



IN-GENIUM

CONOCIMIENTO Y APLICACIONES DE LA INGENIERÍA

REVISTA DE LA ACADEMIA DE LA INGENIERÍA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES // ISSN 2796-7042

NÚMERO 5 - 2023

ENERGÍA: UN TEMA ESTRATÉGICO

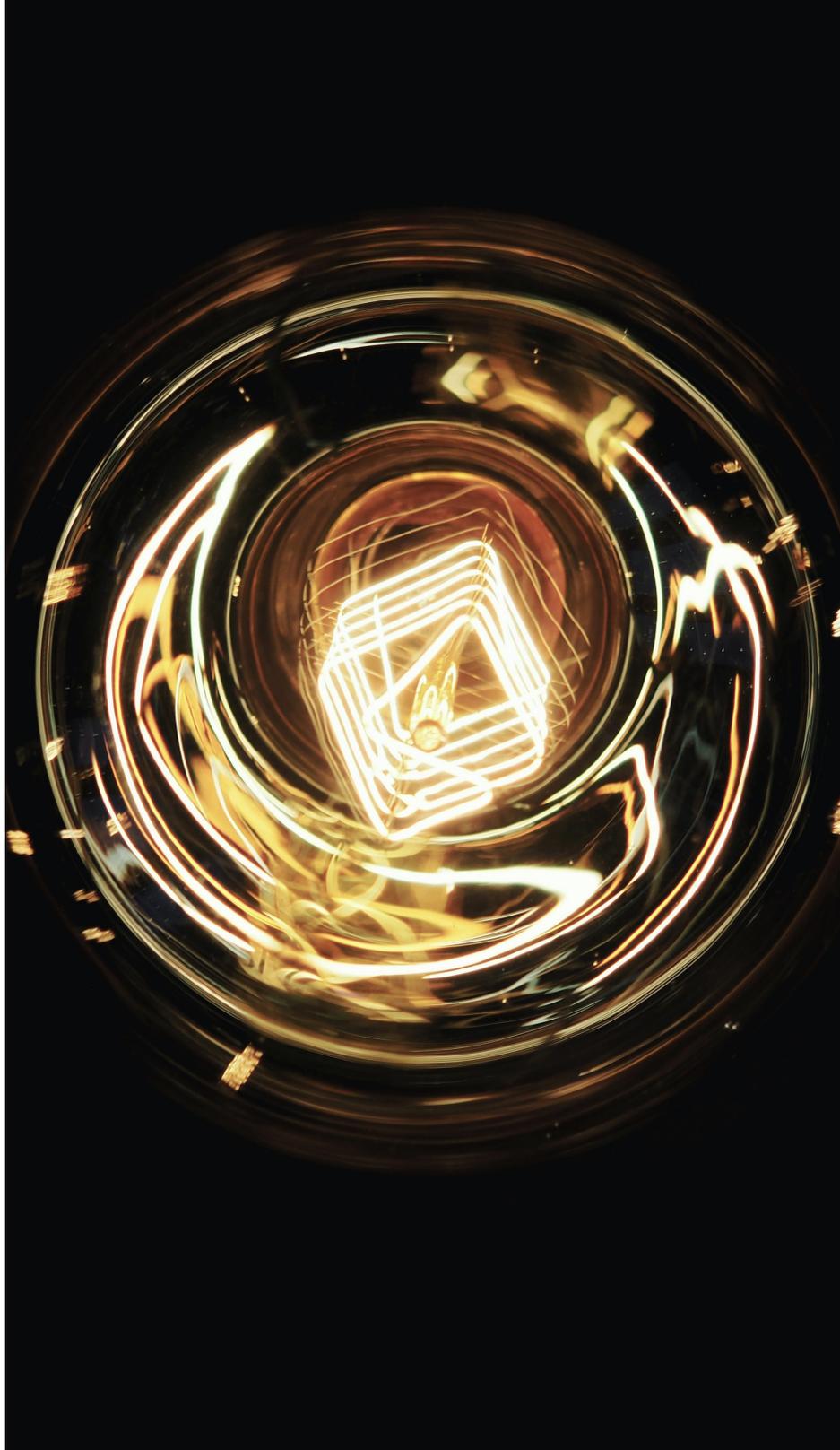


ACADEMIA DE
LA INGENIERÍA

DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

ÍNDICE

4.
NOTA EDITORIAL
10.
ENTREVISTA A FERNANDO TAUBER
16.
ENTREVISTA A ROBERTO SALVAREZZA
20.
ENTREVISTA AL DR. RAVINDRA GETTO
(POR RAUL ZERBINO)
26.
MARCO ESTRATÉGICO PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN LA ARGENTINA (ANI-CAI)
34.
YPF LUZ: EL DESAFÍO DE LIDERAR LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN ARGENTINA
(POR MARIANO BOTTEGA)
38.
TRANSICIÓN ENERGÉTICA: UNA OPORTUNIDAD PARA EL DESARROLLO INCLUSIVO Y SOCIAL
(POR JUAN CARLOS BLANCO)
46.
CAETS ENERGY REPORT 2022 (CAETS-ANI)
58.
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES
(POR ANDREA HEINS)
68.
EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS EN DÍAS DE VERANO CON ALTA PROPORCIÓN DE EQUIPOS DE AIRES ACONDICIONADOS
(POR VÍCTOR SINAGRA)
74.
GENERACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA A BASE DE HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE
(POR ANDERSON, TALPONE, MORE, PULESTON)
86.
HIDRÓGENO DE MULTICOLORES Y AMONÍACO VERDE ¿UNA SOLUCIÓN PARA MITIGAR EL CALENTAMIENTO GLOBAL?
(POR CARLOS OCTTINGER)
100.
RELACIONES INSTITUCIONALES DE LA ACADEMIA
104.
PREMIOS OTORGADOS POR LA ACADEMIA
106.
HOMENAJE A UNA PERSONALIDAD DESTACADA DE LA INGENIERÍA *(POR ROBERTO VESCINA)*
110.
INGENIEROS DEL FUTURO
114.
JOVENES INGENIERAS EN ENERGÍA



NOTA EDITORIAL



Por
Ing. Patricia Arnera
Académica Presidente

En este quinto número de In-Genium, la propuesta temática que presentamos es **“Energía: un tema estratégico”**¹. Debemos señalar, que históricamente el ser humano ha buscado diversas fuentes de energía con el fin de mejorar su calidad de vida. Haciendo una muy breve reseña, podemos ver sus descubrimientos e invenciones que vinculan a la energía con su bienestar. Es así que el camino recorrido es extenso y prolongado, comenzando desde la prehistoria cuando descubrió el fuego y logró dominarlo para calentarse, cocinar alimentos, alumbrarse y protegerse; para posteriormente utilizarlo en la alfarería y la metalurgia. La invención de la rueda y de la vela que permitió el transporte terrestre y marítimo; los molinos hidráulicos y de viento para la molienda de cereales; el reemplazo de la leña por el carbón; la incorporación de la máquina de vapor estrella principal de la 1er. Revolución Industrial en el siglo XVIII, sus aplicaciones en la industria, el transporte marítimo y en el ferrocarril; la aparición del petróleo y su protagonismo que aún perdura; el descubrimiento de la energía eléctrica como vector energético y las innumerables invenciones vinculadas a ello (motores, bombas, iluminación, comunicaciones, etc.). Hay un creciente consumo de energía eléctrica que conlleva a la creación de centrales térmicas, hidráulicas y a mediados del siglo XX la incorporación de centrales nucleares, para luego dar paso a la generación de electricidad a partir de recursos renovables o fuentes limpias, libres de gases de efecto invernadero. Se incorpora un nuevo vector energético, “el hidrógeno”, requiriendo ampliar las investigaciones para su aprovechamiento con nuevas tecnologías. El constante crecimiento de la población

mundial, con el mayor requerimiento energético para mejorar el estándar de vida, ha llevado a la aparición de severas consecuencias ambientales.

La ciencia ha demostrado claramente que a fin de evitar los peores impactos del cambio climático y para conservar un planeta habitable, el aumento global de la temperatura necesita limitarse a no más de 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales. En la actualidad, la Tierra ya tiene un calentamiento superior a 1,1 °C en comparación a finales del siglo XIX, y las emisiones continúan elevándose. Para mantener el calentamiento global por debajo de 1,5 °C, tal como se exigió en el Acuerdo de París, es necesario que las emisiones se reduzcan alrededor del 45 % para 2030 y que se alcance el cero neto hacia 2050 (NetZero2050).

La Agencia Internacional de Energía ha señalado que el mundo tiene un camino viable para construir un sector energético global con cero emisiones netas para el año 2050, y para ello se requiere una transformación sin precedentes de cómo se produce, transporta y usa la energía a nivel mundial, tal como lo indica en su informe Net Zero by 2050: a Roadmap for the Global Energy Sector. Algunos aspectos destacados de ese informe señalan:

- **La electricidad se convierte en el núcleo del sistema energético:** Desempeñará un papel clave en todos los sectores, desde el transporte y los edificios hasta la industria. La generación de electricidad deberá alcanzar cero emisiones netas. El 50% de la energía TOTAL consumida en 2050 será eléctrica.
- **Florecen nuevas industrias de bajas emisiones:** automóviles eléctricos, los aviones dependerán de biocombustibles avanzados

¹Net Zero by 2050: a Roadmap for the Global Energy Sector – IEA - https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf

y combustibles sintéticos, y cientos de plantas industriales deberán contemplar la captura de carbono o la utilización de hidrógeno en todo el mundo.

- **Energía limpia:** casi el 90 % de la generación de electricidad mundial en 2050 será de fuentes renovables, y la energía solar fotovoltaica y la eólica, juntas representarán casi el 70 %. (hidráulica y nuclear cubrirán el resto)

- **Eficiencia energética:** soluciones eficientes para edificios, vehículos, electrodomésticos e industria están disponibles hoy en día y se pueden ampliar rápidamente, creando muchos puestos de trabajo en el proceso.

Lograr el objetivo de emisiones netas nulas para 2050, no sólo exige acelerar sustancialmente la migración de los combustibles fósiles a fuentes de energía no emisivas, sino que implica además, —y esto es lo más complejo—, el cambio de las plataformas de demanda energética de la mayoría de las actividades industriales y comerciales, así como las del transporte y el consumo residencial. Por lo tanto, no habrá actividad humana que pueda evitar participar, en mayor o menor medida, en la transición energética que la humanidad está a punto de iniciar.

Es indudable que reducir las emisiones de CO₂ no se logra exclusivamente con la incorporación de fuentes de generación no contaminantes, antes de ello, se requiere en primer lugar actuar sobre la demanda para realizar un consumo razonable, sin derroches y optimizando la eficiencia general.

Con este marco general, se pueden sintetizar los aspectos claves para lograr la meta de NetZero-2050 según:

- Electrificación de la demanda
- Eficiencia Energética en todo tipo de demanda
- Generación de energía eléctrica baja en emisiones
- Reducción de emisiones en los procesos industriales
- Captura de CO₂

Con estas premisas planteadas a nivel mundial, son diversas las instituciones que trabajan en pos de lograr esos objetivos.

En la Academia Nacional de Ingeniería (ANI),

en el año 2011 se crea el Instituto de Energía, el cual ha publicado diversos documentos referidos a matriz energética, gas de reservorios no convencionales: aspectos ambientales y recursos para su explotación; eficiencia energética; desarrollo del sector hidroeléctrico y energía nuclear y generación eléctrica en Argentina. Podrán encontrar estos trabajos en: <https://acading.org.ar/instituto-de-energia/>

Por otra parte, ANI, como Academia Nacional integra el Consejo Internacional de Academias de Ingeniería y Ciencias Tecnológicas (CAETS), donde participa activamente de los diversos comités de trabajo. En este número presentamos el resumen ejecutivo del informe 2022 del Comité de Energía referido a la disminución de emisiones de CO₂ en diversos sectores importantes. También presentamos otro artículo realizado en conjunto con el Centro Argentino de Ingenieros, referido a la transición energética.

La temática abordada en este número “Energía: un tema estratégico” posee innumerables aristas y puntos de vista, desde la razonabilidad de la demanda y el consumo, a las variantes y nuevas tecnologías a contemplar en la oferta, como así también los innumerables requerimientos y restricciones que surgen permanentemente.

En la lectura del presente número encontrarán artículos referidos a la transición energética, vista desde diversos ángulos, la eficiencia energética, la incorporación de nuevas demandas eléctricas y su impacto en las redes; estrategias para reducir el CO₂ en sectores estratégicos y los nuevos vectores energéticos.

De esta manera, los artículos que encontrarán en esta edición son:

- **Notas y entrevistas a profesionales e instituciones:**

- Dr. Fernando TAUBER. Vicepresidente Académico de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Señala que resulta importante el rol de las universidades como instituciones de conocimiento puestas al servicio del desarrollo social y nacional. A los pilares bá-

sicos de la UNLP, enseñanza, investigación y extensión, que traen aparejados los desarrollos tecnológicos y de transferencia, se le ha sumado la producción y el trabajo de la agenda científica y tecnológica, emparentada con la agenda social como son las grandes necesidades sociales, por un lado, y por otro la necesidad imperativa de construir un país que pueda tomar sus propias decisiones. Describe las diversas temáticas, de esa agenda social, que se están contemplando en la UNLP persiguiendo una construcción soberana sustentable. Entre ellas contempla además de energía (generación hidráulica, fábrica de baterías de litio, autogeneración fotovoltaica), temas como, alimentos, medicamentos, vacunas, vivienda, incluyendo la actividad espacial. En todo el reportaje pone énfasis en la importancia del conocimiento y finalmente señala posibles estrategias para la formación de recursos humanos acorde a los requerimientos de tiempos y capacidades impuestos por la demanda.

- Dr. Roberto SALVAREZZA. Presidente del Directorio de Y-TEC. Describe las líneas de investigación que posee la empresa relacionadas con energía, que resultan claves para el desarrollo del país. Se refiere a la matriz energética de Argentina, la participación de las energías renovables y reflexiona respecto a la necesidad de contar con recursos humanos formados para el sector.

- Dr. Ravindra GETTU, Catedrático del Indian Institute of Technology Madras, Chennai, India. Miembro de la Indian National Academy of Engineering. Lidera el proyecto "Technologies for Low Carbon and Lean Construction" (TLC2), cuyo objetivo es desarrollar tecnologías de construcción bajas en carbono y que minimicen el desperdicio en toda la cadena de valor de la industria de la construcción, como así también promover soluciones en niveles organizativos y políticos. Además del trabajo en la investigación básica, trabajan de manera muy cercana al sector industrial, para contemplar sus requerimientos, de manera de garantizar la transferencia de tecno-

logía de soluciones para problemas prácticos que les fueron planteados.

• Artículos de profesionales e instituciones:

- MARCO ESTRATÉGICO PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN LA ARGENTINA. Trabajo realizado por la Academia Nacional de Ingeniería y el Centro Argentino de Ingenieros. Se presenta el resumen ejecutivo de un trabajo más amplio cuyo propósito ha sido detectar las fortalezas y oportunidades que posee Argentina para la transición energética, tanto a nivel local como mundial en función del potencial de sus recursos.

- YPF LUZ: EL DESAFÍO DE LIDERAR LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN ARGENTINA por Mag. Ing. Mariano BOTTEGA. Jefe de Desarrollo de Proyectos de YPF Luz. Expone las estrategias implementadas por la empresa para la generación de energía eléctrica rentable, eficiente y sustentable

- TRANSICIÓN ENERGÉTICA: UNA OPORTUNIDAD PARA EL DESARROLLO INCLUSIVO Y SOCIAL. Por Ing. Juan Carlos BLANCO. Presidente de EDESUR. Señala que la descarbonización como eje fundamental de la lucha contra el cambio climático tiene su principal impacto en la electrificación. A su vez, remarca que la transición energética puede ser también una enorme oportunidad para combatir los problemas sociales que existen en nuestro país y a nivel global.

- CAETS Energy Report 2022: TOWARDS LOW-GHG EMISSIONS FROM ENERGY USE IN SELECTED SECTORS –Trabajo publicado por el Comité de Energía del Consejo Internacional de Academias de Ingeniería y Ciencias Tecnológicas (CAETS), en el cual han participado integrantes de la Academia Nacional de Ingeniería. En este trabajo se exploran las tecnologías ya existentes en las que se puede actuar de inmediato para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), en siete sectores claves: Alimentos y Agricultura, Edificios y Ciudades Inteligentes,

Petróleo y Gas, Químicos, Cemento, Hierro y Acero, y Tecnologías de la Información y la Comunicación, los cuales representaron en el año 2019 el 73% de las emisiones de CO₂ de la industria y alrededor del 60% de las emisiones mundiales de metano.

- EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES por Andrea Heins Presidente de CACME (Comité Argentino del Consejo Mundial de la Energía) Ex Subsecretaria de Ahorro y Eficiencia Energética de la Nación. Atendiendo que las edificaciones representan el 32 % del consumo de energía mundial y un cuarto de las emisiones de CO₂, resulta imprescindible contemplar estrategias de eficiencia energética en el sector. Si bien estos valores a nivel país son más reducidos, de todas maneras, se requiere implementar políticas de eficiencia energética. Se señalan las barreras existentes, los factores que impulsan estas estrategias como así también los instrumentos a contemplar.

- EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS EN DÍAS DE VERANO CON ALTA PROPORCIÓN DE EQUIPOS DE AIRES ACONDICIONADOS por Ing. Víctor SINAGRA. Gerente área estudios eléctricos en CAMMESA (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A.). Señala los cambios existentes en el consumo de energía eléctrica a nivel domiciliario y el impacto que ha generado en los sistemas eléctricos la incorporación masiva de acondicionadores de aire. Describe los inconvenientes que ocasionan según el tipo de tecnología y la necesidad urgente de mejorar la red eléctrica o establecer otras estrategias para mitigar su impacto.

- GENERACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA A BASE DE HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE por J. L. Anderson, J.I. Talpone, J. J. More y P.F. Puleston, integrantes del Instituto de Investigaciones en Electrónica, Control y Procesamiento de Señales, LEICI ~ Facultad de Ingeniería, UNLP-CONICET. El hidrógeno es un elemento químico que se encuentra en abundancia en la naturaleza y se puede pro-

ducir a partir de diversas fuentes, cuando se combina con Celdas de Combustible, representa una tecnología clave para lograr un futuro más sostenible. Se describen los tipos de celdas de combustible existentes y sus principales aplicaciones.

- HIDRÓGENO DE MULTICOLORES Y AMONÍACO VERDE ¿UNA SOLUCIÓN PARA MITIGAR EL CALENTAMIENTO GLOBAL? Por Académico Carlos Octtinger. Se describen las diferentes tecnologías para la obtención de hidrógeno y la utilización del amoníaco como otro vector energético. Finalmente señala la importancia de las decisiones gubernamentales en el desarrollo de estos vectores energéticos.

• Relaciones Institucionales

Hemos ratificado las relaciones y acuerdos de cooperación con el Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica, perteneciente a la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires-LEMIT-CIC. A su vez hemos continuado con la firma de convenios con Universidades, habiéndolo hecho con la Universidad Nacional de San Antonio de Areco (UNSAAdA).

• Homenaje a una personalidad destacada:

En esta oportunidad brindamos nuestro homenaje al Ing. Mecánico Electricista Profesor Alberto Fushimi, Miembro Titular de nuestra Academia, quien tuviera una destacada actuación como docente y como profesional en el campo del Uso Racional de la Energía.

• Ingenieros del Futuro

Esta sección hemos recogido las experiencias vividas por dos jóvenes ingenieros:

- Nahuel Filippini. Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de San Antonio de Areco (UNSAAdA)

- Valentina Julia Marletta. Ingeniera Aeroespacial. Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

• **Jóvenes Ingenieras en Energía.**

El ámbito de la energía también resulta atractivo para el desempeño profesional de jóvenes mujeres, tal como lo señalan estas ingenieras egresadas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata:

- María Eugenia Graziani: Ingeniera Civil.
- Marina Serafini: Ingeniera Hidráulica
- Anita Guevara Torres: Ingeniera Electricista
- Rocío Pulido Herrera. Ingeniera Electricista
- Camila Ruiz: Ingeniera Electricista
- Clara Mercedes Yarillo: Ingeniera Electricista

Solo sabemos que el camino recorrido desde la prehistoria con el descubrimiento del fuego, no se agotará en las próximas décadas, será una búsqueda constante de exploración y utilización de la energía para el bienestar de la humanidad.

Esperamos que el material que les brindamos, solo a título introductorio del tema, resulte de vuestro interés.

Finalmente, deseo agradecer a los Académicos que han contribuido con los contenidos de este número, al equipo técnico que realiza la edición de la Revista, al Servicio de Difusión de la Creación Intelectual (SEDICI); a la Universidad Nacional de La Plata por su permanente colaboración para esta iniciativa y a la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, en particular al Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica (LEMIT-CIC) por su constante apoyo a nuestra Academia.

ENTREVISTA AL DR. FERNANDO TAUBER

VICEPRESIDENTE ACADÉMICO
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
DE LA PLATA (UNLP).



¿Cuáles de las líneas de I+D+I dentro de la UNLP en relación con Energía, que Ud. considera centrales para el desarrollo del país en los próximos años? ¿Cree Ud. que otras Universidades están trabajando temas similares?

