia auxiliar a transbordadors i operacions portuàries.

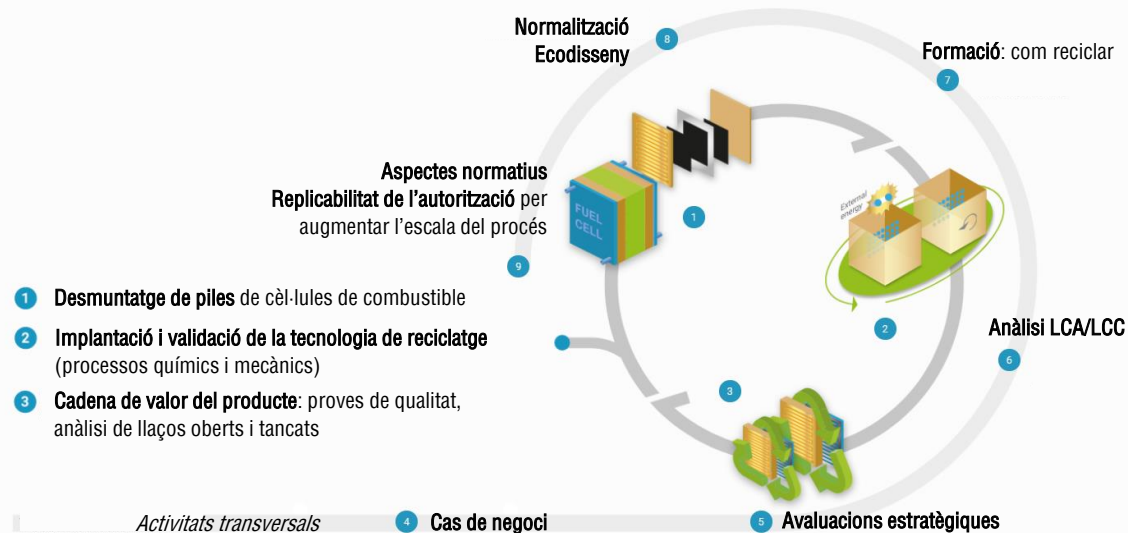
3 Best4Hy

Impulsor	Localització	Durada
Parco Scientifico Tecnologico per l'Ambiente, entre altres socis	Diferents països d'Europa	2021-2024

Descripció

El projecte Best4Hy (Sustainable Solutions for Recycling of End-of-Life Hydrogen Technologies) se centra en el desenvolupament i la validació de processos de reciclatge nous per a dos productes clau de les tecnologies de l'hidrogen: les piles de combustible amb membrana d'intercanvi de protons (PEM FC) i les piles de combustible d'òxid sòlid (SOFC). Al final dels processos, els materials recuperats es caracteritzaran en termes de qualitat i rendiment i són reutilitzats en nous components i piles. També es duren a terme **auditories d'impacte ambiental, així com avaluacions dels costos i beneficis de les tecnologies proposades**. Això impulsarà un ús més eficient dels recursos en general i, en particular, dels materials estratègics, cosa que contribuirà a millorar el tractament de fi de vida de les tecnologies de l'hidrogen mitjançant el suport a un **enfocament integrat d'economia circular** en el sector.

Fases del projecte



Participants

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Hensel Recycling GmbH, Elringklinger AG, Aktsiaselts Eicogen, entre altres.



Aquest projecte ha rebut finançament de Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (FCH 2 JU) en virtut del conveni de subvenció núm. 700190. Aquesta empresa conjunta rep el suport del programa de recerca i innovació Horizon 2020 de la Unió Europea, de Hydrogen Europe i d'N.ERGHY.



4 Virante

Impulsor	Localització	Inici
Tecnovelero i Arcamo Controls	Catalunya	2021

Descripció

L'empresa tarragonina Tecnovelero, especialitzada en la construcció d'automòbils, i els especialistes en hidrogen Arcamo Controls han presentat un **projecte conjunt de construcció del primer cotxe d'hidrogen català**, que s'anomenarà Virante. En el projecte i en la seva producció hi col·laboraran organismes públics d'investigació, com el Centre Nacional de l'Hidrogen, el Centre per al Desenvolupament Tecnològic Industrial (CDTI), Applus Idiada o el Centre Tecnològic de Catalunya (Eurecat), a banda de col·laboracions acadèmiques diverses amb la Universitat Rovira i Virgili i l'Institut Comte de Rius.