No solamente es investigación y desarrollo, también es producción, nosotros estamos consolidando un modelo de universidad donde sus pilares básicos enseñanza, investigación y extensión y eso trae aparejado los desarrollos tecnológicos y de transferencia, le hemos sumado la producción y el trabajo fundamentalmente de esa agenda científica y tecnológica que está emparentada con la

agenda social como son las grandes necesidades sociales por un lado, y por otro esta necesidad imperativa de construir un país que pueda tomar sus propias decisiones. Hoy tomar decisiones propias significa tener conocimiento, el conocimiento es el insumo básico para poder crecer y para poder crecer independientes y soberanos que hoy es la palabra que se usa para sintetizar estos procesos, es necesario producir conocimiento. El conocimiento se compra o se produce y la Argentina históricamente como un país pobre, trata de insertarse en el mundo del conocimiento, aquello que fue necesitando lo fue comprando a través de patentes y de otros vínculos. Nosotros entendimos en la madu-

ración democrática del desarrollo universitario, que teníamos un rol para cumplir como instituciones de conocimiento puesto al servicio del desarrollo social y nacional, es así que el tema específico de la energía se rodea de aspectos tan variados como la producción de alimentos, en nuestro caso alimentos deshidratados para llegar a la mayor cantidad de población, nuestra fábrica de la cual hemos diseñado hasta las maquinas, produce más de 150 mil raciones por día de legumbres, hortalizas y carnes deshidratadas, viviendas que también desde nuestro centro tecnológico de la madera produce distintas tipologías de viviendas necesarias tanto para abastecer una emergencia o atender un grupo social de riesgo como los peones rurales o ser una alternativa en planes para sectores más estables. La universidad en ese sentido está prediciendo, como así también medicamentos al punto que su producción de medicamentos se saturó por las demandas sociales, nosotros no producimos para los laboratorios, sino que producimos para las demandas públicas, para la demanda de esa sociedad que no tiene recursos para entrar a una farmacia o para poder tener una obra social. Ahora estamos en camino a una segunda etapa en estos temas, estamos avanzando ya en la implementación de tecnología en la fábrica de vacunas, 52 millones de dosis por año de vacunas, estamos colocando las plataformas y aprendiendo. Todo esto es aprendizaje, pero son todas condiciones que no tienen precedentes ni en el país y acá llego al tema de la fábrica de celdas y baterías de litio y la relación de la producción y la energía que paradójicamente tampoco tiene fábricas a pesar de ser el continente donde se encuentra el yacimiento más grande del mundo de litio que le agreguen valor a esa riqueza natural que el continente dispone y que concentra casi dos tercios del litio mundial.

El litio se exporta en carretillas a granel a China, Japón y Corea del Sur, que después nos venden las baterías a nosotros con nuestro litio, con lo cual era importante que la universidad asociada con Y-TEC (YPF Tecnolo-

gía), que es una empresa pública puesta por el CONICET, pero faltaba que la Universidad de La Plata muestre al mundo y al país que nosotros podemos, que tenemos el conocimiento suficiente para poner en marcha una fábrica de celdas y baterías de litio que abra las puertas a una inversión nacional en el país y le agregue valor a lo que hoy estamos vendiendo a granel a los países que sí tienen desarrollos tecnológicos e industriales basados en el conocimiento y que ocupan el mercado mundial.

Esto ya trajo esas consecuencias, algunas inesperadas, otras esperadas, donde se acercaron las provincias, los gobernadores a plantearle a la universidad de asociarse para construir fábricas de desarrollos mucho mayores en distintas provincias, algunas ya que tienen litio por recurso natural y otras que no lo tienen pero que si ven atrás de la producción de baterías que sirven para las energías limpias desde mover un reloj, un auto, un avión, un satélite o un radar, ya son diez las provincias hasta ahora que se acercaron en estos meses porque vieron que en la UNLP está pasando algo que demuestra que en la Argentina podemos tomar esa línea esa iniciativa y podemos lograr un resultado de calidad con un gran abaratamiento de costos y sobre todo con un capital nacional basado en el propio conocimiento.

Comenzamos con Santiago del Estero, seguimos con Catamarca y será un proceso que irá creciendo, en algunos nos involucrará, pero el sentido no era que nosotros nos involucremos con todo, sino que hay mucho capital de conocimiento en otras universidades, en otras regiones y territorios que también pueden producir esta interacción estado - estado y estado - privado para agregarle valor a las reservas naturales de nuestro país. No es el único camino elegido en el campo de la energía pero es un camino muy importante, la universidad hace 25 años que estudia litio, hay diez grupos de investigación que antes que se supiera que formábamos parte del yacimiento más grande del mundo ya estaban estudiando el mineral y que hoy todo ese conocimiento se vuelca en estas líneas

productivas en la cual tenemos muchas expectativas de aportar y sumar. Lo nuestro no tiene una visión de mercado ni está pensado en multiplicar los recursos de la universidad, lo pensamos sin fines de lucro como todas nuestras fábricas, son procesos de promoción desde el conocimiento al desarrollo de nuestro país y la sociedad.

Ahora por ejemplo también, estamos avanzado en un campo solar para la energía que necesita la universidad para funcionar tanto en sus aulas como en sus laboratorios y fábricas. Está a 20 kilómetros, un campo que la universidad hoy usa para la formación de profesionales de agricultora como la ganadería, las ciencias agrarias y veterinarias. Vamos a tomar de esas hectáreas seis para producir nuestros propios granja solar donde tiene un sentido estratégico en esto de garantizarnos estabilidad más allá de los avatares tecnológicos y económicos de la energía pero, sobre todo, demostrarle a nuestro país e instituciones que desde las energías limpias y sustentables muchas instituciones pueden avanzar en esta línea. Producir ese cambio cultural entre las no renovables y las renovables, ya hace más de dos años que se viene experimentando distintas alternativas en la generación de energía sin afectación ambiental pero la más operativa en este momento debido a ventajas comparativas es la energía solar aun en nuestra latitud. La universidad tiene propiedades en otros lugares del país, pero prevaleció la idea de cercanía para unidades de demostración, para actividades científicas y docentes, para control y seguridad, mantenimiento, que al menor movimiento compensa otras ventajas.

Estamos convencidos de que es una condición de la agenda científica y tecnológica fundamental para que converja con la agenda del desarrollo de la Argentina que es un campo que desde el conocimiento puede aportar muchísimo en generar las mejores condiciones para poder desarrollarnos con los costos más bajos, con una industria nacional que nos vuelva independientes de cualquier traba de importación y que eso es posible, si una universidad esta presente, es

decir, un campo de conocimiento este presente, digo específicamente este presente porque no es excluyente pero, es cierto que el capital que mueve todo esto es el capital humano del conocimiento que esa es la predica constante. Hoy un país sin conocimiento no se desarrolla, no tiene posibilidades de desarrollo, siempre va a ser dependiente, la apuesta al conocimiento asociado a un proyecto nacional de desarrollo es el insumo crítico, esta región, esta universidad lo que produce como fortaleza es el conocimiento. La Plata no es una región ni de playa, ni de montañas, ni lagunas, nosotros somos una ciudad implantada que además de la administración de una capital de provincia la única herramienta que tiene para poder imaginarse en un escenario de progreso es el sistema científico – tecnológico, nuestra universidad en particular, los institutos que se desarrollan en la universidad y aquellos que se asocian al CONICET, que el de La Plata es el más grande de la Argentina. Hay demasiadas pistas que hacen que tengamos que asumir como responsabilidad dirigir ese conocimiento, a ser parte virtuosa del proceso investigativo de la producción usando el conocimiento como insumo básico.

En el tema de energía la universidad viene haciendo aportes en tema de represas, lo sigue haciendo en represas del sur, hoy tiene la dirección, el control, la participación del proyecto es exclusivamente de la Universidad Nacional de La Plata de una de las represas más grande que se está construyendo en Argentina, siempre pensamos que la energía es una condición para poder crecer, para tener margen de crecimiento, satisfacción de necesidades y crecimiento pero, el conocimiento sobre cada uno de estos procesos para que nosotros podamos producir es la condición estratégica para darle la respuesta, no es el crédito un organismos multilateral para construir la represa, es el saber hacer desde una base científica tecnológica que le da sustentabilidad a cualquier proceso de desarrollo.

Nosotros somos pioneros, eso no quiere decir que otras universidades no tengan visio-

nes o expectativas sobre estas cuestiones, algunas con profundas convicciones, algunas que están explorando y se nos acercaron para ver si nuestro modelo es replicable, no en energía, pero si en producción, alimentos, viviendas, medicamentos y, por supuesto, todo nuestro capital de saber pero también de tener la experiencia para aportar y aprender un montón de cosas que no todo tiene que ver con el conocimiento sino también con los procesos burocráticos, políticos, de interacción, de limitaciones, y en eso uno avanza y comete errores, tropieza, se levanta, y sobre todo cuando se hace por primera vez. Entonces todo ese capital de haber entendido por donde hay que ir, para poder hacerlo con más fluidez y más eficiencia nos ponemos a disposición de cualquier institución pública de manera gratuita y si es una universidad significa que somos hermanas lo hacemos con gran entusiasmo. Ese es el sentido, esa es la visión, que esto tenga réplica, no nos sirve ser pioneros aislados porque no vamos a resolver el problema nacional, vamos a resolver solo un pedazo. Por ejemplo, con 20 fábricas de alimentos se resuelve el problema del hambre en Argentina que no es poca cosa, no se resuelve la pobreza, pero si el hambre con un estado que administre y distribuya que esté atento y que se base en las universidades para darle ese capital de conocimiento.

En general Ud. ha impulsado la transferencia de conocimientos generados en la Universidad a otras Universidades / al Estado y también a empresas productivas. ¿Cuál es su visión estratégica del tema, en particular en lo relacionado con energía?

Desde la base de que el país sea capaz de generar sobre todo desde la base sustentable un desarrollo energético soberano, el campo de posibilidades del crecimiento, del agregado de valor en las producciones e inversiones argentinas, sobre todo en un país donde las riquezas naturales de por si son un punto de partida con un estándar muy alto de positividad, desde ya que con disponibi-

lidad energética nos levantamos mucho los techos. Este año la universidad va a lanzar su primer satélite, que será el primer satélite universitario, el primero de seis, eso significa que vamos a dejar de comprar información al extranjero sobre el comportamiento de nuestros campos, de nuestros climas, del estado de nuestros cultivos, del crecimiento urbano, de la convivencia de lo urbano con lo rural, de la disponibilidad de tierra, de las inundaciones, del comportamiento de nuestra tierra ríos y mares, todo eso lo va a leer la universidad con sus seis satélites al servicio del desarrollo nacional.

Esto también es una demostración que a través del conocimiento logramos una soberanía, no significa que hoy no compremos esa información, que no la tengamos, pero la tenemos que pagar y hay alguien que la ve antes que nosotros.

Desde las fabricas de conocimiento de la universidad es que perseguimos una construcción soberana sustentable, posible de utilizar para tener una política equilibrada del crecimiento nacional.

Evidentemente la transición energética que está viviendo el mundo tiene ejes diferentes según los países y los recursos naturales de que dispone (y su costo). ¿Cuál cree que es un camino posible de Argentina en esta línea? ¿Cómo cree que debiera evolucionar la matriz energética del país, contemplando las energías “limpias”?

Para mi la pregunta tiene explicita la respuesta, el mundo va hacia un crecimiento sostenido de las energías limpias y renovables en detrimento de aquellas que se agotan y que además son contaminantes. La matriz energética argentina tiende al crecimiento del litio e hidrógeno en las distintas formas de producción de las energías limpias, tiende a una sustitución acelerada de las no renovables que son con las que hemos crecido hasta ahora, uno no solo lo ve en nuestras iniciativas sino que también es una condición de la dirección política energética que hoy va tomando el país, desde esa condi-

ción elemental de no importar gas en barcos que uno ve como un imperativo para que la gente no pase frío, salir de esa coyuntura a ser países exportadores y ser países super habitarios en la disposición de una energía que se genera por si sola. Simplemente con inteligencia y conocimiento, otra vez el valor del conocimiento como factor de desarrollo nacional, es lo mas barato de lo que podemos disponer, es atrevido decirlo, pero nosotros debemos transformar el conocimiento en un commodity argentino, sobre ese conocimiento hay que agregarle valor, por eso el sistema educativo superior. El sistema tecnológico argentino público es tan valioso y es único en el mundo, uno lo habla con naturalidad como si eso fuera la condición mundial y no es así, es una condición que en el mundo al ser la educación superior un bien de mercado y la ciencia un patrimonio de los laboratorios privados por sobre la participación de los laboratorios públicos, hacen que la Argentina sea un país diferente desde el vamos, que el modelo implementado en el siglo XLX se sostenga como un modelo de multiplicación de oportunidades de nuestros vecinos, habitantes, basado en una universidad gratuita, un ingreso irrestricto. Esas son fortalezas de nuestro país que favorecen matrices que se asientan en estos insumos estratégicos fundamentales para desarrollos más sofisticados, públicos y privados, inversiones externas, mixtas, un país inteligente, cuidadoso, defensor de su propio patrimonio y de su propia condición, nos permite ser un país abierto al mundo con muchas más oportunidades.

Dada su experiencia en el sistema universitario argentino, así como su conocimiento del sector científico-tecnológico, ¿Cómo ve la generación y retención de recursos humanos formados en el área energética y en las áreas tecnológicas en general? ¿Qué propondría para potenciar esta formación y retención, que definen posibilidades futuras para el país en el contexto de la sociedad del conocimiento actual?

Yo creo que la masificación de la educación pública en Argentina es una fortaleza que hay que consolidar. Las universidades públicas, como en ningún otro país de Latinoamérica, prevalece en cantidad de alumnos y la ciencia pública prevalece en la cantidad de centros e institutos, investigadores y técnicos, sobre los desarrollos privados. La Argentina tiene esa característica en favor de lo público por sobre lo privado, eso significa un gran esfuerzo presupuestario nacional entendiendo que estas son condiciones de inversión en un camino par el desarrollo nacional, no de gasto sino de inversión. Yo profundizaría en las carreras que tienen una relación directa o indirecta con el desarrollo argentino que no necesariamente tiene que ser la imagen de la carrera dura como la ingeniería o las ciencias más específicas, también en las ciencias sociales. Yo profundizaría la concepción y la conformación de la formación de grado y le prestaría mucha atención a la formación de postgrado, en particular a las especializaciones, esas que se producen en un tiempo relativamente corto, transforman a un profesional sumándole habilidades y conocimientos más específicos que pueden responder a estas líneas que obtienen una baja graduación en el grado y que hoy tiene una altísima demanda coyuntural en el desarrollo nacional. Se termina dando una paradoja de que las políticas de desarrollo van más rápidas que la capacidad de los recursos humanos para poder aprovecharlas. Nosotros no producimos los geofísicos necesarios para las demandas de Vaca Muerta, o no producimos ahora los geólogos expertos en explotación del litio en proporción de la demanda que está teniendo, que además llega todo de golpe porque eso ocupa lugar en el proceso de la demanda mundial que pide una respuesta inmediata, bueno no tenemos esos profesionales.

La UNLP fue produciendo especializaciones que en corto tiempo transforman a un geofísico recién recibido en un especialista en las particularidades que una exigencia de desarrollo energético como Vaca Muerta está de-

mandando. Nos pasa en lo más elemental, Argentina no produce meteorólogos en un país que vive del campo. Alguna vez se dimensionó que se necesitaban 500 meteorólogos argentinos para cubrir las demandas del campo argentino que hoy no significa que no estén, sino que no son argentinos. Hay dos universidades que producen meteorólogos, históricamente fue la UBA que produce uno o dos por año que se quedan en el sistema científico y La Plata que tiene tecnicatura y licenciatura en meteorología que es prácticamente nueva y que apunta específicamente al sistema productivo primario que necesita que alguien le avise si cae o no granizo, las variaciones climáticas, eso hace que se ganen millones o se pierdan, que si el país pueda exportar o no.

Hay caminos en la formación de grado y hay caminos en la formación de postgrado y hay otras formas de aprendizaje, la Facultad de Informática está explorando en las diplomaturas, nichos de conocimiento que no alcanzan para formar un profesional, pero ocupan una demanda que está requiriendo tener esas habilidades, y para nosotros es de interés que las tenga porque acercan a nuestros jóvenes a desafíos que la tecnología le imponen a sus tiempos.

Me parece que hay otras líneas y de lo contrario las debemos crear, porque la demanda de mayores conocimientos que alcancen a la mayor cantidad de población posible, es lo que va a multiplicar las posibilidades de desarrollo en nuestra Argentina.

REPORTAJE A ROBERTO SALVAREZZA

PRESIDENTE DE
Y-TEC



Este número de la Revista de la Academia de la Ingeniería de la provincia de Buenos Aires está dedicado a “Energía: Un tema estratégico”. Dado su posición actual como Presidente del Directorio de Y-TEC que es considerada la empresa de investigación y desarrollo para la industria energética más importante de la Argentina, así como su trayectoria como Investigador y en la gestión pública nos interesa recoger sus opiniones sobre el tema.

¿Cuáles de las líneas de I+D+I de Y-TEC relacionadas con Energía considera claves para el desarrollo del país?

Y-TEC es una empresa que está fuertemen-

te ligada con el desarrollo del país. Hoy YPF mira sus recursos en gas y petróleo, centrado fuertemente en lo que es la explotación de los recursos no convencionales de Vaca Muerta. Por lo tanto concibe a éstos como parte de sus políticas, pero al mismo tiempo como lo hace toda empresa del sector, también está mirando la transición energética. Todas las empresas de este tipo en el mundo, como por el ejemplo Shell, Total o Equinor, observan las energías renovables. En ese sentido, YPF Luz, que es el segundo productor de energía verde de nuestro país, que cuenta con tres parques eólicos y un parque solar, sigue esa línea de trabajo en gas y petróleo para profundizar en el día de mañana en las energías renovables.

En ese contexto surge la posibilidad de tomar el hidrogeno como un vector energético y el litio para almacenar energía, es decir contar con la posibilidad de capturar la energía solar y eólica para tenerlas a disposición cuando se las requiera. También surge la opción de trabajar con la electromovilidad. Estas son tres áreas sobre las cuales Y-TEC investiga, en el contexto de YPF.

Evidentemente la transición energética que está viviendo el mundo tiene ejes diferentes según los países y los recursos naturales de que dispone (y su costo). ¿Cuál cree que es un camino posible de Argentina en esta línea? ¿Nuestra matriz energética debe evolucionar en función de los recursos no renovables disponibles? ¿Cómo ve el crecimiento de las energías limpias en el país?

El presidente de YPF, Pablo González, ha manifestado en varias oportunidades que hoy tenemos que aprovechar nuestros recursos no renovables, como es el caso del gas y el petróleo, con los que Argentina cuenta de forma abundante para financiar los proyectos de energías renovables. Este sería el futuro que todos avizoran en el marco de los compromisos que tienen todos los países -el nuestro en particular- asociados con investigaciones vinculadas al cambio climático.

Por lo tanto, podría plantearse con cierta lógica que hoy Argentina estaría apostando al gas, que es un recurso que tiene un nivel de producción de dióxido de carbono más bajo que el de los combustibles líquidos o el carbón.

Argentina tiene una matriz industrial fuertemente dependiente del gas, podría obtener recursos de la exportación de petróleo para poder ampliar su participación en el uso de las energías renovables.

De ahí se desprende lo que decía anteriormente, YPF cuenta con tres parques eólicos y se prevé contar con un cuarto. Es decir que el esquema que se está transitando tiene que ver con partir de los recursos no re-

novables que hoy tenemos -gas y petróleo- para poder llevar los proyectos de transición energética.

Por ejemplo, este año el 13% de la energía eléctrica se ha generado a partir de energías renovables.

Tenemos una posibilidad importante que debemos aprovechar.

Y-TEC realiza investigaciones en nuevas tecnologías (por ej. el empleo de Hidrógeno) en la generación energética. El potencial científico de la empresa es realmente significativo, así como su vinculación con grupos de I+D+I del sistema científico nacional. ¿Ud. considera que esta generación de conocimiento en nuevas tecnologías para la producción de energía puede ser competitiva a nivel internacional y darnos ventajas como país?

Argentina tiene un largo recorrido en este tipo de temas que son desafiantes, relacionados al hidrógeno y al litio. Desde los años 70 se investiga sobre el hidrógeno y también contamos con un amplio recorrido en el tema de baterías, en especial sobre las de litio.

En lo que se refiere a las energías con más tecnologías, las que nos desafían, las que forman parte de la transición energética, contamos con suficiente conocimiento al respecto, por lo que esta etapa ya sería de aplicación, tenemos que pasar a la implementación de proyectos pilotos, a generar facilidad de producción a una escala que esté dimensionada con las demandas que vamos teniendo en el país y en la región.

En cuanto a la competitividad internacional, al tener los recursos (litio, vientos importantes en el sur y abundante energía en el norte) nos permite manejar asociaciones con otros países para que la curva de aprendizaje y la transferencia de tecnologías sea lo suficientemente rápida.

En la Argentina existe conocimiento científico acumulado, pero es necesario que nos asociemos a otros países, teniendo en cuen-

ta que nosotros somos los dueños de los recursos, podemos poner condiciones para los emprendimientos tecnológicos.

En el caso de los recursos no convencionales, cuando la Argentina en el 2012 recupera YPF, con el gobierno de Cristina Fernández, nos propusimos intentar poner en producción a este tipo de recursos. En ese momento no existían experiencias en el país, se tuvo que aprender mucho. Al menos la Argentina tenía los geólogos y tecnólogos necesarios para que, asociados con otras empresas extranjeras, pudiéramos hacer que la curva de aprendizaje fuera lo suficientemente rápida. Hoy, tenemos petróleo y gas no convencional al nivel de Estados Unidos.

La curva de aprendizaje se puede generar cuando están los recursos humanos y se manejan inteligentemente las asociaciones con otros países. En 10 años Argentina logró ubicarse a nivel de Estados Unidos, que le llevaba muchísima ventaja en ese terreno.

Dada su experiencia en el sistema científico-tecnológico argentino, ¿Cómo ve la generación y retención de recursos humanos formados en el área energética (y todas las áreas tecnológicas asociadas)? ¿Qué complementos a las políticas actuales cree necesarios/convenientes para potenciar la formación de recursos humanos y los avances en I+D+I en el área en Argentina?

En cuanto a los profesionales que hoy se necesitan en el área de energía, se requieren principalmente en la rama de ingeniería, física, química, matemática e informática, sobre todo para cuando se empiezan a desplegar proyectos, como los vinculados con el litio.

La Argentina tiene 3 investigadores cada 1000 habitantes de población económicamente activa. Se trata del mejor índice de América latina, pero está muy lejos de los números de los países industrializados, que tienen 8 o 12 investigadores cada 1000 habitantes económicamente activos; es decir que prácticamente con esa cifra nos triplican, tenemos que crear más recursos

en estas áreas, pero también necesitamos otras contribuciones como por ejemplo de las ciencias sociales. Nadie puede pensar en un desarrollo energético sin contemplar el diálogo con las comunidades, para garantizar que esos emprendimientos tengan un impacto socioeconómico sobre las poblaciones que habitan en las áreas sobre las que se interviene.

Por otro lado, también son necesarios los profesionales vinculados a las ciencias del medioambiente. La mirada que hoy se tiene no es la misma de hace 20 años, ahora la sociedad reclama que los emprendimientos acompañen el cuidado del ambiente.

Por lo tanto, es indispensable mirar al sector desde todas las aristas.

Es fundamental analizar la cantidad de profesionales de grado que se están graduando en las áreas de ingeniería, física, química, matemática e informática. Es sumamente importante el rol de las universidades en la generación de vocaciones hacia áreas que no son las convencionales. Hay mucho para trabajar en la reforma de los planes de estudios, tienen que ser más atractivos, quizá con carreras de menor duración para suplir la necesidad de profesionales que se requieren.

También es necesario trabajar en el nivel secundario, ya que muchas veces las elecciones de las carreras universitarias se hacen de acuerdo al recorrido de los jóvenes por su escuela.

Por último, sería interesante que Ud. cerrara esta nota con una reflexión sobre la importancia de una empresa como Y-TEC para el desarrollo del país.

Y-TEC fue creada para poder aportar desde el conocimiento la energía de nuestro país. Se crea en el 2012, al poco tiempo que se vuelve a recuperar YPF.

YPF antes tenía en Florencio Varela los mejores laboratorios de América latina. Durante los años 90 fue desmantelado y se perdió toda esa capacidad.

Se crea Y-TEC como una empresa con base

tecnológica tendiente a aportar al conocimiento científico tecnológico y al desarrollo de la energía.

En ese momento los desafíos que tenía YPF eran poner en marcha los recursos no convencionales y tratar de detener la caída de los recursos convencionales. Buscaba mejorar la producción de yacimientos maduros. A ese desafío inicial fueron incorporándose otros, como la atención energética (litio, hidrógeno) pero básicamente el objetivo de ser un interfaz con el hilo productivo de YPF. En este caso, con el CONICET, que es el organismo nacional de ciencia y tecnología, se asocia el mundo del conocimiento con el de la producción.

Es importante tener en cuenta que el CONICET a su vez es socio de las universidades nacionales, sus investigadores son docentes e investigadores universitarios.

Es decir que de alguna forma se conecta la producción con el mundo académico.

Es una experiencia muy interesante que podría repetirse también en otras áreas como la de la salud o el agro, donde se podría traccionar de una forma más directa las necesidades del mundo productivo con el académico.

ENTREVISTA AL DR. RAVINDRA GETTU, CATEDRÁTICO DEL INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY MADRAS, CHENNAI, INDIA POR EL ACADÉMICO RAUL ZERBINO



POR EL ACADÉMICO RAUL ZERBINO



El Dr. Ravindra Gettu (PhD. Northwestern University, USA) es V.S. Raju Chair Professor del Departamento de Ingeniería Civil del IIT Madras. Ha sido Presidente de la RILEM (International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Structures and Systems), y es miembro de la Indian National Academy of Engineering. Autor de más de 500 publicaciones en las áreas de tecnología y caracterización de hormigones, concreto reforzado con textil y sostenibilidad, es reconocido internacionalmente por sus contribuciones a la ciencia y la tecnología de compuestos cementíceos, implementación de nuevos materiales y tecnologías en la construcción y formación de recursos humanos.

Recientemente en el Número 4 de nuestra revista In-Genium: Conocimiento y Aplicaciones de la Ingeniería, he disfrutado con la lectura de varias entrevistas y artículos vinculados con la temática de la transferencia en ingeniería, un permanente desafío, pero a la vez un insu- mo indispensable para evaluar y potenciar el impacto de las investigaciones que se realizan en nuestras universidades, centros de inves- tigación y las mismas empresas. A la vez, re- cordé que el Número 3 de In-Genium abordó la problemática de La Ingeniería y el desarrollo sostenible en sus diversas facetas y, por mi especialidad, me atrajo en particular el arti- culo realizado por los Ings. A. Giovambattis- tay M. Polzinetti sobre Las construcciones de hormigón y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero. En la actualidad, y en el marco de acciones de cooperación entre el Departamen- to de Ingeniería Civil de la Facultad de Inge- niería UNLP y el Indian Institute of Technology Madras, Chennai, India, estoy participando en un proyecto que abarca estos temas, lo que me motiva a comentar de qué se trata y transmitir en base a una entrevista al Dr. Ravindra Gettu, uno de los líderes del proyecto, su visión sobre ambas cuestiones.

¿Cómo surge la idea del proyecto Technologies for Low Carbon and Lean Construction, A Research Initiative at IIT Madras (TLC2)?

IIT Madras se convirtió en un instituto de eminencia bajo el Ministerio de Educación del Gobierno de la India. Debido a esto, recibimos fondos para motivar y ayudar a ciertos grupos de investigadores a progresar y convertirse en grupos de investigación de primera clase en el mundo.

Ante una convocatoria, nuestro grupo, que se especializa en materiales de construc- ción y gestión de la construcción, se unió para ver cómo trabajar como un equipo interdisciplinario aprovechando nuestras for- talezas para convertirnos en un importan- te centro de investigación en el futuro. El tema elegido fue tecnologías de construc- ción precisas y bajas en carbono para la

construcción. En este aspecto, la baja emi- sión de carbono significa que la reducción de la huella de carbono hace que la tecno- logía sea más sostenible, mientras que una construcción sin desperdicios (lean) signifi- ca que minimizar residuos de procesos, y desperdicios de tiempo, productividad y materiales. Somos unos 30 investigadores trabajando juntos en esta área, estamos en el segundo año de este proyecto que espe- ramos se convierta en un importante cen- tro de excelencia en IIT Madras.

SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

La industria de la construcción ha contribui- do al crecimiento económico y social de la India. Sin embargo, esta industria genera una cantidad importante de residuos que afecta la sostenibilidad y además se detecta una im- portante pérdida de recursos y tiempo en los proyectos de construcción.

El proyecto TLC2 tiene como objetivo desa- rrollar tecnologías de construcción bajas en carbono y que minimicen el desperdicio (Tech- nologies for Low Carbon and Lean Construc- tion) en toda la cadena de valor de la industria de la construcción y promover so- luciones en niveles organizativos y políticos. Pretende constituirse en el primer banco de pruebas integrado de India para evaluar el uso de residuos agrícolas, industriales y de construcción y demolición en materiales a base de cemento portland, para dirigir prác- ticas, políticas y normativas a la reducción de residuos en la industria de la construcción. Comprende cuatro aspectos: a) Investigación básica en el tratamiento de residuos para su uso en sistemas de hormigón bajo en carbo- no, b) Investigación aplicada para desarrollo de tecnología, c) Un banco de pruebas inte- grado para procesos y visualización a gran escala y d) Investigación organizacional y de políticas para la adopción de tecnología a gran escala.

¿Cuáles son las mayores perspectivas que percibe en cuanto a las tecnologías de construcción limpia?

En términos de construcción, hay muchas áreas en las que podemos enfatizar el aspecto de las tecnologías limpias y verdes. En primer lugar, podemos ver los materiales que se utilizan en la construcción. Es posible disminuir la huella de carbono durante la fabricación de estos materiales, pero, debido a la naturaleza del sector, empleamos materiales de bajo costo como el hormigón y el acero, que tienen cierta huella de carbono, que no se puede evitar. Con estos materiales, podemos reducir la huella de carbono al disminuir la contaminación a través de la optimización del proceso de fabricación, utilizando mayor cantidad de materiales de desecho en lugar de materiales vírgenes y utilizar energía de fuentes renovables y limpias. Esta es la primera forma en que podemos trabajar para hacer que materiales más ecológicos, más limpios y menos contaminantes. En segundo lugar, tendremos que buscar la optimización de la tecnología y el proceso de construcción, que es donde entra en juego la construcción lean, que es donde entra la automatización; allí tratamos de minimizar tiempos de producción y transporte propiciando una construcción más rápida y ágil. El tercer aspecto que me gustaría enfatizar aquí es mejorar la durabilidad y disminuir la necesidad de mantenimiento. Siempre ha sido el desafío en India, y posiblemente en muchos países, que no diseñamos para la durabilidad y el bajo mantenimiento, lo que a menudo se convierte en una razón para gastar más tiempo y dinero.

India aparece como uno de los mejores países en la contribución a la sustentabilidad ¿Cuáles han sido a su criterio los puntos clave para este desarrollo?

India siempre ha dependido de la mano de obra y la agricultura para impulsar su desarrollo. La participación de personas que han

LAS METAS SOBRE LOS TEMAS ABORDADOS

- Desarrollo de técnicas de bajo consumo energético para atender al procesamiento físico-químico y evaluar la aptitud de los residuos para su uso en grandes volúmenes en materiales de construcción.
- Desarrollo de sensores para automatizar la clasificación de materiales en residuos de construcción y demolición.
- Empleo de residuos procesados en la producción de hormigón para aplicaciones especiales como impresión 3D, productos prefabricados y pavimentos.
- Estudio de las características mecánicas y durabilidad de hormigones con bajo contenido de carbono y desarrollo de modelos de vida útil.
- Desarrollo de un marco para evaluar los indicadores de sostenibilidad de los materiales de construcción y los procesos constructivos.
- Empleo de tecnología de impresión 3D para construcción in situ y prefabricada de hormigón armado.
- Desarrollo de métodos/modelos para relacionar el desempeño de hormigones bajos en carbono en estudios de laboratorio con estudios de campo a gran escala.
- Desarrollo de herramientas para estimar la vida en servicio e índices de sustentabilidad y para minimizar el desperdicio de tiempo y materiales en la construcción.
- Acciones para reciclaje automatizado y el procesamiento físico-químico de diversos materiales de desecho, empleo de aprendizaje automático (machine learning) para optimizar el uso de material reciclado y del resto de los materiales minimizando la huella de carbono.
- Desarrollo de mapas nacionales sobre la disponibilidad actual/futura de materiales de desecho.
- Desarrollo de estrategias para modificar las prácticas de trabajo para mejorar las prácticas de construcción.
- Fomento de la participación del sector privado en toda la cadena de suministro de materiales en proyectos de construcción e implementación a gran escala de diversas tecnologías de uso y reducción de desechos.

estado utilizando tecnologías tradicionales durante siglos ha prevalecido sobre muchos avances o nuevas tecnologías que han llegado del extranjero. Por ello, comparado con otros países, es más lento el cambio de desarrollos manuales o tecnologías tradicionales a una producción completamente industrial y automatizada; por ello, las emisiones per cápita han sido mucho más bajas que las de los países desarrollados de Occidente. Otros países nos han demostrado que podemos producir con menor huella de carbono, menor contaminación y demanda de energía, ahora estamos en la situación de que podemos beneficiarnos de estos avances a medida que hacemos la transición de tecnologías más tradicionales a tecnologías modernas donde sea necesaria.

Entonces, ¿cómo conviven los nuevos avances en tecnología con las prácticas tradicionales o la necesidad de mano de obra intensiva?

India tiene una gran población, por ello hay mucha inercia para el cambio, especialmente si se habla de la industria de la construcción, que por sí misma es un sector que no se adapta rápidamente a los cambios, vemos que hay una transición lenta de la tecnología tradicional a la avanzada. La industria es muy consciente de que tiene que construir mejor y más rápido, y han estado adaptando y adoptando tecnologías de occidente apropiadamente para el logro de una construcción más rápida, eficiente y de mejor calidad.

No obstante, tenemos muchas tecnologías tradicionales que conviven con tecnologías más modernas en nuestras obras. Puedo pensar en algunos ejemplos de cómo los artesanos tradicionales trabajan junto con nuevas tecnologías; por ejemplo, cuando tenemos que mover material antes dependíamos del trabajo manual; ahora, obviamente, usamos equipos y maquinaria pesada, pero, cuando se tienen que hacer cosas pequeñas, el uso de equipos grandes no será económico, y todavía podemos usar mano de

obra sin tener que esperar o gastar mucho dinero. Además, cuando tenemos que modificar elementos desde dimensión estándar, todavía es posible en la India, que un trabajador experto cambie estas cosas o haga un diseño diferente, para que no hacer indispensable buscar productos estandarizados. El mejor ejemplo que se me ocurre es la carpintería, aun tenemos mucho trabajo manual dedicado a la carpintería en términos de decoración, fabricación de puertas, ventanas y paneles, donde la automatización no es capaz de dar todas las respuestas.

¿Cuál es el impacto que tienen los proyectos de investigación sobre la formación de los alumnos?

Creemos que es muy importante tener un gran número de estudiantes, becarios y personal de proyectos involucrados nuestros proyectos de investigación. Todos estos proyectos tienen un componente de capacitación, a veces los estudiantes también se involucran en la redacción de la propuesta del proyecto, incluso en ocasiones llegan a administrarlo por completo. Nosotros esperamos que después de dejarnos, cuando se conviertan en profesores o en investigadores, tengan la experiencia y confianza que se requiere para preparar, desarrollar y ejecutar un proyecto. Nuestros egresados han podido obtener buenos trabajos, principalmente en el sector de la investigación al dejar nuestro grupo.

¿Cuáles han sido y son las estrategias para llegar a la industria y favorecer la transferencia?

La tradición de nuestro grupo ha sido colaborar con la industria, creemos que nuestra investigación debe ser relevante para la sociedad y la industria. Tenemos un programa que ha estado funcionando durante los últimos 25 años junto con la empresa de construcción más grande de la India, Larsen and

Toubro; ellos envían unos 30 de sus ingenieros para un programa de maestría que dura 2 años en IIT Madras, luego ellos regresan a la empresa, a sus obras y forman un vínculo muy importante que perdura entre nuestro grupo y la empresa. Es un ejemplo de cómo hemos desarrollado nuestra investigación junto con la industria. Tenemos la convicción que se debe hablar con la industria para ver cuáles son sus preguntas, cuáles son sus puntos débiles y cuáles son los problemas para los que buscan soluciones.

Por lo tanto, aparte de la investigación básica, donde estamos tratando de discutir, desarrollar y responder preguntas científicas, también nos centramos mucho en la transferencia de tecnología de las soluciones para problemas prácticos y la investigación basada en los requerimientos de la industria. La estrategia ha sido dialogar con la industria; tenemos talleres con la industria donde descubrimos qué problemas están teniendo, visitamos mucho sus sitios, recibimos expertos de la construcción que vienen y hablan con nuestros estudiantes y, como dije antes, muchos de nuestros estudiantes se han convertido en ingenieros en las principales empresas de construcción. Cuando vienen a nosotros con un problema, tratamos de no rechazarlos, incluso si el problema es muy pequeño o no muy académico, porque creemos que cualquier trabajo en conjunto conducirá a una mayor colaboración y mejora de la relevancia de nuestra investigación. Mirando hacia atrás, puedo afirmar que muchos de nuestros desarrollos de investigación se han debido a las ideas que nos ha dado la interacción con la industria.

¿Cuál es el principal motivador para que las empresas en India promuevan RRHH de formación postdoctoral en IITM?

Cuando la industria busca soluciones a un problema, vienen a IIT Madras y se plantea el desarrollo de un proyecto de investigación las proporcione. IIT Madras contrata investigadores posdoctorales, alumnos, técnicos o ingenieros para ayudar en el proyecto. IIT

Madras asume la responsabilidad de capacitar a estos investigadores que luego podrían convertirse en recursos para otras empresas o para esta empresa en particular. Dichos investigadores no solo proceden de IIT Madras, es decir, también se capacitan profesionales de otras instituciones. En cierto modo, el hecho de que investigadores de otras instituciones vengan a IIT Madras les ayuda en la formarse en aspectos que no habrían recibido en sus instituciones de origen. Esto incrementa el impacto de nuestra interacción con la industria, ya que los proyectos generan fondos para contratar a estas personas, lo que no podría haber sucedido si únicamente contáramos con fondos gubernamentales.

IMPACTO SOCIAL

Este proyecto se enmarca dentro de varios de los objetivos de Desarrollo Sostenible planteados en la ONU.

Los avances en el conocimiento sobre la utilización y reducción de residuos en la construcción conducirán a una reducción directa de las emisiones de gases de efecto invernadero tanto al reducir el consumo de materiales vírgenes, al optimizar recursos en tiempos, materiales y combustible. Tanto el transporte como los procesos de construcción consumen mucha energía.

Se articulará con la industria para propiciar la preservación del medio ambiente. Además de influir en la sociedad a través de la política, la divulgación tiene la expectativa de contribuir a una nueva generación de profesionales de la construcción, que realmente valoren la sostenibilidad junto con el costo, el tiempo y el control de calidad; y que comprendan las diversas alternativas de uso de vías para utilizar desechos en materiales de construcción, contribuyendo entonces a impulsar la adopción de prácticas de gestión y minimización de residuos.



POSGRADO

FACULTAD DE INGENIERÍA

2023

Formación académica y científica de excelencia

Doctorado en Ingeniería (Categoría "A" CONEAU)

Cursos de Posgrado Académicos y Profesionales

Maestrías y Especializaciones

POSGRADO DE INGENIERÍA

Tel: (+54) (221) 425-8911 / Interno 3009

posgrado.ing.unlp.edu.ar

epec@ing.unlp.edu.ar

Calle 1 y 47 - La Plata - Buenos Aires - Argentina



Abierta
la inscripción



FACULTAD
DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

MARCO ESTRATÉGICO PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN LA ARGENTINA

CENTRO ARGENTINO DE INGENIEROS
ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA



El documento que aquí se presenta es un resumen ejecutivo de un trabajo más amplio realizado entre la Academia Nacional de Ingeniería (ANI) y el Centro Argentino de Ingenieros (CAI). El propósito ha sido detectar las fortalezas y oportunidades que se le presentan a la Argentina tanto a nivel local como mundial en función del potencial de sus recursos. No se ha pretendido tener las respuestas a las inquietudes que se presentan ante un tema tan desafiante, sino ayudar a realizar las preguntas apropiadas.

En los últimos siglos distintas naciones o grupos de naciones han enfrentado desafíos que afectaban a amplios segmentos de la población: epidemias, plagas, hambrunas, o guerras. Pero por primera vez en nuestro tiempo la humanidad en su conjunto enfrenta una situación grave, difícilmente controlable y de alcance universal: el desafío ambiental cuya manifestación más notoria es el calentamiento global.

Los antecedentes muestran que el problema deriva de acciones del hombre, por ello denominadas antropogénicas, con impacto sobre la naturaleza y el medio ambiente. Ponen en riesgo el nivel de vida conseguido por la humanidad a partir de la revolución industrial. Desde hace 20 años, científicos y políticos debaten con cuales tecnologías retrotraer estos efectos y las responsabilidades atribuibles a cada Nación o a cada tipo de industria por el uso de los recursos energéticos disponibles, en especial los fósiles. Se han conseguido, por primera vez en la historia, acuerdos en cuya concreción se han involucrado prácticamente todas las naciones, aunque aún subsisten diferencias con respecto a cómo definir y asumir las responsabilidades y establecer en que proporción pagará cada país los costos de la transición tecnológica necesaria.

Confrontando las acciones llevadas adelante por distintas naciones, se puede percibir que el consenso logrado es en parte ambiguo y que por ello muchos gobiernos se demorarán en cumplir sus compromisos por considerar que la responsabilidad que se les ha asignado no tiene fundamentos equitativos. Esta di-

ferencia existe en especial entre las naciones que han conseguido su desarrollo industrial pleno desde hace aproximadamente un siglo, vs. las que recién ahora están comenzando a mejorar el estándar de vida de su población. Éstas últimas han acumulado un volumen de emisiones inferior al de las desarrolladas.

Se considera también que, más allá del debate sobre el pedido de las naciones más atrasadas, de asignar en esta transición responsabilidades económicas proporcionales a las emisiones acumuladas históricamente, cada país debe elaborar su propia estrategia de transición. Deberán tener en cuenta en primer lugar, las ventajas comparativas de las que disponen, para diseñar a partir de ellas el camino y las etapas de su propia transición. En el caso argentino, nuestra visión de una estrategia con ventajas comparativas se basa en la gran disponibilidad de gas natural hasta mucho más allá de los escenarios y plazos a los que sería posible planificar. Por otro lado, la posibilidad de hacer un uso inteligente de nuestros recursos biológicos naturales, utilizando los mismos a través de "Sistemas Basados en la Naturaleza", permitiría cumplir con una parte importante de los compromisos de reducción de emisiones asumidos en distintas rondas de negociaciones internacionales.