La primera fase del full de ruta del projecte Virante consistirà en una sèrie de **proves del vehicle d'hidrogen i la creació de diverses estacions d'abastiment i càrrega d'hidrogen** en diversos punts de les comarques tarragonines.

Característiques



Mobilitat urbana

La idea dels seus impulsors és que el Virante sigui un cotxe petit i pràctic de menys de 4 metres de llarg per moure's amb facilitat per entorns urbans.

Mobilitat connectada

Per mitjà de tecnologies que ajudin a la circulació i la comunicació.



Mobilitat blava

El Virante serà un cotxe elèctric de tipus FCEV –és a dir, impulsat per una pila de combustible– amb diverses configuracions i potències que oscil·len entre 4 i 25 kW per als models de transport urbans i fins a una versió de gamma alta amb motor de 40 kW i capacitat de càrrega de 1.000 litres pensada per a un ús professional industrial o agrícola.



Col·laboració publicoprivada per impulsar la mobilitat blava

Més enllà dels desenvolupaments tecnològics necessaris per a la creació d'un vehicle impulsat per una pila d'hidrogen, un altre dels objectius del projecte és **portar la mobilitat sostenible i neta a totes les comunitats autònomes de l'Estat espanyol**. Per això, es buscarà la **col·laboració de les administracions i d'altres entitats** per impulsar les següents mesures:

- La creació d'estacions de producció d'hidrogen (les anomenades hidrogeneres), associades a la generació d'energia verda.
- La creació d'estacions o espais de recàrrega (hidrolineres), en primer lloc, en l'àmbit rural de diferents comarques de la província de Tarragona.

Relacionat amb el conjunt del projecte Virante, iniciat l'any 2018 com a vehicle 100 % elèctric, algunes empreses i administracions del territori ja han mostrat el seu interès pel vehicle amb la finalitat d'integrar-lo en algunes de les seves flotes.

5 NorthH₂

Impulsor	Localització	Inici
Múltiples entitats	Holanda	2020

Descripció

El projecte NorthH₂ preveu la **implantació d'un parc eòlic em mar oberta (*offshore*) que en la seva última fase arribaria als 10 GW de potència instal·lada** per alimentar una planta electrolitzadora de grans dimensions a la costa d'Eemshaven. La producció d'hidrogen verd, que inicialment es produïa a Eemshaven i després es va estendre a mar oberta, **genera al voltant d'un milió de tones mètriques per any**, cosa que redueix les emissions de carboni en més de 8-10 megatonnes a l'any.

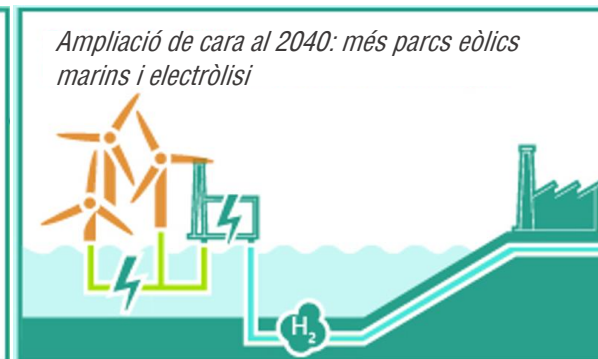
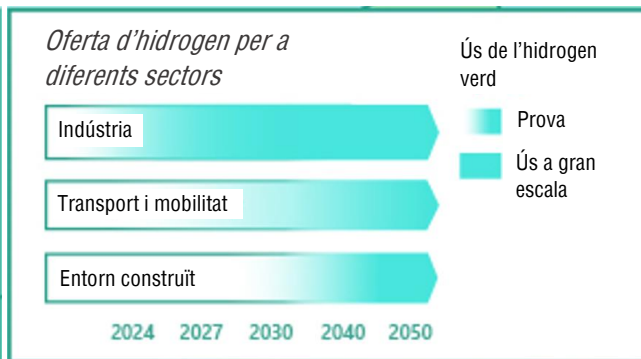
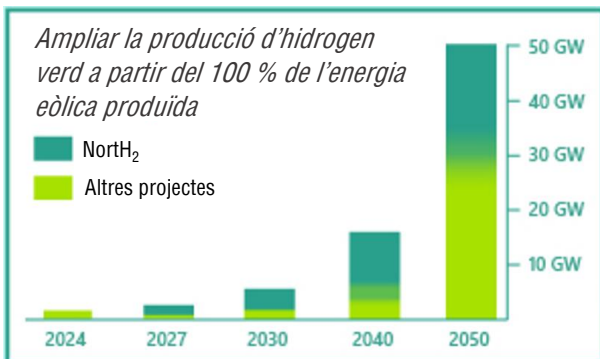
Objectius

Els socis de NorthH₂ tenen com a principal propòsit establir un sistema que consta de parcs eòlics marins, electrolitzadors, instal·lacions d'emmagatzematge de gas i canonades per tal de **convertir l'electricitat d'energia eòlica marina en hidrogen verd**, que després s'emmagatzema i transporta a centres industrials al nord-oest d'Europa.