El marco estratégico aquí propuesto es dar prioridad a los mecanismos biológicos de la naturaleza para capturar emisiones y enfrentar así el desafío del cambio climático. Se considera, sin embargo, que hay un exceso de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas principalmente al uso de combustibles fósiles, por encima de la capacidad de captura de la naturaleza.

Muchos países han priorizado sus inversiones e innovaciones para cambiar sus actuales tecnologías de producción de energía eléctrica por otras sin emisiones. En general adoptaron la decisión de electrificar progresivamente el transporte, la producción de calor y los procesos industriales. Se tiende también a reducir la infraestructura de extracción, transporte y refinado de combustibles fósiles, a pesar de que son actividades con

un elevado stock de capital acumulado y aún no amortizado.

Las principales líneas estratégicas analizadas y propuestas para instrumentarse en forma conjunta o separada, para Argentina, son además complementarias y buscan cumplir con las 'Contribuciones Nacionales Definidas' (CND) que cada Nación puede establecer libremente. La Argentina también evolucionará hacia energías limpias y procesos industriales descarbonizados. Sus ventajas comparativas le permitirán hacerlo a un ritmo que no pondrá en riesgo su desarrollo y permitirá financiar la transición a un costo aceptable. Con las nuevas tecnologías a implementar será factible que la economía pueda crecer sosteniblemente y desarrollar áreas de negocios.

La ciencia ha hallado fundamentos para afirmar que el aumento global de la temperatura del planeta necesita limitarse a no más de 1,5°C por encima de los niveles preindustriales. Esta meta requiere que se alcance el cero neto de emisiones antropogénicas hacia el año 2050 (NetZero2050). La información disponible indica que la mejor alternativa para lograr ese objetivo en el caso argentino, es la basada en la naturaleza como factor de absorción, combinada con la producción de gas natural. Las emisiones serían capturadas por la extensa geografía, la vegetación y los suelos de nuestro país. Se sumaría la incorporación de una combinación de otras tecnologías ya probadas para la producción de Energía Eléctrica (EE: renovables NC (solar y eólica), nuclear, hidroeléctrica, etcétera). Deberán estar coordinadas de manera tal que luego del previsible proceso de electrificación de casi todas las formas de obtener calor y trabajo mecánico, el costo total de la unidad de energía se mantenga en la Argentina competitivo con los promedios internacionales.

Nuestro país está en una posición inmejorable en caso de optar por utilizar el gas natural, el más limpio de los fósiles con amplia disponibilidad, incluso para exportación. Sus reducidos costos contrastan con los eventos mundiales que han elevado su precio.

Hay un excedente de millones de hectáreas aún disponibles para nuevos cultivos y forestación con tecnologías ya probadas. Combinado el gas con las "soluciones basadas en la naturaleza" nuestro país podría cumplir sus compromisos y convertir este desafío en una oportunidad de desarrollo única.

En el inicio de la configuración del globo terrestre, el material que lo componía era totalmente inorgánico. No había vida vegetal, animal, ni humana tal como la conocemos ahora. La atmósfera del planeta estaba compuesta por nitrógeno, metano, vapor de agua y dióxido de carbono (CO₂).

Luego, la superficie terrestre comenzó a enfriarse hasta temperaturas que permitieron el desarrollo de seres vivos mediante un proceso físico químico basado en la fotosíntesis. La acción de la energía de los rayos del sol, en forma conjunta con moléculas de CO₂ y de agua presentes en la atmósfera, las convirtieron en cadenas de carbono e hidrógeno. Éstas, a su vez, formaron vegetales, primera manifestación de la existencia de seres vivos con un ciclo temporal de nacimiento, desarrollo y fin. Durante millones de años ese proceso continuó poblando de materia biológica la superficie terrestre que hasta ese momento estaba compuesta solo de sales inorgánicas a elevada temperatura. Al final del ciclo de vida de cada especie, los residuos orgánicos emitían al descomponerse gases de efecto invernadero (GEI) y en especial CO₂, que la naturaleza utilizaba para la reproducción de nuevos vegetales. Así se fueron cubriendo las superficies de la tierra aún desérticas. Esos gases se volvían a reciclar al finalizar la vida de las plantas en un ambiente con exceso de CO₂, incrementando la cantidad de vegetales y la de los animales que se alimentaban de ellos. Este proceso continuó avanzando, pero siempre existía un leve desequilibrio por el cual, - además del reciclado -, se absorbía parte del CO₂ preexistente en la atmósfera desde el surgimiento del planeta Tierra. La multiplicación de las especies vegetales impulsaba una mayor emisión de CO₂ al fin del ciclo de vida de cada ser vivo.

Hace más de 200 años, comenzó la denomi-

nada “revolución industrial” período en el cual los hombres necesitaron cada vez más energía para producir calor y trabajo mecánico. Con el descubrimiento de los combustibles fósiles, hubo una explosión de su uso energético provocando emisiones crecientes de los denominados “Gases de Efecto Invernadero” (GEI) por su efecto en el calentamiento de la atmósfera. Los excedentes no capturados motivaron un aumento de 280 a 400 ppm de CO₂ en sólo 150 años. De una población estable de 1.000 millones de habitantes la humanidad pasó a más de 8.000 millones en apenas 200 años y al expandirse además el nivel de confort y el uso de nuevos aparatos mecánicos y eléctricos alimentados directa o indirectamente por la combustión de fósiles, surgieron excedentes de CO₂. Finalmente, ya no pudieron ser íntegramente capturados por la fotosíntesis y comenzaron a acumularse en la atmósfera.

En la Tabla I, se aprecia la magnitud anual que han alcanzado tanto la emisión como la captura de gases de efecto invernadero a partir del sistema inicial basado en la naturaleza. Pero también puede apreciarse, que existe un pequeño desequilibrio en sentido inverso al anterior y que ese pequeño pero creciente desequilibrio, acumulado durante tan solo 150 años, ha conducido a un preocupante stock actual de CO₂ acumulado en la atmósfera. (860 Gt).

Las emisiones antropogénicas son sólo el 5% del total emitido cada año, pero los mecanismos basados en la naturaleza aún tienen capacidad residual para la captura y secuestro de parte de carbono emitido. Sólo el 2,6% del total de emisiones por fenómenos naturales y por la acción del hombre, es el excedente neto que se emite a la atmósfera cada año. (21 Gt).

Los aspectos conceptuales desarrollados hasta ahora fundamentan las propuestas incluidas en este texto. En la ya referida Tabla I presentamos de manera simple, tanto el ciclo de la vida en la Tierra como el desequilibrio que actualmente conduce a la acumulación de gases de efecto invernadero⁶. De ahí la decisión de reducir las emisiones antropogénicas.

Algunos estudios solo mencionan el rol negativo de las emisiones de GEI. No aclaran que las mismas existen desde el origen de la tierra en sucesivas reconversiones continuas del “Ciclo de Vida” iniciado en base al CO₂ existente en la atmósfera antes de la aparición de la vida. Deben saber que este ciclo de vida con sucesivas capturas y luego emisiones de CO₂ es el propio de cada especie y que la cantidad neta que ha agregado el hombre cada año a partir de la revolución industrial, ha alcanzado sólo recientemente el 2,6% del total. Es asimismo necesario considerar la importancia de los avances en la

CONCEPTO	EMISIONES [Gtn de CO ₂]	SECUESTROS [Gtn de CO ₂]
Emisiones asociadas al ciclo de vida de la naturaleza	771	
Emisiones antropogénicas de combustibles fósiles	35	
Emisiones por el uso antropogénico incorrecto del suelo	6	
Absorción natural por los océanos (hasta profundidad de 200 m)		337
Absorción natural por el suelo, las plantas, pasturas y forestación		454
TOTALES	812	791
Total Neto fugado a la atmósfera anualmente		21
STOCK ACTUAL CO₂ ACUMULADO EN LA ATMÓSFERA: (Origen del “Efecto Invernadero” y consecuentemente del “Cambio Climático”)		860

Tabla 1. BALANCE ANUAL DE EMISIONES Y SECUESTRO DE CO₂ (2020)

eficiencia energética. Después de las “Soluciones Basadas en la Naturaleza”, los desarrollos de eficiencia energética son los que han mostrado más productividad del capital invertido para reducir las emisiones de CO₂. La eficiencia energética no solamente es una herramienta para reducir emisiones, sino que permite extender en el tiempo y con menor costo, la transición hacia las nuevas tecnologías de generación.

Por último y como aspecto central para hacer posible la transición, se requerirá la evolución hacia alternativas más limpias en la movilidad, en las viviendas y en la industria. Estas inversiones no tendrán una magnitud que impacte la macroeconomía. Hay para ellas distintas formas factibles de financiación a largo plazo en mercados internacionales.

Propuestas para la transición energética en la Argentina.

- CAPTURA DE CARBONO POR MEDIO DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SBN).

Argentina está entre las ocho naciones del mundo con mayor superficie geográfica. Tiene además muy buena calidad de suelo en gran parte del territorio, por lo que es comparable con otros países de mayor tamaño en cuanto a potencial de secuestro de carbono. Estas son las condiciones requeridas para dar factibilidad al abastecimiento local y exportación de gas con y sin emisiones de GEI en su uso final.

La explotación agrícola ocupa alrededor de 33,7 millones de hectáreas. La ganadería duplica esa superficie, pero existen además otras tierras aptas disponibles para expandir la frontera agrícola y consiguientemente la producción agropecuaria, o la forestación. También para CCS, en tanto se asegure que las metodologías aplicadas de rotación de pasturas, uso de fertilizantes y especies agrícolas seleccionadas, han sido diseñadas o modificadas para contribuir a la absorción neta de GEI. Así tendrá valor comercial en los mercados de carbono. Por otra parte, existe

una superficie del orden de 100 millones de hectáreas que, en la Patagonia y también en zonas ubicadas más al norte, han sido degradadas por distintas causas (la ganadería ovina intensiva entre ellas), pero que podrían ser recuperadas.

En la COP 24 en Polonia y 3 años después en Glasgow, este tema fue uno de los centrales. Allí concluyeron que parte de la solución al problema ambiental podría ser lograda a través de las “Soluciones Basadas en la Naturaleza”. Muchas tierras incrementarían su valor y volverían a ser nuevamente productivas para poder contribuir, primero desde el sector de los combustibles sin emisiones GEI, y segundo desde el incremento y la productividad del sector agrícola ganadero, a la mejora de nuestra balanza comercial.

Nuestras estimaciones indican que la Argentina tiene un potencial de emisión de bonos de carbono por año (1 bono de carbono es igual a una Tonelada de CO₂ Eq) de 131.400.000 bonos. Esta cantidad permitiría la exportación de hasta 162 mill de m³/d de gas natural con compensación de emisiones en origen.

- USO LOCAL Y EXPORTACIÓN DE GAS CON COMPENSACIÓN EN ORIGEN DE LAS EMISIONES DE CH₄ EN SU USO FINAL.

Esta propuesta está destinada al cumplimiento del Acuerdo de París a partir de la óptima utilización de los recursos y las ventajas comparativas de la Argentina. Nuestro país es el tercer país del mundo en recursos de shale gas. Al desarrollo experimentado en la formación Vaca Muerta de la Cuenca Neuquina con recursos de gas (307 TCF) equivalentes a 180 años de los valores de producción del año 2022, se le suman los avances exploratorios en la formación Palermo Aike en la Cuenca Austral. Esta cuenca posee recursos de shale gas (129,5 Tcf) equivalentes a un 42% de los de Vaca Muerta.

El primer objetivo de esta estrategia es la sustitución de los combustibles sólidos y líquidos usados actualmente, por gas natural. Los sectores relevantes para esta sustitución

son la movilidad, la generación de energía eléctrica y la producción de calor industrial. Para ello hay que alcanzar un nivel de producción doméstica de gas natural en una escala que permita explotar en forma competitiva los recursos de gas argentino. Se debe lograr que la Argentina sea exportador neto de gas con incidencia en el mercado internacional, principalmente en contra estación. La conveniencia económica de mantener el uso local y exportación resultará de lograr un elevado factor de uso a lo largo del año. Es posible la exportación de gas por ducto a países de la región y de gas natural licuado (GNL) con mayor valor comercial por entregarse, - siempre a pedido del comprador - , habiendo compensado en origen mediante SBN, el mismo volumen de emisiones de CO2 que se producirán en su uso final.

El gas natural también jugará indirectamente, al permitir la producción de energía eléctrica con equipos eficientes, un rol importante en facilitar la transición hacia la difusión masiva de la movilidad eléctrica con inversiones de menor significación.

- PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Es posible planificar y lograr mejoras de eficiencia energética para cada sector económico o cada tramo de cada cadena de valor. Esta tarea convoca ayuda técnica y financiamiento de reducido costo y a largo plazo. La Argentina lo hizo hace 12 años con el Banco Mundial a través de un crédito a fondo perdido. El préstamo cubrió el 90% de la consultoría y las mejoras de eficiencia, al 9% anual en pesos. La experiencia indica que los períodos de recuperación de las inversiones recomendadas a PyMEs no superaron los 3 años en la mayoría de los proyectos.

- EXPANSIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.

El país cuenta con recursos potenciales, aptos para producir cantidades importantes de energía solar, eólica e hidroeléctrica. Lo des-

tañable de esos recursos, en especial los dos primeros, es que su "factor de uso", y con él la productividad de las inversiones, en muchas zonas y en el país en su conjunto, es superior al promedio mundial.

En el mundo se dispone de softwares cada vez más complejos y de baterías para neutralizar las intermitencias. En caso contrario se hace necesaria generación de respaldo que las compensen, más disponibilidad de almacenamiento y redes eléctricas acordes a los niveles de transmisión máxima que por diseño y seguridad del sistema de potencia deben contemplarse. La Argentina tiene potencial para seguir este camino en forma competitiva con otras naciones. El aspecto clave a estudiar es como elevar el factor de uso que maximiza la productividad de la potencia instalada y compensa en mayor o menor medida sus externalidades.

Las centrales hidroeléctricas con capacidad de embalse constituyen una de las soluciones más eficientes para compensar intermitencias de las renovables solar y eólica. Un despacho conjunto hidro, con otro eólico o solar, permite ofertar elevados porcentajes de energía firme sin emisiones y con mayor productividad que cada una de las dos tecnologías en forma independiente.

- PRODUCCIÓN DE BIOENERGÍA MODERNA.

Partiendo de la opción por las soluciones basadas en la naturaleza (SBN), no debemos dejar de contemplar a la bioenergía en sus distintas formas. Son alternativas que aún tienen costos altos por sus características de diversificación y necesidad de tratamientos específicos (tanto de la materia prima como de los subproductos). Pero si no se las tiene en cuenta no se estaría aprovechando adecuadamente la reducción de GEI que esta forma de energía podría aportar a la matriz energética argentina.

El aprovechamiento de la materia orgánica surgida de plantas, animales y residuos para la producción de bioenergía, con captura y secuestro de carbono (BECCS), permite el

cierre del ciclo de carbono (CO₂), reduciendo su concentración en la atmósfera. Se debe tener en cuenta que algunas bioenergías pueden ser producidas en refinerías existentes, luego de un “revamping” que las haga aptas para ese nuevo uso. Se contribuiría a la reducción de las emisiones de GEI (como ejemplo, Biocombustibles para reemplazar el JP1 en la aviación).

- ENERGÍA NUCLEAR.

A partir del accidente de Fukushima, se han incrementado los requisitos de seguridad de las centrales nucleares, conduciendo a elevar los costos de construcción, instalación, puesta en marcha y disposición final del material radiactivo y del equipamiento e instalaciones contaminadas. Sin embargo, estos costos se compensan con una vida útil prolongada, por lo que su financiación con garantías adecuadas resulta una alternativa analizable.

La Argentina cuenta con una larga experiencia en centrales nucleares de potencia, (70 años de acervo científico y tecnológico y 50 de operación exitosa de centrales de potencia). Además, resulta estratégico el proyecto SMR CAREM, un reactor modular de baja potencia y la posibilidad que brinda de disponer en Argentina de una matriz energética con participación nuclear. Nuestro país ha exportado reactores de investigación y producción, compitiendo con las más prestigiosas firmas internacionales, a lo cual podría sumar la exportación del CAREM.

- PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE HIDRÓGENO.

Otra de las alternativas para la producción de energía sin emisiones es el hidrógeno, como fuente energética y como vector de almacenamiento. La obtención del hidrógeno se logra por electrólisis del agua. Las que lo hacen con fuentes de energía eléctrica limpias, sin emisión, producen hidrógeno “verde”.

La producción de hidrógeno verde en la Argentina ha despertado interés en inversores

privados del exterior debido a la abundancia de energía eólica “on shore”, de elevado factor de uso en la Patagonia argentina. Pero aún cabe resolver cuestiones relacionadas con su transporte y almacenamiento a costos razonables. Tienen hasta hoy elevados costos de producción, operación y transporte. Sin embargo, se están reduciendo por las significativas inversiones en investigación de grandes empresas de energía y de universidades

La producción de hidrógeno “azul” a partir de gas natural con captura y secuestro de carbono podría darse en Argentina por la competitividad y la disponibilidad mayores volúmenes de gas natural. Sin embargo, no tendría sentido producir hidrógeno a partir de gas natural y compensar simultáneamente con SBN las emisiones de CO₂ asignables a ese proceso. Representaría un costo adicional al de utilización del gas natural directamente en su uso final con la misma tecnología de absorción a partir de SBN, que es justamente el equivalente al costo de producir el hidrógeno. Otra opción para la obtención de hidrógeno azul, podrían ser los métodos físico - químicos de CCS (Carbon Capture and Storage) que surjan en el transcurso de esta transición y que compitan económicamente con las SBN.

- INSTITUCIONALIDAD DEL SECTOR ENERGÉTICO, COHERENTE CON LOS COMPROMISOS DE DESCARBONIZACIÓN.

Las transformaciones tecnológicas, legales e institucionales que derivarán de esta transición, requerirán una reforma de los Marcos Regulatorios del Gas Natural y de la Energía Eléctrica, que respondan a los desafíos de las nuevas tecnologías y permitan corregir errores regulatorios introducidos en las últimas dos décadas.

Ello lleva a un delicado balance en el diseño de la regulación. Debe asegurar el abastecimiento del suministro eléctrico, el cumplimiento estricto y progresivo de los objetivos de descarbonización, y un costo competitivo

de cada una de las alternativas tarifarias, — incluyendo impuestos—, que deberán enfrentar los usuarios. Además, debe dar señales que canalicen la inversión hacia los cuellos de botella del sistema actual o de los previstos a futuro, con el objetivo de que la sociedad pague el menor costo de Energía No Suministrada (ENS). El mejor ejemplo a considerar es quizás la regulación de Chile, —la Ley Corta—, que eliminó problemas similares a los existentes hoy en Argentina desde su sanción en 2005.

Las Instituciones y en especial la última de ellas que contempla el aspecto ambiental—, son claves para hacer eficiente el marco regulatorio que deberá regir hasta 2050. Será un período en el cual gran parte de las actividades que consumen energía habrán sido electrificadas.

- DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA ADICIONAL AL GAS, NC Y LA GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN.

Tanto las nuevas fuentes de generación como las crecientes demandas de energía eléctrica originadas en la electromovilidad, la calefacción, la descarbonización y los procesos industriales, requerirán la modificación de sistemas eléctricos de transmisión y distribución. La electrificación masiva conducirá a un cambio tecnológico en la distribución, la cual podría pasar a ser mayoritariamente en media tensión y con complejos controles de la operación en tiempo real por IT, tanto del lado de la oferta, —que incluirá equipos de generación distribuida—, como del lado de la demanda.

- CALIDAD INSTITUCIONAL Y FINANCIAMIENTO.

El monto de las inversiones, sus largos períodos de recuperación en un sector capital intensivo, hace imprescindible la estabilidad de las reglas de juego, tarifas razonables y la reducción del riesgo país. Debe haber previsibilidad para lograr el acceso a un costo de

capital compatible con la rentabilidad. Ésta a su vez, dependerá de los precios de la energía eléctrica, Esto tiene importancia para el logro de la estabilidad del sistema en el tiempo, pero también la tiene para contribuir al financiamiento de la transición. Se estima que requerirá en el mundo inversiones globales totales hasta el año 2050, de entre 150 a 250 Billones de dólares.

Los cálculos para la Argentina permiten estimar que, a los precios de renovación actuales y con las tasas de incremento de la demanda asociadas a la electrificación de la movilidad y la industria, (10% anual) podrían ser necesarias inversiones equivalentes a 5 puntos del Producto Bruto Interno (PBI) anuales, alrededor del 25% de la Inversión Bruta Interna de nuestro país en el año 2022. Es lo que requerirán las inversiones en renovación, expansión de la producción, transporte y distribución de gas y electricidad, y para la electrificación de las actividades. Todo ello neto de las reducciones obtenibles por incrementos de eficiencia energética.

Las inversiones pueden ser inferiores si se aprovechan inteligentemente las dos ventajas comparativas de la Argentina: la abundancia de gas y las soluciones basadas en la naturaleza para la captura y secuestro de CO₂.

Existen ya algunos mecanismos de financiamiento en el mundo, que se están potenciando después de la COP 26. Nos referimos a los bonos verdes, los bonos de carbono, fondos que financian a privados con verificación de standards de carbono, mecanismos cooperativos de mitigación.

YPF LUZ: EL DESAFÍO DE LIDERAR LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN ARGENTINA



MARIANO BOTTEGA

JEFE DE DESARROLLO DE PROYECTOS DE YPF LUZ



YPF Luz nació en 2013 con el objetivo de liderar la transición energética en el país y hoy es una de las empresas líderes en generación de energía eléctrica de Argentina.

Hace más de 9 años pusimos el foco en generar energía eléctrica rentable, eficiente y sustentable, desarrollando todo el potencial de los recursos naturales para abastecer de más y mejor energía a todo el país, acompañando la tendencia mundial de hacer una transición a energías más limpias. La apuesta a la energía eléctrica se da como un avance, como respuesta a esta tendencia.

En YPF Luz, garantizamos soluciones de generación eléctrica competitivas y adaptadas a la necesidad de cada cliente, incluyendo energía térmica eficiente, energía renovable, cogeneración y energía distribuida. Nuestros activos están estratégicamente diversificados a lo largo del país, con presencia en seis provincias: Buenos Aires, Tucumán, Chubut, Santa Cruz, Neuquén y San Juan; y próximamente la Compañía tendrá presencia en Córdoba con el desarrollo de su cuarto parque eólico.

Hoy, la Compañía, genera el 8% de la energía eléctrica del país con una capacidad instalada de 2.483 MW y 255 MW en construcción de energía renovable, abasteciendo a la industria y a los usuarios de todo el país.

EN 2022, NOS POSICIONAMOS COMO EL SEGUNDO GENERADOR DE ENERGÍAS RENOVABLES DE LA ARGENTINA Y OCUPAMOS EL QUINTO LUGAR EN EL RANKING DE LOS PRODUCTORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL MERCADO ELÉCTRICO GENERAL.

Esto fue posible gracias al alto nivel de eficiencia de nuestros parques y la disponibilidad de nuestras centrales térmicas. Con factores de carga que superaron el 60% de manera sostenida y con meses superando el 70%, el parque eólico Manantiales Behr, ubicado en Chubut, se posicionó como líder en el ranking anual de los Mejores Factores de Carga del Sistema Argentino de Interco-

nexión (SADI) elaborado por CAMMESA, con un valor de 61.9% anual.

GENERAMOS LA ENERGÍA QUE HOY ABASTECE A MÁS DE 2,8 MILLONES DE HOGARES Y A LAS PRINCIPALES EMPRESAS DEL PAÍS, DESDE 9 CENTRALES TÉRMICAS EFICIENTES Y 3 PARQUES EÓLICOS.

En materia de generación de energía térmica, nos focalizamos en incorporar activos que hagan un uso eficiente del gas, ya que es el combustible fósil con menor impacto en el medio ambiente para la generación de electricidad.

Contamos con el **Complejo de Generación Loma Campana**, ubicado en Añelo provincia de Neuquén, con una capacidad instalada de 229 MW totales. Incluye dos centrales térmicas con turbinas de gas aeroderivadas: Loma Campana I, de 107 MW de capacidad instalada, y Loma Campana II, de 105 MW. El complejo incluye además la Central Térmica Loma Campana Este, ubicada dentro del bloque de concesión de producción de petróleo y gas Loma Campana, a 18 km de Loma Campana I y II, con una capacidad instalada de 17 MW. El **Complejo La Plata Cogeneración**, ubicado en Ensenada, provincia de Buenos Aires, dentro del Complejo Industrial La Plata de YPF. Incluye la Central Térmica La Plata Cogeneración I de 128 MW de capacidad instalada, y la Central Térmica La Plata Cogeneración II de 90 MW. La **Central Térmica Manantiales Behr**, ubicada en Manantiales Behr, en el mismo nodo adonde está emplazado el Parque Eólico Manantiales Behr, que tiene una capacidad instalada de 58 MW. Y, el **Complejo de Generación Tucumán** ubicado en El Bracho, provincia de Tucumán. Está conformado por el Ciclo Combinado Tucumán, de 447 MW de capacidad instalada, por el Ciclo Combinado San Miguel de Tucumán, de 382 MW, y por la Central Térmica El Bracho, de 473 MW.

En lo que refiere a energías renovables, apostamos a su desarrollo de manera confiable,

eficiente y sustentable, con tecnología de primer nivel, para que las industrias puedan incorporar este recurso libre de emisiones de CO₂.

Actualmente, contamos con tres parques eólicos para proveer de energía renovable a las principales empresas del país. Manantiales Behr, ubicado en **Manantiales Behr**, provincia de Chubut, tiene una capacidad instalada de 99MW y cuenta con 30 aerogeneradores de 3,3 MW de potencia cada uno. **Los Teros**, ubicado en Azul, provincia de Buenos Aires, cuenta con una capacidad instalada de 175MW y 45 aerogeneradores. Por último, **Cañadón León**, está ubicado en la localidad de Cañadón Seco, Santa Cruz. Cuenta con 29 aerogeneradores de 4,23 MW cada uno y una capacidad instalada de 123MW.

Nuestro primer proyecto renovable para el 2023 es la inauguración y puesta en marcha de nuestro primer parque solar, **Zonda**. La primera etapa, estimada para el segundo trimestre del 2023, tendrá una potencia inicial de 100 MW equivalente al consumo de 88 mil hogares. El proyecto general prevé etapas posteriores denominadas Zonda II, III y Tocota, que permitirán alcanzar 500 MW de potencia instalada en AC. Estarán orientados al segmento MATER y requieren de capacidad de transporte adicional disponible.

Además, estamos avanzando en el desarrollo de nuestro cuarto parque eólico, **General Levalle**, que estará ubicado en la localidad de General Levalle, al sur de la provincia de Córdoba. Tendrá una potencia instalada de 155 MW, equivalente al consumo de más de 190.000 hogares.

La Compañía, apunta a seguir creciendo como actor principal del mercado de generación a gran escala, introduciendo nuevas tecnologías y proyectos de generación de energía eléctrica para impulsar el bienestar de las personas. En este camino, analizamos constantemente diferentes procedimientos para mejorar la eficiencia energética de nuestros activos. Por ejemplo, en nuestras centrales térmicas, evaluamos el aprovechamiento de gases de escape en las turbinas o la reduc-

ción del consumo de agua de enfriamiento mediante el empleo de nuevas tecnologías en los circuitos de refrigeración.

Estamos fuertemente comprometidos con el aporte a la diversificación de la matriz energética del país con responsabilidad y calidad, cuidando el medio ambiente y la integridad de las personas. Como compañía, participamos activamente durante nuestros proyectos en el análisis para la adecuación y actualización de las redes de transmisión del SADI en distintos niveles de tensión, con el objetivo de viabilizar el incremento de nuevos proyectos de generación renovable en la matriz energética del país. En este sentido, impulsamos, fomentamos y proponemos junto a otros actores del mercado eléctrico mayorista iniciativas para promover los cambios regulatorios necesarios que den lugar a nuevas posibilidades de ingreso al SADI para los generadores. También, motivamos la inclusión de nuevas tecnologías como, por ejemplo, el almacenamiento de energía y proyectos de producción de Hidrógeno a través de fuentes renovables. La Compañía tiene una visión clara que guía a cada una de sus operaciones: ser una de las principales compañías del sector de generación de energía eléctrica, líder en energías renovables, con estándares de seguridad, tecnología, eficiencia y calidad de referencia mundial.

Desafíos y oportunidades de las energías renovables en el país

Las energías renovables en Argentina tienen un potencial enorme para desarrollarse y lo vienen haciendo de manera sostenida en los últimos años. El país ha confirmado sus capacidades en el desarrollo de las distintas tecnologías para impulsar a la industria y los proyectos instalados vienen demostrando su gran competitividad.

El camino de la electrificación de la matriz energética es un hecho a nivel mundial y Argentina puede ocupar un lugar central. Pero, para lograrlo, debemos solucionar algunos desafíos en el mediano y corto plazo que

abarcen, principalmente, la falta de acceso a la capacidad de transporte y el financiamiento. El tema financiero podemos resolverlo en el mercado local e, incluso, internacional. El mundo está muy abierto para el desarrollo de este tipo de energías. Pero, el transporte se encuentra en un gran cuello de botella. Tenemos muy buenos recursos de sol y viento, y somos eficientes construyendo parques, pero no tenemos la infraestructura de transporte eléctrico.

Hoy en día, al momento de buscar el mejor terreno para instalar un proyecto, buscamos la disponibilidad de transporte en lugar del punto con mejores recursos. El desafío es encontrar puntos donde pueda aprovecharse realmente el recurso renovable del país, sin comprometer las redes de transmisión, manteniendo márgenes de seguridad, confiabilidad, estabilidad y eficiencia aceptables.

Otro desafío es que estas energías son intermitentes. Por lo que, hay energía solar cuando existe recurso solar y energía eólica cuando existe recurso eólico disponible. Tenemos que trabajar en la complementariedad eficiente y óptima para integrarlos. Y, sin dudas, el gas natural es el complemento justo para compensar la intermitencia con el menor impacto al medio ambiente y el mejor beneficio para el cliente.

**EN YPF LUZ COMPLEMENTAMOS
LAS ENERGÍAS RENOVABLES CON ENERGÍA
TÉRMICA, MÁS ESPECÍFICAMENTE, CON GAS
NATURAL. ESTE ES UNO DE LOS FACTORES QUE
NOS DIFERENCIAN, YA QUE SUMINISTRAMOS
AL SISTEMA UN COMPLEMENTO DE ENERGÍAS
FIRMES Y SUSTENTABLES.**

A través de los sistemas de energía híbrida podemos generar electricidad a partir de dos o más fuentes, compartiendo un mismo punto de conexión. Un caso de éxito de este sistema es el Complejo Híbrido Manantiales Behr, ubicado en Chubut, que genera energía eléctrica complementando el gas natural con

el viento. De este modo, el complejo de generación híbrida puede producir la energía eólica cuando existe recurso eólico y de la central térmica cuando el tiempo no acompaña, garantizando así un suministro más estable, constante y eficiente en la zona. Esta combinación de gas natural y viento es una de las más eficientes técnica y económicamente que existen hoy en el mundo, permitiendo hacer sustentable el camino a la transición energética.

Sin dudas, el gas es el combustible de la transición. Es el hidrocarburo más limpio, ya que contamina cuatro veces menos que cualquier otro. Además, es una energía despachable: la podemos usar cuando la necesitamos, es el recurso ideal para complementar a las energías renovables.

El crecimiento de la industria nos obliga a proponer una oferta cada vez más económica y sustentable, con el menor impacto posible en el medio ambiente. Esto genera una gran oportunidad para el sector, ya que, el mundo ha comenzado a producir y consumir con mayor conciencia y reclamando cada vez menos emisiones. Esta tendencia favorece a nuestro país porque tiene el recurso y necesita convertirlo en valor para poder ser un vector de descarbonización regional y colaborar en ese proceso a nivel mundial. Inyectar más energía renovable nos permite reemplazar la generación térmica y liberar gas natural para exportar. Esto se traduce en mayor competitividad y generación de valor sobre los recursos que muchos países necesitan y nosotros podemos ofrecer.

En conclusión, la transición energética ya es protagonista en la agenda global. El mundo está demandando commodities verdes, sin huella de carbono, y nos exige que nos adaptemos con urgencia. Esto hace que sea cada vez más necesario que trabajemos en la diversificación de la matriz energética para garantizar el suministro de energía en el largo plazo en forma segura, eficiente y a bajo costo.

TRANSICIÓN ENERGÉTICA: UNA OPORTUNIDAD PARA EL DESARROLLO INCLUSIVO Y SOCIAL



ING. JUAN CARLOS BLANCO
PRESIDENTE DE EDESUR



La transición energética está en boca de todos. Hablar de descarbonización y de la migración hacia matrices energéticas verdes sería la solución ideal para atacar los problemas ambientales que hoy enfrenta nuestra sociedad. Con mayor o menor profundidad, con mayor o menor énfasis, es innegable que la gran mayoría de los actores involucrados con esta temática coinciden en implementar este tipo de acciones. La lucha contra el cambio climático, y sus posibilidades de éxito, dependen en gran medida de cómo se encare este proceso.

Sin embargo, el camino hacia la descarbonización no es solamente técnico o ambiental y no es la única herramienta. La transición energética puede ser también una enorme oportunidad para combatir los problemas sociales que existen en nuestro país y a nivel global. El camino de la transición no debe entenderse exclusivamente con escenarios matemáticos, sino que debe contemplar escenarios sociales.

Entender y encarar los procesos de transición en su totalidad, incorporando en ellos los aspectos sociales como la generación del empleo, las mejoras en la infraestructura urbana y la reducción del costo de vida, permitirá tener una mirada más amplia e integral que seguramente traerá consigo mejores condiciones de vida para nuestra gente.

La electrificación como el camino hacia la descarbonización

La descarbonización como eje fundamental de la lucha contra el cambio climático tiene su principal impacto en la electrificación. Pensar una economía descarbonizada es pensar una economía altamente electrificada. En la actualidad nos encontramos en un momento histórico, donde el desarrollo humano y la prosperidad han alcanzado niveles impensados hasta hace un par de centenas de años.

Dicho estado de desarrollo se da simultá-

neamente en un contexto de crecimiento de la población mundial, mejora de su calidad de vida y creciente progreso de la intensidad energética.

Si tomamos la definición de intensidad energética como la relación entre el consumo de energía primaria en kilogramos de petróleo equivalente y el producto interno bruto medido en dólares constantes observamos que en las últimas dos décadas se produce una mejora sostenida de aproximadamente el 2,1% promedio anual para ubicarse en 0,111 koe/\$15p (kilogramos de petróleo equivalente por PBI en dólares 2015) en el año 2021.

Es claro que nos encontramos en un crecimiento virtuoso, donde la riqueza mundial y la mejora de la vida de la población crece constantemente con emisiones per cápita acotadas y controladas. Destacándose como excepcional el período inmediatamente posterior a la caída del muro de Berlín en el cual el incremento del intercambio internacional actuó positivamente al difundir las mejores prácticas y tecnologías a todos los rincones del mundo.

La reducción de emisiones de CO₂ que se observa a lo largo de los años es fruto de dos efectos que tienen un elemento en común. El primero es el notable avance de la calidad de vida de las sociedades gracias a la electrificación y que trae consigo la mejora en las conductas ambientales, y el segundo, es el reemplazo de fuentes primarias de energía a base de carbono por electricidad producida por fuentes menos contaminantes como el gas natural o bien, directamente mediante fuentes renovables de electricidad con muy bajas o nulas emisiones de carbono.

Por lo tanto, la electricidad ha sido, es y será, la protagonista del progreso desde la segunda revolución industrial. Ella, junto con la innovación tecnológica, han permitido a la humanidad rediseñar su realidad y ampliar sus expectativas de cara al futuro.

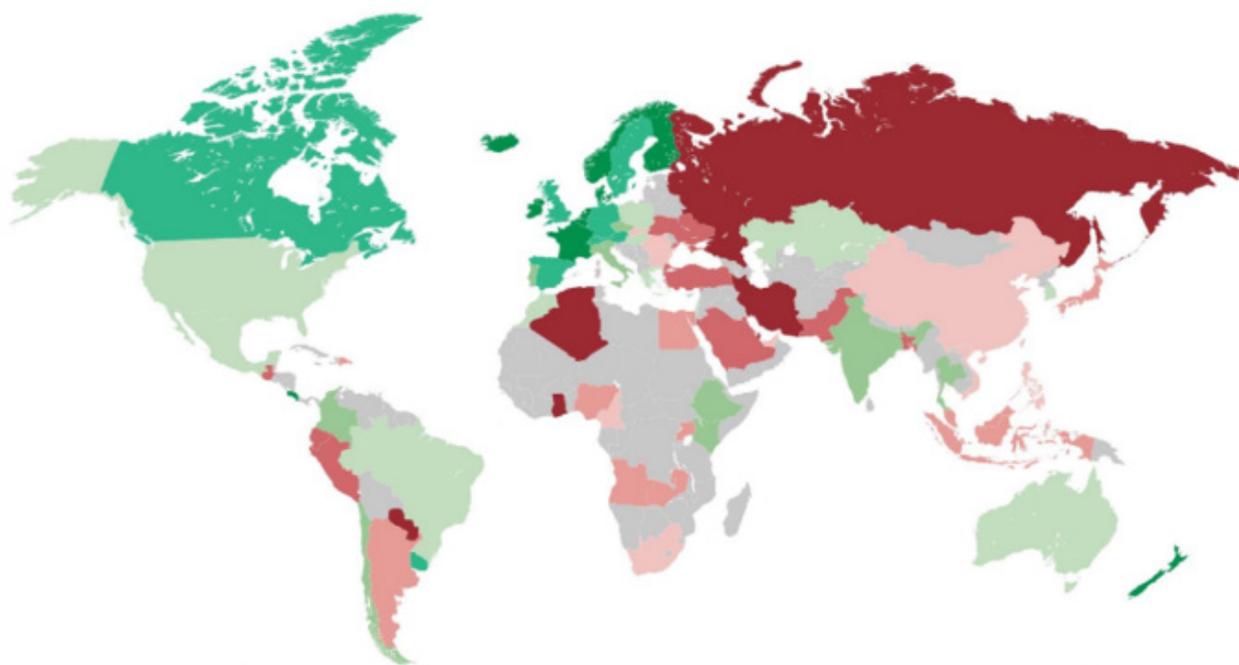
En este sentido el consumo de energía eléctrica posee una alta correlación con el crecimiento económico y éste ha sido vital para el gran desarrollo económico experimentado por Asia en las últimas décadas.

Por esta razón, no es factible limitar su consumo, se debe trabajar en mejorar la eficiencia y sostenibilidad de su generación y transporte, minimizando pérdidas y evitando el desperdicio en las etapas finales de consumo.

La electricidad es la piedra angular de este fenómeno de transición, y su potenciación a través de su difusión y mediante la innovación que permita fuentes y consumos más eficientes, lo que garantiza que sea justa y equitativa.

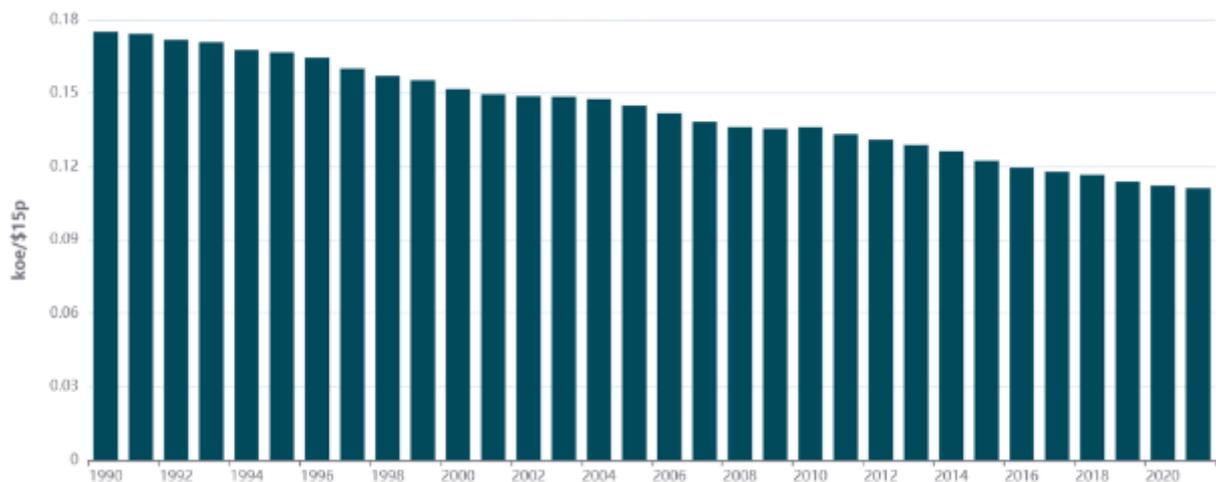
Adicionalmente, la evidencia empírica muestra que las sociedades a medida que comienzan a satisfacer sus necesidades básicas, por un lado demandan mayor energía, sobre todo eléctrica, y por el otro comienzan a adoptar comportamientos que muestran mayor conciencia ambiental y conductas más sustentables para el mediano y largo plazo.

En la industria y especialmente en la ganadería y agricultura se requiere adoptar modos de producción cada vez más sustentables, que permitan reducir el nivel de emisiones. En este sentido, la incorporación de generación eólica o solar distribuida que permita la expansión del riego, y de esta forma mejorar los rendimientos de los cultivos, permitirá tanto incrementar la producción como la frontera



Fuente: MIT Technology Review Insights, The Green Future Index, 2022

Ambición Climática
Bajo Alto



<https://datos.enerdata.net/energia-total/intensidad-energetica-pib-datos.html>

agrícola sin incrementar las emisiones, juntamente con el aprovechamiento energético de las importantes cantidades de biomasa por dichas actividades.

Por su parte, la sociedad argentina es consciente de que el debate sobre la transición hacia una economía sostenible basada en la electrificación y en tecnologías con bajas emisiones en carbono es un tema de especial relevancia por su innegable impacto en la sostenibilidad ambiental y económica.

El rol de la Argentina en la Transición Energética

Nuestro país cuenta con recursos naturales críticos para la transición energética. Posee excelentes factores de viento en la Patagonia, radiación solar en el norte argentino, reservas de gas para la transición mundial y recursos minerales, como el litio y el cobre, que deberán ser potenciados y desarrollados en un modo sostenible. Además, la posición geográfica del país permite ampliar y maximizar intercambios energéticos.

De esta forma, para lograr los objetivos de sostenibilidad ambiental y económica, resulta fundamental expandir la presencia de la electricidad, promoviendo la electrificación; abaratar su costo de manera sostenible, in-

corporando innovaciones y promoviendo una mayor participación de fuentes renovables de bajo costo; y finalmente el uso eficiente y cuidado de esta energía adoptando nuevas conductas y tecnologías de alta eficiencia.