NorthH₂ vol produir fins a 4 GW d'hidrogen verd des d'ara fins al 2030, amb la qual cosa es complirà un dels objectius establerts per l'acord climàtic holandès. De cara al 2040, el projecte encara és més ambiciós: **NorthH₂ vol escalar fins a més de 10 GW el 2040**.



Entitats participants



6 BIG HIT

Impulsor	Localització	Durada
Múltiples entitats	Escòcia	2016-2021

Descripció

BIG HIT neix de la iniciativa Orkney Surf 'n' Turf, basada en la producció d'hidrogen a les illes d'Eday i Shapinsay mitjançant l'ús d'energia eòlica i mareomotriu. L'electricitat renovable generada a les illes d'Eday i Shapinsay i que no pot arribar a consumir-se en un moment determinat per falta de demanda, **s'utilitza per produir hidrogen mitjançant l'electròlisi de l'aigua**. Aquest hidrogen s'emmagatzema com a gas d'alta pressió en camions, per transportar-lo posteriorment als punts on es consumeix.

Objectius



La demostració feta per al projecte BIG HIT a les illes Òrcades d'Escòcia és una clara **aposta per l'ús de l'hidrogen de manera global en un territori**.



La iniciativa s'ha enfocada des d'un inici amb la voluntat **que pugui ser reproduïda en altres llocs**, en especial en territoris aïllats (com ara illes).



També és un exemple **d'utilització de l'energia renovable excedentària** generada localment per produir hidrogen que després es pot emprar com un vector energètic net per a aplicacions locals.



L'hidrogen s'utilitza a prop d'on es produeix sempre que sigui possible per **maximitzar-ne l'eficiència**.

Funcionament

BIG HIT utilitza dos electrolitzadors de membrana intercanviadora de protons (PEM per les sigles en anglès). L'electrolitzador de Shapinsay té una capacitat d'1 MW i l'electrolitzador d'Eday, de 0,5 MW, i tots dos es troben ubicats a prop de les fonts de generació renovables. **L'hidrogen actua com un mitjà d'emmagatzematge d'energia que després es pot convertir de nou en calor i energia per als edificis i ferris del port de Kirkwall, així com en combustible per al funcionament de vehicles d'hidrogen.**



Coordinador



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

Entitats financeres



Comisión Europea



Socis



9 Repercussió i aplicabilitat a l'AMB

L'Àrea Metropolitana de Barcelona, com a entitat local d'àmbit metropolità, lidera la transició energètica impulsant iniciatives que l'empenyen en aquest repte global, entre les quals destaquen les següents.

L'AMB, en el desenvolupament de les seves competències en matèria de medi ambient, aprova i executa un programa marc d'actuacions d'energia i clima per al període 2020-2030 per als municipis de l'àrea metropolitana de Barcelona.



PLA CLIMA I ENERGIA 2030

El **Pla clima i energia 2030** constitueix l'estratègia metropolitana en matèria de transició energètica i canvi climàtic per a l'any 2030, amb la finalitat d'avançar cap a la neutralitat de carboni en el territori metropolità.

El Pla clima i energia es fonamenta en un seguit de principis que es troben integrats de manera transversal en totes les accions incloses en el Pla.



Les actuacions es concreten en el **Programa marc d'energia i clima (PMEC)**, que preveu un conjunt d'actuacions per impulsar la neutralitat d'emissions dels 36 ajuntaments metropolitans, mitjançant el projecte *d'ajuntaments 100 % renovables el 2030*, amb el qual es pretén que tots els consums energètics d'edificis municipals i l'enllumenat públic siguin 100 % renovables.



*De forma específica, s'ha identificat un grup de **projectes tractors potencials relacionats amb l'hidrogen verd**, en l'entorn de dues EDAR, així com dos centres de residus municipals vinculats a centrals de producció fotovoltaica de 2 MWp. A més, de manera general, hi ha un gran potencial de desenvolupament de flotes de vehicles pesants metropolitans (autobusos) i municipals (recollida de residus urbans) cap a la tecnologia de pila de combustible.*

9 Repercussió i aplicabilitat a l'AMB

D'altra banda, l'AMB participa en experiències d'incorporació de la mobilitat elèctrica i progressivament de l'hidrogen en els sistemes de mobilitat interns i de consum energètic. En aquest sentit, les iniciatives següents són les més destacables.



VALL DE
L'HIDROGEN
CATALUNYA

Vall de l'Hidrogen de Catalunya

+ Informació a



La plataforma Vall de l'Hidrogen de Catalunya és una **iniciativa estratègica per implementar l'hidrogen renovable**. La Universitat Rovira i Virgili assumeix la coordinació d'una iniciativa que, amb la participació de l'Àrea Metropolitana de Barcelona i altres organismes, s'espera que converteixi el territori en un referent industrial per a tot Europa.

En la presentació de la iniciativa al Palau Firal i de Congressos de Tarragona el mes de maig d'aquest any, Montserrat Ballarín va mostrar el **compromís de l'AMB amb els reptes del canvi climàtic i la sostenibilitat**, i va destacar que treballen tant en el suport a les energies netes com en la reducció dràstica de les emissions de la mobilitat privada, apostant per la neutralitat del carboni en el territori.

Àmbits dels projectes



INDÚSTRIA



MOBILITAT



ECONOMIA
CIRCULAR



PRODUCCIÓ
I LOGÍSTICA



R+D+I



FORMACIÓ I
SOCIALIZACIÓ

Impulsors institucionals i empresarials



Generalitat
de Catalunya



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI



REPSOL



aeqt
Associació Empresarial
Química de Tarragona



Diputació Tarragona



Port Tarragona



AMB
Àrea Metropolitana
de Barcelona

Primera hidrogenera d'ús públic d'Espanya

La primera hidrogenera d'ús públic d'Espanya s'obrirà a finals d'aquest any a Barcelona. Transports Metropolitans de Barcelona (TMB) ha seleccionat l'oferta d'Iberdrola per al **subministrament d'hidrogen renovable a la seva flota d'autobusos urbans** mitjançant una planta que també podrà donar servei a altres flotes de vehicles elèctrics a l'àrea de Barcelona. La planta es construirà el 2021 en una parcel·la del polígon industrial de la Zona Franca de 5.000 metres quadrats arrendada al Consorci de la Zona Franca.

En paral·lel, TMB ha adquirit vuit autobusos de pila d'hidrogen d'última generació, que arribaran a Barcelona el novembre del 2021 amb la previsió que s'incorporin al servei a principis del 2022.