Si bien Argentina contribuye con algo más del 0,5% de las emisiones globales de carbono, resulta importante destacar que a diferencia de otros países no ha mejorado su Intensidad de Emisión de CO₂ en los últimos 10 años. Esto en un contexto de baja productividad relativa de la economía con grandes posibilidades de desarrollo eléctrico y de aplicación de innovación y eficiencias futuras.

En números, durante el año 2021 Argentina emitió 368 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂), de las cuales 193 millones provinieron de usos energéticos y los 175 millones restantes correspondieron a otros usos no energéticos.

Es importante crear ciertas condiciones a nivel político, económico, legislativo y regulatorio que favorezcan y permitan la implementación de los diversos procesos que implica encaminarse hacia una transición energética justa y que se mantengan en el largo plazo. Listar debajo estas recomendaciones es simplemente una excusa para abrir un debate que debe dar nuestra sociedad en su totalidad, considerando, que este camino no es ex-

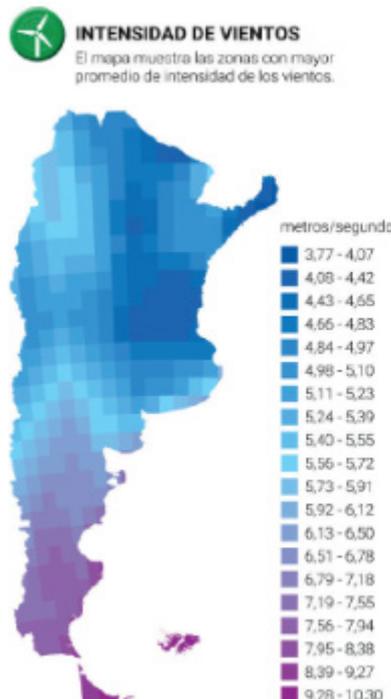
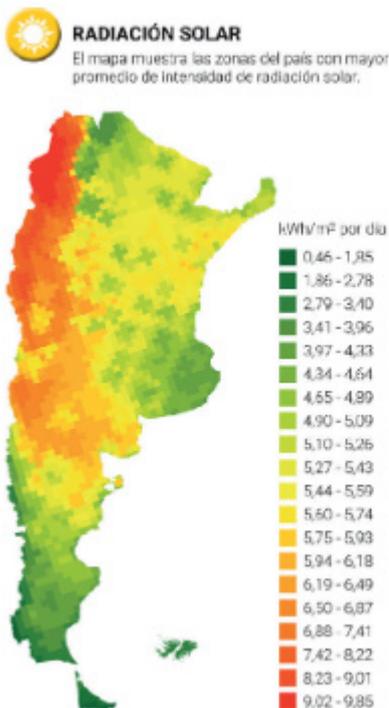
clusivo de los sectores más duros o técnicos, sino que es una responsabilidad de todos los actores que participan en la economía de nuestro país.

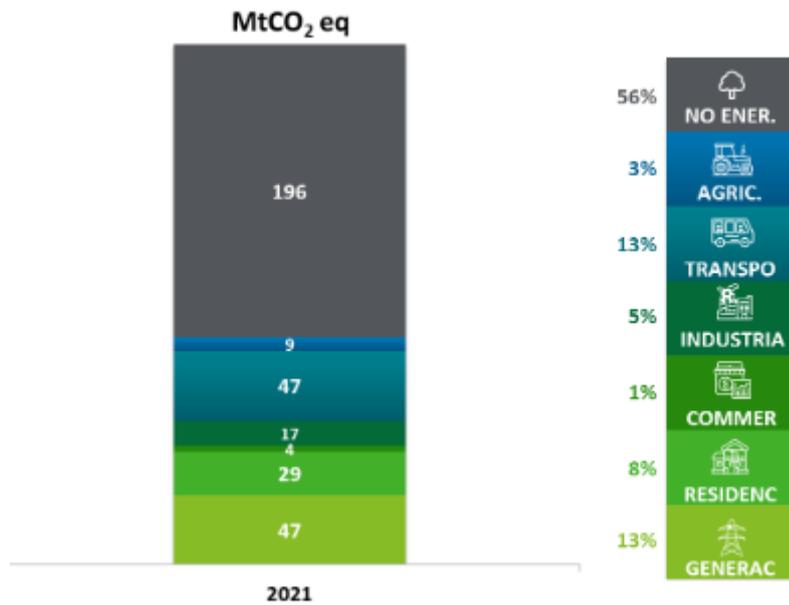
Recomendaciones para una transición ordenada

- Contar con el diseño de una política energética de largo plazo enfocada en el desarrollo sostenible del País y las oportunidades que ofrece la Transición Energética.
- Establecer a la Eficiencia Energética como una política de Estado, para lo cual se promueva la sanción de una Ley de Eficiencia Energética integral en el corto plazo.
- Promover la infraestructura de transporte eléctrico necesaria para aprovechar los recursos disponibles, priorizando la integración regional.
- Impulsar un rol activo de los usuarios a través de la digitalización de las redes, que permita medir y gestionar el consumo de energía priorizando la instalación de medición inteligente, actualizando los valores de remuneración de estos servicios.
- Potenciar los beneficios de la energía distri-

buida logrando la instrumentación completa de los beneficios previstos y una normalización de los precios de energía.

- Acelerar el desarrollo de una matriz de generación eléctrica libre de emisiones, incluyendo los proyectos multipropósito tales como generación y riego, a través de una planificación de largo plazo.
- Impulsar las opciones de almacenamiento de energía como soporte del desarrollo de las energías renovables, la mejora de la calidad de servicio y reducción de costos.
- Mantener la autonomía tecnológica en materia nuclear, continuando con el desarrollo del CAREM.
- Fomentar la movilidad sostenible en el transporte ligero.
- Desarrollar Vaca Muerta como oportunidad para contribuir a la descarbonización de las economías regionales y mundiales.
- Establecer una estrategia para el desarrollo de medición inteligente y transporte eléctrico.
- Impulsar la reducción de emisiones no energéticas y la economía circular en todos los sectores como acelerador transversal.
- Promover el desarrollo de los minerales vinculados a la Transición Energética.





- Crear puestos de trabajo calificados, necesarios para acompañar los procesos aquí listados.

En conclusión, Argentina se beneficiará al sumarse a la transición global que apunta hacia la electrificación del consumo final de la energía y el desarrollo de energía generada a partir de fuentes renovables. En consecuencia, la transición energética es una oportunidad que, con las normas adecuadas, se traducirá en un incremento de inversiones, generación de empleo, garantizará la tecnología para la protección y competitividad de la industria argentina y desarrollará los recursos naturales con los que el país cuenta.

La transición implicará cambios estructurales con un fuerte impacto sobre determinadas regiones. Para no dejar a nadie atrás, dicha transición debe ser justa. Por eso es importante preparar y adaptar a nuestras industrias ante las barreras para-arancelarias que ha comenzado a implementar Europa, permitiéndoles así formar parte de las nuevas cadenas de producción abastecidas de energía limpia; movilizar nuestros recursos naturales, que el mundo necesita, aprovechando nuestras ventajas competitivas que contribuyen a la descarbonización mundial. Este proceso puede crear empleo sostenible para aproximadamente 3,6 millones de personas, mejorando la calidad de vida de cada

uno de los argentinos, con desarrollo económico del país.

Adicionalmente, la transición energética supone una gran oportunidad, debido a que la misma no sólo implica incorporar nueva generación, sino que también requerirá de la duplicación o triplicación de los actuales sistemas de transporte y distribución de electricidad. Obras que por sus características demandarán la contratación de una importante cantidad de personal, convirtiéndose así en una fuente dinamizadora del empleo.

Los compromisos ambientales asumidos por nuestro país, junto con los problemas sociales que nuestra población atraviesa, deberían ser argumentos suficientes para avanzar en una impostergable transición energética justa, resiliente y equitativa.

Puede conocer todas las Hojas de Ruta para la Transición Energética realizados en Latinoamérica por el Grupo Enel, accediendo a ellos a través de este QR:



ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

República Argentina



La **ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA (ANI)** es una institución técnico-científica establecida como entidad civil sin fines de lucro, dedicada a contribuir al desarrollo y progreso del país, en todo lo que concierne al estudio, aplicación y difusión de las disciplinas de la Ingeniería.

La ANI junto a otras 30 academias de ingeniería o ciencias tecnológicas, una por país, integra el **CONSEJO DE ACADEMIAS DE INGENIERÍA Y CIENCIAS TECNOLÓGICAS (CAETS)**. Se trata de una organización internacional independiente, no política y no gubernamental, en el que se crea un espacio para la consideración de asuntos relacionados con la tecnología, de trascendencia global.

Con el propósito ampliar y extender el tratamiento de temas relevantes del país y de la comunidad, la Academia Nacional de Ingeniería creó cinco Institutos integrados por académicos y miembros no académicos, profesionales de la ingeniería como de otras profesiones, todos ellos destacados en la temática específica del instituto al que pertenecen. En los Institutos se han desarrollado importantes informes a los que se puede acceder a través de la página <https://acading.org.ar>



INSTITUTO DE
ENERGÍA



INSTITUTO DE
CONSTRUCCIONES
Y ESTRUCTURAS



INSTITUTO DEL
TRANSPORTE



INSTITUTO DEL
AMBIENTE



INSTITUTO DE
EDUCACIÓN EN
LA INGENIERÍA

ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

Av. Pte. Manuel Quintana 585, 3° Piso – C1129ABB - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina

E-mail: acading@gmail.com ; acading.arg@gmail.com <http://www.acading.org.ar>

ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

República Argentina



PREMIOS que otorga la institución

La **ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA** ha creado nueve premios para reconocer la importancia de la innovación y la trayectoria, promoviendo la cultura del esfuerzo puesto al servicio de la obtención de la excelencia.

PREMIO

Academia Nacional de Ingeniería - "Ing. Arturo J. Bignoli"

BIENAL

De consagración, distingue a ingenieros cuya actividad haya significado un aporte de excepcional mérito para el progreso del país y para la posición internacional de la Argentina

PREMIO

"Ing. Luis A. Huergo"

BIENAL

Premia una publicación que signifique un evidente aporte para la ingeniería argentina

PREMIO

"Ing. Enrique Butty"

BIENAL

Distingue a quien se haya destacado por su labor, en aspectos de Ingeniería Civil

CONVOCATORIA ABIERTA 2023

CONVOCATORIA ABIERTA 2023

PREMIO

"Ing. Eduardo E. Baglietto"

BIENAL

Distingue al mejor trabajo desarrollado en el campo de la Geodesia o Geofísica, publicado o presentado en una reunión técnica de elevada jerarquía por un ingeniero, licenciado o agrimensor argentino

PREMIO

"Ing. Luis V. Migone"

TRIENAL

De consagración, distingue a un ingeniero o arquitecto egresado de una universidad argentina cuya actividad haya significado un aporte de extraordinaria relevancia en el campo de la vivienda o el urbanismo

PREMIO

"Ing. Gerardo M. Lassalle"

BIENAL

Reconoce la labor profesional desarrollada en el país de un ingeniero que se haya destacado en la gestión de unidades industriales, la innovación tecnológica y el desarrollo de los recursos humanos

PREMIO

"Ing. Antonio Marín"

ANUAL

Sirve de estímulo a un joven ingeniero argentino por nacimiento o adopción con domicilio permanente en el país, egresado de una universidad argentina

PREMIO

"Ing. Isidoro Marín"

ANUAL

Busca evidenciar públicamente a quienes se hayan destacado por su capacidad y dedicación al estudio durante su carrera universitaria, alcanzando un nivel sobresaliente de capacitación científico-técnica

PREMIO

"ANI-Comunicación Innovaciones de Alto Potencial"

ANUAL

Orientado a fomentar que los científicos ingenieros y tecnólogos del mundo transmitan al público en forma eficaz, sencilla y atractiva, poniendo el foco principal en el fomento de las expectativas profesionales de los jóvenes y estudiantes

CONVOCATORIA ABIERTA 2023

CONVOCATORIA ABIERTA 2023

CONVOCATORIA ABIERTA 2023

ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

Av. Pte. Manuel Quintana 585, 3° Piso – C1129ABB - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina

E-mail: acading@gmail.com ; acading.org@gmail.com <http://www.acading.org.ar>

CAETS ENERGY REPORT 2022: TOWARDS LOW-GHG EMISSIONS FROM ENERGY USE IN SELECTED SECTORS — EXECUTIVE SUMMARY

- ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA
- CAETS (INTERNATIONAL COUNCIL OF ACADEMIES
OF ENGINEERING & TECHNOLOGICAL SCIENCES)



CAETS

International Council of
Academies of Engineering
& Technological Sciences

La Academia Nacional de Ingeniería es una de las 31 Academias que integran el Consejo Internacional de Academias de Ingeniería y Ciencias Tecnológicas (CAETS). Funcionan en el CAETS cinco comités técnicos: Comunicaciones; Energía; Educación; Diversidad e Inclusión y Desarrollo Sustentable, los cuales han producido importantes documentos e investigaciones

El Comité de Energía ha publicado recientemente el informe: “Hacia bajas emisiones de GEI a partir del uso de energía en sectores seleccionados”, en el que se exploran las tecnologías ya existentes en las que se puede actuar de inmediato para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Fueron seleccionados siete sectores claves: Alimentos y Agricultura, Edificios y Ciudades Inteligentes, Petróleo y Gas, Químicos, Cemento, Hierro y Acero, y Tecnologías de la Información y la Comunicación, los cuales representaron en el año 2019 el 73% de las emisiones de CO₂ de la industria y alrededor del 60% de las emisiones mundiales de metano.

El rápido despliegue de tecnologías ya existentes conduciría por sí solo a profundas reducciones de emisiones antes del año 2040, que es el marco de tiempo principal del informe. Sin embargo, incluso si se implementan rápidamente, estas tecnologías no son suficientes para alcanzar los objetivos de cero emisiones netas para mediados de siglo. Las emisiones de GEI siguen creciendo en muchos países y en todo el mundo. Por lo tanto, el informe también destaca las necesidades de investigación y desarrollo de tecnologías nuevas o mejoradas y demostraciones industriales para las tecnologías casi listas (RD&D).

El documento “CAETS Energy Report 2022: TOWARDS LOW-GHG EMISSIONS FROM ENERGY USE IN SELECTED SECTORS” y su resumen ejecutivo, se encuentran en la página de la Academia Nacional de Ingeniería, pudiendo acceder a ellos a través del link: <https://acading.org.ar/caets-energy-report-2022/>

A continuación, se presenta la traducción del Resumen Ejecutivo de dicho Informe:

INTRODUCCIÓN

El Comité de Energía del Consejo Internacional de Academias de Ingeniería y Ciencias Tecnológicas (CAETS) se ha encargado de revisar las tecnologías existentes que se pueden utilizar de inmediato para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en siete sectores clave: alimentación y agricultura, edificios y Ciudades Inteligentes, Petróleo y Gas, Química, Cemento, Siderurgia, Tecnologías de la Información y la Comunicación. Algunas de nuestras conclusiones podrían aplicarse también a otros sectores como el aluminio.

El despliegue de estas tecnologías conduciría a una profunda reducción de las emisiones antes de 2040, lo que explica por qué el marco de tiempo principal del informe es 2020-2040. Sin embargo, estas tecnologías no son suficientes para cumplir con los objetivos de cero emisiones netas para mediados de siglo. Por lo tanto, el informe también destaca las necesidades de investigación y desarrollo de tecnologías nuevas o mejoradas y demostraciones de tecnologías casi listas (RD&D).

Si bien existen muchas tecnologías rentables de mitigación de GEI, las emisiones de GEI siguen aumentando en muchos países y en todo el mundo. De hecho, quedan muchos obstáculos. El propósito de este informe no es analizarlos todos. Sin lugar a dudas, los temas sociales y económicos son críticos para la implementación global del Acuerdo de la COP21 de París y posteriores reuniones de la COP. Estos temas incluyen: los impactos del crecimiento de la población mundial, las mejoras en la calidad de vida en los países y regiones menos favorecidas, las decisiones tomadas por los líderes políticos e industriales, etc., y son aspectos importantes. Sin embargo, no están dentro del alcance de este informe que es técnico y tiene como objetivo destacar las tecnologías adecuadas para reducir las emisiones de GEI, sus ventajas y limitaciones, y describir las barreras técnicas, económicas y culturales que puedan existir. El Informe ofrece información, conclusiones

y recomendaciones que deberían ser útiles para los líderes de la industria, los gobiernos, las organizaciones profesionales (especialmente de ingeniería), organismos no gubernamentales y los ciudadanos. El informe pretende aportar claridad sobre los temas complejos de nuestro tema: qué es posible para los próximos 20 años, dónde están las dificultades en los diferentes sectores y cómo superarlas.

AUTORES Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

Las Academias de Tecnología e Ingeniería miembros de CAETS tienen tres características principales: (1) sus miembros provienen de la mayoría de los sectores de actividad, principalmente de la industria y la academia; (2) son colectivamente independientes y neutrales, sin abogar a priori por ninguna tecnología o sector; (3) sus informes están basados en evidencia y son el resultado de intercambios basados en hechos y en su diversidad de experiencia. De hecho, CAETS, con sus diferentes Academias Miembro de varios países, refleja esta diversidad. Están permitiendo un enfoque internacional ilustrado por los numerosos estudios de casos y ejemplos reproducidos en este informe elaborado por más de 60 académicos y algunos expertos externos de más de 20 países.

Dado el tiempo (15 meses) y los recursos disponibles para la elaboración de este informe, hemos buscado sectores con niveles de emisión sustanciales y donde la diversidad de nuestros miembros activos podría hacer la mayor contribución. En 2019, los siete sectores seleccionados representaron el 73% de las emisiones de CO₂ de la industria (ver Capítulo 0, Fig. 0.2.) y alrededor del 60% de las emisiones de metano a nivel mundial. No seleccionamos la generación de electricidad ya que este tema fue ampliamente cubierto por informes anteriores, ni el sector del transporte que podría ser objeto de un estudio futuro por sí solo.

En este informe, cada uno de los sectores mencionados es objeto de un capítulo preparado por un subgrupo de trabajo y discu-

tido por el Comité en su conjunto. Cada capítulo fue analizado por revisores externos e internos. Los capítulos no pretenden ser exhaustivos, pero presentan los elementos principales, vistos por los participantes, y se acompañan de ejemplos tomados de diferentes países. Durante nuestras reuniones, realizadas de forma remota a través de teleconferencias, surgieron mensajes clave y recomendaciones de nuestras discusiones, a menudo animadas. ¡No son necesariamente originales o nuevos, pero deberían, sin embargo, ser muy útiles para poder implementarlos!

CAPÍTULO 0: ESCENARIO

Este capítulo contiene propuestas que son ampliamente aplicables a todos los sectores. Presenta el papel central de la electricidad baja en carbono para lograr reducciones de emisiones en los sectores considerados. La electricidad y el calor se definen como bajos en carbono si se producen con un contenido medio de CO₂ inferior a 50 g por kWh durante el ciclo de vida de la instalación. Por lo tanto, la electricidad baja en carbono se produce principalmente mediante energía hidráulica, solar, eólica y nuclear.

Como muestran los diferentes capítulos del informe, la reducción de las emisiones de GEI, especialmente de CO₂, se consigue en muchos casos mediante la electrificación de la totalidad o parte de la energía utilizada, ya sea para calentar y cocinar el hogar o para procesos industriales. El nivel de dicha reducción depende del mix eléctrico, lo que demuestra la importancia de descarbonizar la producción de electricidad. Dicho enfoque no debe pasar por alto el calor con bajas emisiones de carbono, incluido el uso térmico directo de la radiación solar, ni las redes de calor que utilizan fuentes con bajas emisiones de carbono (por ejemplo, residuos, biomasa) o el calor residual de la industria. Finalmente, se muestra que algunos procesos industriales no pueden electrificarse completamente, como la producción de cemento. El uso de hidrógeno, si se produce con electricidad baja

en carbono, puede ser parte de la solución, pero debe producirse a un costo asequible.

Otro enfoque es capturar el CO₂ que se produce en los sitios industriales y usarlo o almacenarlo bajo tierra (Carbon Capture Utilization and Storage, CCUS). Algunos proyectos industriales piloto ya están en funcionamiento. El sistema utilizado para la captura debe adaptarse al proceso industrial en cuestión, como la quema de carbón para producir electricidad o el hierro, el calentamiento de los materiales necesarios para preparar el cemento. Muchos proyectos y programas piloto están actualmente en funcionamiento y son planificados en todo el mundo. Las soluciones para el uso de CO₂ parecen ser muy limitadas, mientras que para el almacenamiento ya son técnicamente significativas. Los costos adicionales y los aspectos sociales son preocupaciones reales, pero el uso de captura y almacenamiento de carbono (CCS) sin duda será necesario para alcanzar el "net-zero" a mediados de siglo.

Las mejoras en la eficiencia energética consisten en utilizar menos energía para calentar, mover, deformar, romper, transformar, etc. Esto casi siempre es beneficioso, aunque los efectos de rebote global pueden reducir o anular la reducción de GEI lograda. Sin embargo, mejorar la eficiencia de un sistema que usa combustibles fósiles puede ser más costoso y generar mayores emisiones que reemplazar el sistema por otro que use electricidad baja en carbono. En otras palabras, anteponer la eficiencia energética no es sinónimo de anteponer las bajas emisiones: este es uno de los mensajes clave de este capítulo inicial, ilustrando la importancia de utilizar los indicadores correctos al definir las políticas energéticas.