10 Bibliografia

- [1] EUROPA DIRECT CASTELLÓ, El Pacte Verd Europeu (2021) [en línia]. Disponible a: <https://europedirectcs.dipc.es/uploads/publicaciones/60cc74b1026861319497363.pdf>
- [2] COMISSIÓ EUROPEA, Cumplir el Pacto Verde Europeo (2021) [en línia]. Disponible a: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_es#transformar-nuestra-economia-y-nuestras-sociedades
- [3] MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO, Hoja de ruta del hidrógeno (2020) [en línia]. Disponible a: https://energia.gob.es/es-es/Novedades/Documents/hoja_de_ruta_del_hidrogeno.pdf
- [4] COMISSIÓ D'EXPERTS DE TRANSICIÓ ENERGÈTICA, Anàlisi i propostes per a la descarbonització (2018) [en línia]. Disponible a: http://www6.mityc.es/aplicaciones/transicionenergetica/informe_cexpertos_20180402_veditado.pdf
- [5] Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, Hydrogen Data (2021) [en línia]. Disponible a: <http://www.h2data.de/>
- [6] IDAE, Consumos del sector residencial en España. Resumen de información básica (2021) [en línia]. Disponible a: https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf
- [7] FACUA, La factura de la luz del usuario medio en lo que va de enero ya es la segunda más cara de la historia (2021) [en línia]. Disponible a: <https://www.facua.org/es/noticia.php?Id=16356>
- [8] OPERADOR DEL MERCADO IBÉRICO DE ENERGÍA (OMIE), Resultados del mercado (2021) [en línia]. Disponible a: <https://www.omie.es/>
- [9] INSTITUT CATALÀ D'ENERGIA, Balanç energètic de Catalunya 2018-2019 i balanç elèctric 2020 (2021) [en línia]. Disponible a: http://icaen.gencat.cat/web/.content/10_ICAEN/16_dades_obertes/arxiu/Grafics-i-dades-web.pdf
- [10] VALÈNCIA PLAZA, La transición energética y el oligopolio eléctrico (2021) [en línia]. Disponible a: <https://valenciaplaza.com/la-transicion-energetica-y-el-oligopolio-electrico>
- [11] MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (MITECO), Hoja de ruta del hidrógeno: una apuesta por el hidrógeno renovable (2020) [en línia]. Disponible a: https://energia.gob.es/es-es/Novedades/Documents/hoja_de_ruta_del_hidrogeno.pdf
- [12] MCKINSEY & COMPANY, McKinsey Hydrogen: The next wave for electric vehicles? (2017) [en línia]. Disponible a: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/hydrogen-the-next-wave-for-electric-vehicles>
- [13] XATAKA, El hidrógeno verde es una de las grandes apuestas de la UE para la transición energética: estas son sus fortalezas (y sus debilidades) (2021) [en línia]. Disponible a: <https://www.xataka.com/energia/ue-quiere-que-hidrogeno-verde-sea-actor-clave-transicion-energetica-estas-sus-fortalezas-sus-debilidades>
- [14] INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA), Making Green Hydrogen a Cost-Competitive Climate Solution (2021) [en línia]. Disponible a: <https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2020/Dec/Making-Green-Hydrogen-a-Cost-Competitive-Climate-Solution>
- [15] ECOLOGISTAS EN ACCIÓN, Hidrógeno: muchas y ninguna certeza (2020) [en línia]. Disponible a: <https://www.ecologistasenaccion.org/155949/hidrogeno-muchas-dudas-y-ninguna-certeza/>
- [16] EL PAÍS, Hidrógeno verde: el combustible eterno que alumbra una nueva era (2021) [en línia]. Disponible a: <https://elpais.com/economia/2021-05-23/hidrogeno-verde-el-combustible-eterno-que-alumbra-una-nueva-era.html>
- [17] CORPORATE EUROPE OBSERVATORY, ECOLOGISTAS EN ACCIÓN, El boom del hidrógeno: ¿cuento de hadas o pesadilla climática? (2021) [en línia]. Disponible a: <https://odg.cat/wp-content/uploads/2021/05/Informe-el-boom-del-hidrogeno-2021-1.pdf>
- [18] RECOVERY WATCH, Apropiarse de la recuperación a través del hidrógeno (2021) [en línia]. Disponible a: <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2021/07/informe-Hidrogeno-NGEU-recuperacion.pdf>
- [19] GOBIERNO DE ESPAÑA, Plan de recuperación, transformación y resiliencia. Componente 9: Hoja de ruta del hidrógeno renovable y su integración sectorial (2021) [en línia]. Disponible a: <https://www.lamoncloa.gob.es/temas/fondos-recuperacion/Documents/05052021-Componente9.pdf>
- [20] CLIFFORD CHANCE, Hidrógeno verde: el nuevo vector energético. ¿Qué papel quiere desempeñar España en el desarrollo del hidrógeno renovable? (2020) [en línia]. Disponible a: <https://www.cliffordchance.com/content/dam/cliffordchance/briefings/2020/10/Hidrogeno-verde-el-nuevo-vector-energetico.pdf>
- [21] VOLTAE ENGINEERING, Hidrógeno verde y consumo de agua (2021) [en línia]. Disponible a: <https://voltae.com/hidrogeno-verde-y-consumo-de-agua/>
- [22] FUNDACIÓN DE ESTUDIOS BURSÁTILES Y FINANCIEROS, Retos del hidrógeno verde (2021) [en línia]. Disponible a: <https://negociosostenible.camaravalencia.com/wp-content/uploads/2021/07/ECONOMA-ARAGONESA-revista-73-Hidrogeno-Verde-2.pdf>
- [23] EL PAÍS, Cummins se alía con Iberdrola para construir una planta de electrolizadores de hidrógeno verde en Guadalajara (2021) [en línia]. Disponible a: <https://elpais.com/economia/2021-05-24/iberdrola-y-cummins-construiran-una-planta-de-electrolizadores-de-hidrogeno-verde-en-guadalajara.html>
- [24] MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO, Estrategia de almacenamiento energético (2021) [en línia]. Disponible a: https://www.miteco.gob.es/es/prensa/estrategiaalmacenamiento_tcm30-522655.pdf
- [25] MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN, Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027 (2021) [en línia]. Disponible a: <https://www.ciencia.gob.es/site-web/Estrategias-y-Planes/Estrategias/Estrategia-Espanola-de-Ciencia-Tecnologia-e-Innovacion-2021-2027.html>