Otro mensaje clave de este capítulo introductorio es la necesidad de que se promulguen políticas integrales y coherentes con mayor rapidez y que se implementen a menor costo. Los ejemplos incluyen promover la sustitución de calderas de gas por bombas de calor eléctricas en los hogares. Las bombas de calor deben estar disponibles donde se necesiten, en cantidades suficientes y a cos-

tos aceptables, los instaladores deben estar calificados y ampliamente disponibles, y un modelo económico (que incluiría costos de adquisición, costos de operación, posibles ayudas a la inversión, etc.) vinculado a las tarifas de la electricidad propuestas. Se deben adaptar las normas de construcción y se deben desarrollar campañas de información pública apropiadas. Para una política de nueva vivienda, también es necesario prever la formación de arquitectos, ingenieros, proyectistas y promotores inmobiliarios. Dichos programas globales, que involucran a millones de actores y partes interesadas, requieren políticas claras, comprensibles y estables para una implementación generalizada.

Esto destaca el problema de reducir rápidamente las emisiones mientras los plazos difieren, ya que la vida útil de los diferentes sistemas tecnológicos varía significativamente. Por ejemplo, el plazo habitual para cambiar un móvil es de unos 2 a 3 años, mientras que podría ser de 15 años para una caldera, de 30 a 100 años o más para un edificio y de 20 a 50 años para muchas fábricas. La evaluación integral del ciclo de vida (LCA) ayuda a evaluar preguntas tales como si extender la vida útil de un electrodoméstico existente versus reemplazar el electrodoméstico lo antes posible por otro que emita menos puede reducir las emisiones totales.

Este capítulo introductorio también aborda el efecto rebote, el reciclaje, el papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones, y la educación y la formación, que juegan un papel fundamental en el desarrollo de todos los ámbitos de la actividad humana. Por último, este capítulo se complementa con un Anexo sobre tres fuertes palancas para la reducción de emisiones: las bombas de calor, que aún no son muy conocidas; análisis del ciclo de vida, que no se utilizan adecuadamente; e hidrógeno, cuyo potencial a menudo se subestima o se sobreestima.

CAPÍTULO 1: ALIMENTACIÓN Y AGRICULTURA (FAS-FOOD AND AGRICULTURE SYSTEMS)

Este capítulo describe cómo el FAS ha pa-

sado por profundas transformaciones para alimentar al mundo, lo que ha generado preocupaciones de sustentabilidad que llaman nuevamente a una transformación profunda reconociendo el cambio climático, los conflictos, las interrupciones y las guerras que impactan globalmente al FAS. Dado que el FAS es responsable del 25 al 33% de las emisiones de GEI (según la definición), la reducción de sus emisiones de GEI es un elemento esencial de la transformación del FAS pero no es el único; implica compensaciones entre objetivos de sostenibilidad divergentes y a través de varias escalas de tiempo y espacio, y exige fortalecer la capacidad para abordar tales compensaciones a través de pruebas y mecanismos de arbitraje.

La ciencia y la tecnología han sido claves para generar la transformación pasada de los sistemas alimentarios y lo seguirán siendo. ¡Sin embargo, la innovación no siempre contribuye al desarrollo sostenible! Al mismo tiempo, en muchos países, actualmente existe un llamado para reducir significativamente el consumo de alimentos de origen animal, especialmente entre las generaciones más jóvenes, para una dieta más saludable con menos carne. Sigue habiendo mucha controversia, por ejemplo, con respecto a la movilización de tecnologías disruptivas (como alimentos proteicos alternativos, alimentos impresos en 3D, acuicultura/sistemas acua-pónicos e invernaderos avanzados que incluyen granjas verticales) debido a prácticas locales tradicionales arraigadas desde hace mucho tiempo, por un lado, y la preocupación por la creciente concentración en un sector agroalimentario industrializado, por otro.

El capítulo describe vías para reducir las emisiones de dos GEI importantes producidos por el FAS: metano del ganado rumiante y del cultivo de arroz, y CO₂ a lo largo de la cadena de suministro desde la granja hasta la mesa, especialmente a través de la eficiencia energética y la electrificación. El capítulo insiste en la importancia de evaluar la contribución potencial de cada tecnología específica teniendo en cuenta los contextos locales, ecológicos, económicos y sociales y la forma en

que la tecnología se puede aplicar en la práctica. Se desarrollan algunos ejemplos para ilustrar esta necesidad: 'agricultura digital', que involucra sensores avanzados, inteligencia artificial, integración de datos, big data, drones, robots y tecnologías de seguimiento. También se describe el papel potencial de la biotecnología y la nanotecnología para reducir las emisiones de GEI en el FAS, la co-ubicación de paneles solares fotovoltaicos ('agrovoltaicos') y turbinas eólicas con actividades agrícolas, y el uso de biomasa para la producción de energía. Se hace una fuerte recomendación de usar bioenergía solo en situaciones en las que no compita con la producción de alimentos.

El capítulo sugiere desarrollar una base de datos ampliada y un análisis de las diferentes tecnologías y sus usos locales. Insiste en la necesidad de desarrollar una fuerte inversión en investigación y especialización, no solo para el desarrollo de tecnologías sino también, como ocurre en otros sectores, pero especialmente para FAS, para su adaptación a los contextos locales con el fin de lograr mejoras reales. y para la evaluación de su huella. Finalmente, el FAS como sistema de sistemas requiere el diseño y la aceptación de una serie de enfoques diferentes, valorando la evidencia científica tanto como sea posible.

CAPÍTULO 2: EDIFICIOS Y CIUDADES INTELIGENTES

Al igual que el capítulo anterior sobre el FAS, este capítulo trata de un sector de alta emisión (alrededor del 37% de las emisiones mundiales de CO₂ en 2019), donde las condiciones locales son muy importantes. La descarbonización aborda los edificios residenciales y no residenciales, incluida la construcción y operación de edificios nuevos y la operación de edificios existentes. Debido a su vida útil, la rehabilitación de edificios existentes juega un papel importante. Además de la calidad energética del edificio y del equipamiento utilizado, el comportamiento de los ocupantes tiene una gran in-

fluencia en el consumo de energía.

Para diseñar edificios bajos en carbono y bajo consumo energético, el Comité recomienda un principio de jerarquía energética: primero, elegir materiales y fuentes de energía bajos en carbono y segundo, aplicar el equipo más eficiente (teniendo en cuenta su asequibilidad). Aplicar este principio a la rehabilitación para reducir las emisiones de la manera más asequible, requiere evaluar el nivel correcto de aislamiento y la implementación de un sistema de calefacción bajo en carbono.

Cada vez se instalan más paneles fotovoltaicos (PV) o solares térmicos. Para los edificios en los que la autogeneración de energía no es una opción o es insuficiente, como suele ser el caso en las ciudades, la electricidad de la red baja en carbono sigue siendo la solución de descarbonización más eficiente. Esto se aplica en particular a las 4 necesidades básicas de consumo de energía: calentar, enfriar, calentar agua y cocinar. Para cada uno, el capítulo recomienda soluciones.

Dos puntos importantes deben mencionarse aquí: (a) la creciente importancia de la refrigeración ya que más de la mitad de la población mundial vive en países que requieren refrigeración espacial y porque el cambio climático está aumentando la necesidad de refrigeración; (b) hoy en día, en muchos países emergentes, la quema de biomasa en estufas de cocina peligrosas y de baja eficiencia todavía está en uso y debe ser reemplazada por aparatos más eficientes.

El aumento de la electrificación plantea la cuestión de la flexibilidad en el consumo de electricidad, que se refiere a su capacidad de ser interrumpible y ajustable, p. cambiar el uso de un calentador de agua o una lavadora a momentos en que hay mucha (o barata) electricidad, por ejemplo, en medio de un día soleado cuando la energía fotovoltaica está generando mucha electricidad. La flexibilidad tendrá un papel creciente en lo que se refiere a la inserción de renovables intermitentes.

Otro aspecto es la descarbonización de los sistemas de suministro de energía urbana, incluidos no solo los sistemas de calefacción urbana sino también, y cada vez más, los sis-

temas de refrigeración urbana. La dificultad permanente para equiparar la necesidad de calor y su producción sugiere desarrollar el almacenamiento de calor entre estaciones, una opción poco utilizada en la actualidad. Esto conduce a una breve presentación sobre ciudades inteligentes, principalmente sobre las necesidades energéticas de los edificios. No discutimos otros aspectos de las ciudades inteligentes, como la gestión general de la energía, el transporte, el suministro de agua y la atención médica.

El camino hacia un parque sostenible de edificios debe ser facilitado por un paquete de políticas integradas adaptadas a las condiciones locales. Además, se necesitan esfuerzos adicionales en educación y capacitación. Se presentan estudios de casos, uno sobre la descarbonización de un barrio marginal en Buenos Aires y dos sobre redes de calefacción urbana en China.

CAPÍTULO 3: PETRÓLEO Y GAS

En primer lugar, este capítulo nos recuerda que el mundo todavía depende en gran medida de los combustibles fósiles. En 2019, las fuentes de energía fósil proporcionaron más del 84 % de la demanda mundial de energía primaria, y el petróleo y el gas natural representan más del 57% del total mundial. El uso de petróleo crudo y gas natural ha ido en aumento en todo el mundo, especialmente en los países menos desarrollados, y probablemente seguirá haciéndolo en el futuro cercano a mediano plazo, que es el tema central de este informe. Independientemente de las necesidades futuras de petróleo y gas con fines energéticos, es probable que aumenten los usos no energéticos, especialmente para la industria química.

Por esta razón, es importante examinar si la industria del petróleo y el gas puede reducir sus emisiones de GEI en todas las fases de producción, transporte, refinación y distribución de petróleo y gas. En 2019, mientras que el 76% de las emisiones de petróleo y gas se produjeron por su consumo por parte de los usuarios finales, el 24% provino de los proce-

sos de la industria del petróleo y el gas. Este 24% representó alrededor del 8% de las emisiones de GEI a nivel mundial, es decir, alrededor de 2,65 GtCO₂ y 2,5 GtCO_{2e} del metano (CH₄).

Las inversiones acumuladas actuales en la industria del petróleo y el gas ascienden a billones de dólares y las instalaciones tienen una vida útil de décadas. La mayoría de estas instalaciones tienden a estar altamente optimizadas para los tipos de petróleo y gas que reciben y los productos que requieren sus mercados. Esto hace que sea un desafío aplicar cambios importantes a escala global y a un ritmo rápido. No obstante, la futura industria del petróleo y el gas será significativamente diferente de la actual.

El Comité recomienda un fuerte énfasis en la reducción de la quema de metano y las emisiones fugitivas en todas las fases de producción, transporte y refinación/procesamiento de petróleo y gas. Las tecnologías para reducir las emisiones/fugas de metano están disponibles y muchas ya son rentables. La AIE estima que el 45% de las emisiones se pueden reducir sin costo alguno con los precios de la gasolina de 2021.

La industria del petróleo y el gas utiliza el petróleo y el gas como fuentes de energía para sus propias necesidades, en particular, para producir calor. El Comité recomienda explorar el aumento de la electrificación de la industria del petróleo y el gas para sustituir el calentamiento y enfriamiento directos de las corrientes de proceso. Para lograr esto, los operadores de instalaciones de petróleo y gas deben considerar cambiar a opciones eléctricas cuando sea factible y donde sea probable que tengan un impacto positivo en la reducción de las emisiones de GEI. Además, se sugiere explorar pasos adicionales para reducir las emisiones de CO₂ de los sectores de exploración y producción a través de la reducción de la quema y la implementación de medidas de eficiencia, mejora y nuevas tecnologías.

El capítulo también destaca otros dos puntos importantes: 1) la necesidad de un mayor énfasis en el uso y la mejora de los LCA (mo-

delos de evaluación del ciclo de vida) en las industrias del petróleo y el gas, y 2) la evaluación y el desarrollo continuos del potencial de las oportunidades de CCUS. para operaciones de petróleo y gas.

CAPÍTULO 4: INDUSTRIA QUÍMICA

En primer lugar, el capítulo destaca que la mayoría de los miles de productos químicos existentes se fabrican con Sustancias químicas “primarias” obtenidas mediante el uso (y no mediante la combustión) de materias primas producidas por la industria del petróleo y el gas. El capítulo se centra en el análisis de las emisiones de GEI resultantes de la producción de los cuatro productos primarios de mayor tonelaje (etileno, propileno, amoníaco y metanol), reconociendo que las emisiones adicionales resultan de sus productos derivados.

Dado que la producción de estos productos químicos implica específicamente altos requisitos de energía, el sector químico fue responsable en 2019 del 15 % de las emisiones totales de GEI (8,4 GtCO₂) del sector industrial en general. con 5% de este total, el amoníaco es el mayor contribuyente de todos los productos químicos. Durante los próximos 20 a 30 años, el crecimiento económico y demográfico seguirá tirando de la demanda, como en los últimos 20 años. En consecuencia, es imperativo reducir las emisiones de GEI en el sector. Es importante tener en cuenta que tales emisiones pueden provenir no solo de la fuente de energía utilizada para los procesos de producción, sino también de las propias reacciones químicas.

Como una industria particularmente compleja, integrada, intensiva en capital y habilidades, con muchos activos duraderos, el sector químico enfrenta enormes desafíos en la transición a cero emisiones netas de carbono. No existe una solución única o simple disponible en la actualidad para descarbonizar la industria química, pero, sin embargo, existen vías importantes que pueden guiar a la industria de inmediato hacia sus objetivos de descarbonización. Entre esas vías, el Co-

mité recomienda la reutilización de productos (principalmente plásticos), el reciclaje de otros materiales basados en carbono y la reducción del consumo específico de fertilizantes nitrogenados aumentando la eficiencia de aplicación.

Otras acciones recomendadas incluyen la electrificación del calentamiento de procesos con electricidad baja en carbono, en particular en el craqueo al vapor (“steam cracking”), para reemplazar el carbón y el gas natural, que se utilizan actualmente. Además, se recomienda modificar los procesos químicos para reducir sustancialmente las emisiones, si no completamente, aumentando, por ejemplo, el uso de etano en la producción de etileno, o reemplazando el carbón con gas natural en la producción de metanol. En cuanto a la síntesis de amoníaco, que utiliza hidrógeno, la recomendación es desarrollar la producción de hidrógeno bajo en carbono a gran escala mediante electrólisis usando electricidad baja en carbono; alternativamente, si el hidrógeno se produce a partir de combustibles fósiles, tiene que ser con CCUS. Se requerirá CCUS no solo para la producción de hidrógeno, sino también para otras instalaciones productoras de productos químicos para cumplir con los objetivos de descarbonización de 2050.

Debido a las muchas conexiones de la industria química con toda la economía, desde sus materias primas hasta sus productos, se recomienda utilizar sistemáticamente el Análisis del Ciclo de Vida de los productos químicos a nivel mundial.

CAPÍTULO 5: CEMENTO

El cemento es muy utilizado en el sector de la construcción (edificios, puentes, presas, etc.). En sí misma, su producción es un proceso altamente intensivo en energía y, con mucho, la fase más emisora de CO₂ de la industria del cemento, desde las materias primas hasta los materiales de construcción listos para usar, como por ejemplo el hormigón. Por ello, el capítulo de cemento se centra en su producción.

Como primer paso, el capítulo presenta la correlación general entre el crecimiento del PIB y la demanda de cemento en diferentes países y concluye que el crecimiento de la demanda será impulsado principalmente por los países en desarrollo. Esto se aplicará en particular en áreas tales como infraestructura y bienes raíces. En 2019, la industria cementera mundial fue responsable de alrededor del 7 % de las emisiones globales de carbono (alrededor de 2,5 GtCO₂). Por lo tanto, es uno de los mayores emisores de CO₂. Por lo tanto, su descarbonización es crucial. El cemento es un material versátil y duradero que se produce principalmente con recursos locales fácilmente disponibles, como piedra caliza, arcilla y marga. Alrededor del 50% de las emisiones de CO₂ de la producción de cemento se deben a la calcinación, la reacción química que libera CO₂ de la piedra caliza y produce el 'clinker', la base del cemento. Alrededor del 40% de las emisiones se deben a la quema de combustibles fósiles utilizados para alcanzar los 1 450°C que requiere la calcinación.

A nivel mundial, el carbón representa el 70% de las emisiones de los combustibles fósiles utilizados para la calcinación, que es el proceso central y de mayor demanda energética. Se pueden utilizar y se describen combustibles alternativos tales como residuos industriales que contienen carbono o biocombustibles. También se recomienda el uso de hidrógeno bajo en carbono, si está disponible. Además, se recomienda aumentar la eficiencia energética y proceder a la electrificación donde sea posible, así como aumentar la recuperación de calor, que aún no está muy extendida. Modificando la composición de las materias primas básicas, reemplazando por ejemplo algunas calizas con cenizas volantes, etc., se pueden reducir las emisiones de CO₂. Esto puede modificar las propiedades del cemento resultante, positiva o negativamente, permitiendo el desarrollo de nuevos tipos de cemento para diferentes propósitos. Sin embargo, esto no resolverá por completo el problema de las emisiones de CO₂. Por lo

tanto, se necesitará CCUS, aunque todavía no es una tecnología completamente probada para el cemento y aumentará el costo del cemento.

Las soluciones y políticas existentes para la producción de cemento en diferentes países se describen y completan con cinco estudios de caso de India, Noruega, Bélgica, Canadá y China. Se recomiendan políticas públicas claras, estables y holísticas, así como incentivos que promuevan la reducción de las emisiones de CO₂. Se fomenta el despliegue a gran escala de soluciones ya maduras. El Comité insta a una estrecha colaboración entre la industria cementera y otras industrias para beneficiarse del aprovechamiento de diferentes residuos, elementos no reciclados, escorias granuladas de altos hornos siderúrgicos, etc. ya sea como sustitutos de combustibles o materias primas alternativas.

El Comité destaca la importancia de los esfuerzos de I+D para reducir aún más la huella de GEI de la fabricación de cemento y fomenta el desarrollo y la demostración industrial de tecnologías relacionadas. También se fomenta la exploración en el área de CCUS y mineralización de CO₂ en algunas formaciones rocosas, con el fin de obtener formas asequibles de alcanzar una descarbonización profunda.

CAPÍTULO 6: SIDERURGIA

Al igual que para el cemento, se espera que la demanda de acero aumente a medida que crece la población mundial y las naciones de todo el mundo buscan mejorar sus estándares de vida: el acero es un material necesario y difícil de reemplazar en una amplia gama de aplicaciones.

La reducción química del mineral de hierro requiere mucha energía. Así, la producción de acero, que es hierro con no más de un 2% de carbono y algunos aditivos para ajustar sus propiedades, es por naturaleza intensiva en energía. El primer paso del proceso, que requiere la mayor cantidad de energía, es obtener hierro a partir de óxido de hierro, el

segundo es transformar el hierro en acero. Cuando se usa chatarra como materia prima, no se necesita el primer paso: ¡esto demuestra el mérito del reciclaje!

El carbón es la fuente de energía dominante en los procesos de producción más frecuentes, la ruta 'BF-BOF' (Alto Horno / Horno de Oxígeno Básico), que en 2020 proporcionó el 73% de la producción mundial de acero. Una segunda ruta utilizada es la ruta 'EAF' (Electric Arc Furnace), que emplea tanto chatarra como hierro de reducción directa (DRI) usando gas. La ruta EAF, utilizando electricidad, representa el 26% de la producción mundial de acero. En consecuencia, en 2020, las emisiones de la industria siderúrgica fueron del orden de 2,6 Gt de CO₂, lo que representa alrededor de 8% de las emisiones antropogénicas globales de CO₂.

Teniendo en cuenta la urgencia de la reducción de las emisiones de CO₂ y la vida útil de muchas instalaciones existentes, el Comité recomienda implementar todas las reducciones posibles y económicamente asequibles, incluso marginales, de las emisiones de CO₂ para las plantas siderúrgicas existentes mediante el aumento de la eficiencia energética, la utilización de energías residuales, la electrificación parcial para calefacción, uso de biomasa, mejor control, etc.

Para eliminar el CO₂ del proceso, aunque no existe un único escenario final, la reducción directa de mineral de hierro (DRI) utilizando hidrógeno bajo en carbono, seguido de Horno de Arco Eléctrico (EAF), parece ser una de las opciones más viables y de larga duración. solución a largo plazo para lograr una producción de acero neutral en carbono. Varios procesos están en desarrollo y a escala piloto: su viabilidad económica seguramente se probará antes de 2030. La disponibilidad y el costo de este hidrógeno bajo en carbono y electricidad baja en carbono serán clave para la implementación masiva de estos procesos.

El capítulo contiene estudios de casos que describen proyectos piloto de diferentes países (y fabricantes de acero), incluidos China,

Corea, Japón, Suecia, Finlandia, Estados Unidos de América, Francia y Alemania.

Vale la pena mencionar que CCS en combinación con la producción de acero aún no se ha probado a escala industrial. Esto podría cambiar durante esta década con varios proyectos en diferentes etapas de implementación en diferentes países.

Al necesitar menos energía para producir acero "nuevo", se espera que la utilización de chatarra ferrosa aumente gradualmente. El Comité recomienda continuar expandiendo el uso de chatarra de acero, incluso si no habrá suficiente chatarra disponible para reemplazar el mineral de hierro. Podría facilitarse mediante la adopción de normas y especificaciones comunes, pero también mediante el desarrollo y la implementación de nuevas tecnologías de procesamiento de chatarra para mejorar la eliminación de impurezas.

La producción de acero tiene el potencial de convertirse en baja en carbono en el futuro. Sin embargo, como concluye el capítulo, aún quedan muchos desafíos: la escala y la eficiencia, la disponibilidad de hidrógeno y electricidad con bajas emisiones de carbono, las necesidades de inversión, los activos bloqueados y el retorno del capital, las aprobaciones de los reguladores y los legisladores, la escasez de habilidades, etc. Se recomienda incentivar los proyectos piloto, simplificar y acelerar los procedimientos de autorización y garantizar la competencia al compartir experiencias.

CAPÍTULO 7: TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y LAS TELECOMUNICACIONES (ICT)

En primer lugar, el capítulo describe la situación actual de este sector industrial. Por un lado, las TIC son cada vez más ubicuas, consumen cada vez más energía e inducen cada vez más emisiones. Por otro lado, las TIC contribuyen al desarrollo humano y muchas otras actividades mientras, en algunos casos, reducen el consumo de energía y las emisiones de GEI en otros dominios. Un ejemplo sorprendente, presenciado durante

el período de COVID-19, es el desarrollo de videoconferencias para sustituir los viajes y la movilidad humana. De hecho, es un dilema de política pública promover simultáneamente la expansión de las instalaciones de TIC y la reducción de las emisiones de GEI. Otro mensaje importante del capítulo es que los datos sobre el impacto de las TIC en términos de consumo y emisión de energía son en gran medida imprecisos y deficientes.

Los sistemas TIC (laptops, servidores, enrutadores de red, sistemas de transmisión inalámbrica, etc.) consumen electricidad, la mayoría de ellos las 24 horas del día. La fabricación de los dispositivos requiere electricidad y/o energía no solo en el proceso de fabricación sino también en la extracción/producción de los minerales y productos requeridos, y esto generalmente no se tiene en cuenta en las estimaciones de consumo. El consumo mundial de electricidad del sector de las TIC en 2019 se estimó en 2 000 TWh (8,5 % del consumo total de electricidad), lo que corresponde a alrededor del 3 % de las emisiones de CO₂, la mitad de las cuales corresponden a la fabricación. Este consumo ha ido en constante aumento, incluso aunque la eficiencia energética de los equipos TIC, medida en bits por Wh, ha ido en aumento: ahora podemos almacenar, procesar y transmitir muchos más datos por la misma unidad de energía. Sin embargo, los nuevos desarrollos como la inteligencia artificial (IA), 5G y las criptomonedas claramente conducirán a mayores aumentos en el uso de electricidad y las emisiones de CO₂.

El capítulo no analiza la fabricación/desmantelamiento, pero se centra en los puntos operativos de las TIC. Uno de ellos es el consumo de centros de datos y, en ese sentido, se presenta el caso de estudio de Irlanda que describe las consecuencias de haber atraído simultáneamente numerosos centros de datos y desarrollado electricidad intermitente. Siendo los Centros de Datos el centro de las cuestiones relacionadas con el consumo eléctrico de las TIC, la primera recomendación es continuar mejorando su eficiencia

a través de medidas y prácticas de gestión efectivas. La segunda recomendación se relaciona con el aumento significativo en el consumo de energía asociado con la expansión de 5G y sugiere iniciativas para reducir dicho consumo. La tercera recomendación se refiere a los próximos desarrollos de sistemas de TIC, ya que un número cada vez mayor de pequeños centros de datos constituirán el llamado sistema "perimetral": evaluar los impactos de las opciones arquitectónicas en el consumo de electricidad y las emisiones de CO₂ para estos nuevos despliegues aún necesita más investigación.

La recomendación final del capítulo aborda la falta de datos fiables proponiendo el desarrollo de métricas y estudios sistemáticos sobre el consumo de energía y las emisiones en el sector TIC. Una vez recopilados, estos datos también deben estar ampliamente disponibles.

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES

Las Conclusiones nos recuerdan a todos, la urgencia de actuar sin más vacilaciones, y por ello abogan por el despliegue masivo y rápido de las tecnologías disponibles descritas en los diferentes capítulos. No se trata solo de invertir dinero para transformar los diferentes sectores, sino también de invertir en personas y experiencia, mediante el desarrollo de visiones holísticas. Muchas dificultades e intereses en conflicto, así como prioridades en conflicto entre los objetivos sostenibles, se interponen en el camino de una rápida implementación de estas recomendaciones.

Nosotros, los miembros del Comité de Energía de CAETS, estamos profundamente convencidos de que estas dificultades son superables y existen posibilidades de actuar de manera mucho más rápida, inclusiva y eficiente a través de enfoques globales integrales para reducir las emisiones de GEI, y esto es lo que pide el informe. Esperamos que los mensajes clave del Capítulo 0 y los mensajes y recomendaciones de los siete capítulos

contribuyan efectivamente a reducir las emisiones de GEI. También estamos convencidos de que nuestras respectivas Academias, así como el CAETS en su conjunto, podrían involucrarse mejor y movilizarse más activamente para asesorar a los responsables políticos y líderes de la industria a fin de alcanzar los objetivos 2030-2050 sobre emisiones de GEI.

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES



ING. ANDREA HEINS

PRESIDENTE DE CACME

(COMITÉ ARGENTINO DEL CONSEJO MUNDIAL DE LA ENERGÍA)

EX SUBSECRETARIA DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA NACIÓN.

CONSULTORA INTERNACIONAL EN EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DESARROLLO SOSTENIBLE.

CON LA COLABORACIÓN DE **energy**CONSILIUM



CONTEXTO Y OPORTUNIDADES

El consumo de energía es la principal fuente de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel global, como consecuencia del uso de combustibles fósiles.

Si nos enfocamos en las edificaciones y las energías asociadas, ellas son responsables del 32% del consumo de energía mundial y un cuarto de las emisiones de CO₂, existiendo una enorme oportunidad, muy poco aprovechada, de crear comunidades más sostenibles a través de la eficiencia energética. La mejora de la eficiencia energética de los edificios puede contribuir a reducir las emisiones globales del sector en más de un 80% respecto de un escenario tendencial para el 2050.

Edificios más eficientes pueden generar beneficios económicos, reducir el impacto ambiental, mejorar la calidad de vida de las personas y la productividad de las ciudades. La eficiencia energética en edificaciones no solo reducirá los costos de energía, sino que permitirá crear puestos de trabajo y activar las economías regionales.

La Agencia Internacional de Energía (IEA) lo estableció como una de sus recomendaciones dentro de los paquetes de estímulo para la recuperación económica post pandemia SARS-CoV-2². En dicho estudio, la IEA sugiere que alrededor del 60% del gasto en mejoras de la eficiencia energética de los hogares se destina a la mano de obra, lo que genera un fuerte crecimiento del empleo. Los programas impulsados por el sector público centrados en los hogares y en ciertos tipos de edificios relativamente normalizados, como viviendas sociales, hospitales, edificios de oficinas y escuelas, han demostrado su eficacia para generar importantes beneficios económicos.

Las posibilidades de *retrofit*³ pueden desarrollarse a partir de programas ya existentes que se potencien o nuevas iniciativas. Por ejemplo, en los Estados Unidos se destinaron más de 11.000 millones de dólares en fondos de

estímulo a programas de mejora de edificios entre 2009 y 2011, dirigidos a sectores específicos, como los hogares, las empresas, los edificios gubernamentales y otras instalaciones públicas (por ejemplo, escuelas y hospitales), estos programas permitieron ahorrar 2 dólares en costos de energía por cada dólar invertido en lograrlo y, como resultado, se crearon más de 200.000 puestos de trabajo en todo el país.

En el estudio del *World Resources Institute (WRI), Accelerating building efficiency, Eight Actions for Urban Leaders*⁴, se menciona que un aumento del 27% en la eficiencia energética en Europa para 2030 -en comparación con los niveles de 2005- daría lugar a 2 millones de nuevos empleos.

De acuerdo con un informe de la Alianza Global para las Edificaciones y Construcciones, la IEA, y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP)⁵, además de generar entornos más saludables, más resilientes y productivos, la descarbonización del sector de la construcción presenta una oportunidad de negocio en Latinoamérica y el Caribe (LAC) con un valor estimado de aproximadamente 4 billones de dólares para 2030. El logro de estos resultados requerirá de un ritmo y escala de implementación que no podrá alcanzarse si no existe una mayor colaboración entre los encargados de la formulación de políticas en todos los niveles jurisdiccionales, así como con los planificadores urbanos, arquitectos, promotores inmobiliarios, inversores, empresas de construcción y empresas de servicios públicos.

Los países de la región se enfrentan a desafíos como la expansión de las zonas urbanas, la deficiencia de infraestructura pública, el crecimiento de asentamientos informales y el alto porcentaje de la población que vive en viviendas inadecuadas, situadas en zonas vulnerables⁶. Esto se ve agravado por los altos niveles de informalidad en el sector de la construcción, siendo la autoconstrucción una práctica común.

² IEA (2020), Energy efficiency and economic stimulus, IEA, Paris <https://www.iea.org/articles/energy-efficiency-and-economic-stimulus>

³ Se utiliza el término "retrofit" para indicar aquellas mejoras de eficiencia energética en edificaciones existentes.

⁴ <https://publications.wri.org/buildingefficiency/#a1>

⁵ <https://www.iea.org/reports/globalabc-regional-roadmap-for-buildings-and-construction-in-latin-america-2020-2050>

⁶ The World Bank (2014b). Population Living in Slums (<https://data.worldbank.org/indicator/EN.POP.SLUM.UR.ZS?view=map>)

Los edificios eficientes pueden ayudar a aumentar el acceso a la energía y reducir la pobreza energética de los ciudadanos de bajos ingresos, lo que impacta en una mejora de la salud, la productividad y el confort. Los habitantes de viviendas con eficiencia energética gastan menos dinero en iluminación, calefacción o refrigeración, lo que se traduce en un mayor poder adquisitivo para la compra de alimentos y otros artículos esenciales; esto, a su vez, son mayores recursos que se vuelcan a las economías locales. Las mejoras en salud, producto de una menor exposición a condiciones de bajas temperaturas y humedad extremas, reducen la ausencia laboral y la deserción escolar. En todos los aspectos, ambientales, sociales, y económicos, se genera un círculo virtuoso contribuyendo positivamente a varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

SITUACIÓN EN ARGENTINA

En Argentina el consumo de energía representa el 53% de las emisiones de GEI. Si nos enfocamos en las edificaciones y la energía asociada a ellas, solo el sector residencial representa el 28,6% del consumo final de energía y es responsable del 12% de las emisiones nacionales de GEI (7,7% por la quema de combustibles fósiles en el sitio y 4,3% por generación de electricidad para el sector residencial)⁷.

El territorio nacional se caracteriza por su diverso clima y se lo puede dividir en 6 zonas climáticas⁸, pasando por cálido en el norte, templado en la zona centro, y frío con fuertes vientos en la zona sur. Este clima variado presenta la necesidad de aplicar distintas estrategias de construcción para cada zona climática. Durante los meses de invierno en la zona centro y sur se detectan picos de consumo de energía debido al uso de calefacción, y durante los meses de verano estos picos se encuentran en la zona centro y norte

debido al uso de refrigeración, poniendo en evidencia la incidencia que tienen las temperaturas extremas en la demanda energética en las edificaciones. Esta diversidad climática nos obliga a plantear diferentes estrategias de eficiencia energética en función de la ubicación geográfica de los edificios bajo análisis, y también en función de la tipología de construcción.

En particular, los hogares de bajo nivel socio económico están más expuestos a las adversidades climáticas debido a la deficiencia en la calidad de construcción. Esto genera que no lleguen a cumplir con el estándar mínimo de confort en el interior de su vivienda (temperatura interior de 20°C en invierno y 26°C en verano, de acuerdo a la Norma IRAM 11.900), y demanden alto consumo de energía para asegurar condiciones mínimas de bienestar, a la vez que producen altos niveles relativos de emisiones de GEI.

De acuerdo con los datos del censo nacional del año 2010, se detectó un déficit habitacional de 1.822.729 que representa al 16,1% del parque total de viviendas. Este déficit, consta de dos aspectos: uno cuantitativo y otro cualitativo. El déficit cuantitativo es del 4,1% del parque total, y se define por la relación numérica entre viviendas y hogares, y por la residencia en viviendas de tipo irrecuperable⁹. La solución para reducir o eliminar este déficit consiste en la construcción de nuevas viviendas, a través de diferentes programas sociales. Las iniciativas de vivienda social realizadas con fondos públicos deberían incorporar criterios de eficiencia energética desde el diseño, tanto para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y reducir el impacto de los gastos en energía sobre sus economías domésticas, como para aliviar los fondos públicos que probablemente deban ser destinados a cubrir parte de la tarifa social de estos sectores. Con este foco, en el año 2019 la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, en conjunto con la Secretaría de

⁷Inventario Nacional de GEI, 2016. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

⁸Determinadas en la norma de alcance nacional IRAM 11603.

⁹<https://atlasid.planificacion.gob.ar/indicador.aspx?id=58>

Vivienda y la Secretaría de Energía, desarrollaron un [Manual de Vivienda Sustentable](#) en el que se dan los lineamientos y documentación técnica de apoyo a los Institutos Provinciales de Vivienda para la construcción y uso sustentable de barrios y viviendas a desarrollar en el marco del Plan Nacional de Vivienda. El manual incluye una herramienta de autoevaluación que sirve como guía de referencia para identificar los aspectos medibles de los proyectos, y contiene los indicadores que se utilizarán para evaluar los proyectos a presentar. El Manual también está dirigido a arquitectos e ingenieros del ámbito privado que deseen incorporar la variable sustentable en sus proyectos.

Por otro lado, el déficit habitacional cualitativo “Muestra la situación de hogares que habitan en viviendas deficitarias; es decir, aquellas cuyas condiciones de estado y localización requieren reparaciones o se encuentran incompletas. Es un indicador complejo de las condiciones habitacionales, que alerta sobre un tipo de insuficiencia que se puede atenuar dinamizando y mejorando el parque habitacional urbano existente. Considerar el déficit habitacional cualitativo aporta a la definición de Políticas Públicas que faciliten, entre otras cosas, el acceso al crédito promoviendo intervenciones para mejorar las condiciones de las unidades existentes¹⁰”; de acuerdo a la definición dada en el Atlas ID (herramienta desarrollada por el Ministerio de Planificación en el año 2016, que permite visibilizar los fenómenos y procesos de desarrollo que caracterizan al territorio argentino, mediante indicadores adecuados a cada temática objeto de observación).

Al año 2010, el déficit cualitativo involucraba el 12% del parque total de viviendas del país. Parte de este déficit cualitativo está asociado a falta de aislación y alta demanda energética para alcanzar el confort térmico en meses de verano e invierno en el interior de las viviendas. Implementar un programa de *retrofit*

para estos sectores permitiría reducir el consumo de energía a la vez que se mejorarían las condiciones de confort de sus habitantes y se capturarían todos los beneficios sociales, ambientales y económicos descriptos anteriormente.

De todas maneras, la oportunidad de mejora de eficiencia energética atraviesa todos los sectores socio económicos y los potenciales beneficios, también. Seguramente el enfoque y abordaje de los programas deberán adecuarse para cada segmento, y dependiendo si se trata de construcción nueva, cuyos requisitos están definidos por los códigos de construcción locales, o de construcción existente lo cual requiere iniciativas de *retrofit* más complejas

Existen a la fecha, algunos antecedentes que sirven de base para la futura implementación de un programa de *retrofit* en Argentina. Desde el año 2016, se lleva adelante el *Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas*¹¹, que tiene como objetivo introducir la Etiqueta de Eficiencia Energética como un instrumento que brinde información a los usuarios acerca de las prestaciones energéticas de una vivienda y constituya una herramienta de decisión adicional a la hora de realizar una operación inmobiliaria, evaluar un nuevo proyecto o realizar intervenciones en viviendas existentes. En el largo plazo, este instrumento generará un sello distintivo que tiene incidencia en el valor de mercado de un inmueble, promoviendo la inversión, el desarrollo y el trabajo local. Hasta la fecha, se han realizado 7 pilotos de etiquetado de eficiencia energética en edificaciones destinadas a viviendas, en varias ciudades a lo largo de todo el país¹²; alcanzando más de 1600 viviendas y realizando 14 cursos de capacitación para la formación de 675 profesionales.

La Provincia de Santa Fe, en el año 2019, sancionó la Ley 13.903 de *Etiquetado de Eficiencia Energética de Inmuebles* destinados a viviendas¹³, mediante la cual establece un ré-

¹⁰ <https://www.cuatropuntos.com/atlas.aspx>

¹¹ <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-edificaciones/etiquetado-de-viviendas>

¹² Rosario, Santa Fe, San Carlos de Bariloche, Mendoza - Godoy Cruz, San Miguel de Tucumán - Tafí del Valle, Salta y CABA.

¹³ <https://www.santafe.gob.ar/ms/eficienciaenergetica/wp-content/uploads/sites/25/2019/11/Ley-13903.pdf>

gimen de etiquetado de eficiencia energética de viviendas, define la metodología utilizar, el proceso y la obligatoriedad de la misma en las operaciones de venta de inmuebles. Esta fue la primera reglamentación a nivel país de esta temática, luego seguida por otras provincias y municipios, con distintos niveles de exigencias e implementación, pero con el denominador común de poner el tema en la agenda pública.

El pasado 6 de enero de 2023 la Secretaría de Energía formalizó mediante la Resolución 5/2023¹⁴ la creación del *Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas (PRONEV)*, con el objetivo general de “implementar un sistema de etiquetado de eficiencia energética de vivienda unificado para todo el territorio nacional, que permita clasificarlas según su grado de eficiencia en el requerimiento global de energía primaria, mediante una etiqueta de eficiencia energética”.

Existen, a su vez, varios proyectos de Ley Nacional¹⁵ y Provinciales que tienen por objeto implementar la certificación de sustentabilidad de edificios, establecer la obligatoriedad del etiquetado de eficiencia energética, con distintos matices que van desde medidas voluntarias hasta obligatorias, para obras de construcción nuevas e inmuebles existentes, que se vendan o alquilen, así como generar conciencia y capacidades sobre el potencial existente y promover el desarrollo de un mercado asociado al tema.

En 2020 la Ciudad Autónoma de Buenos Aires decidió desarrollar una estrategia de retrofit residencial. Con el apoyo económico de C40, en el marco del Climate Action Planning Programme (CAP Programme), concretó la elaboración de la estrategia a través de la consultoría “Desarrollo de una Estrategia de Retrofit Residencial para la Ciudad de Buenos Aires”. Al día de la fecha esta estrategia no ha sido iniciada.

BARRERAS, IMPULSORES E INSTRUMENTOS

Como se mencionó más arriba, existe una gran oportunidad de mejora que aún no está totalmente aprovechada, debido a que existen diversas barreras que explican la relativamente lenta tasa de adopción de esas tecnologías en los países de la región y limitan la capitalización de los múltiples beneficios que trae aparejado un programa masivo de *retrofit* en edificaciones. Las barreras varían de un país a otro, dependiendo de varios factores, pero, en términos generales para LAC, son las que se describen a continuación.

Barreras políticas e institucionales:

- Los decisores políticos, las instituciones financieras y los inversores en los países de la región suelen tener dificultades para evaluar la conveniencia, la factibilidad técnica, la viabilidad económica y el riesgo asociado a proyectos de retrofit, con un grado suficiente de confianza. Por ende, tienden a mostrarse renuentes a priorizarlos a la hora de incluirlos en un portafolio de proyectos, de aprobar un crédito con ese destino o de tomar decisiones de inversión.
- La falta de continuidad de las instituciones involucradas en la promoción y desarrollo de la eficiencia energética tiende a resultar en la pérdida de personal con experiencia; a lo que se suma en algunos casos la escasa influencia relativa a nivel institucional del área encargada de promover estas políticas.
- Limitada implementación de políticas orientadas a reducir el uso y consumo de energía en edificios, en general se encuentran en etapa piloto.
- Desde el punto de vista institucional, la temática implica un abordaje transversal que involucra distintas áreas de gobierno de distintas jurisdicciones (nacional, provincial y

¹⁴ <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/resaltaranexos/375000-379999/377958/norma.htm>

¹⁵ <https://www4.hcdn.gob.ar/dependencias/dsecretaria/Periodo2022/PDF2022/TP2022/0083-D-2022.pdf> - <https://www.senado.gob.ar/parlamentario/comisiones/verExp/889.20/S/PL>

municipal), lo que genera dificultades de implementación.

Barreras económica y financieras:

- El éxito de los programas de retrofit en el sector residencial depende en gran medida de la existencia de financiamiento nacional o internacional, de manera que permita introducir instrumentos financieros innovadores para fomentar este tipo de iniciativas. El sector público no siempre cuenta con los recursos necesarios para ello, especialmente en países en vías de desarrollo.
- En varios de los países de la región, la elevada dependencia productiva y fiscal de los principales sectores emisores de GEI, se ha traducido en políticas de fijación de precios que desalientan la mitigación del cambio climático. En Argentina, los subsidios a los combustibles fósiles vigentes que se traducen en tarifas reducidas de gas natural y energía eléctrica frenan el despegue de inversiones asociadas a eficiencia energética en general y a medidas de retrofit en particular.
- Falta de líneas de financiamiento específico con condiciones preferenciales, ya sea tasas reducidas o períodos de repago más largos, que incentiven este tipo de inversiones por sobre otras más tradicionales.
- En Argentina, además, existe una inestabilidad macroeconómica histórica del país, caracterizada por altos niveles de inflación, tipos de cambio fluctuantes, altas tasas de interés que dificultan el acceso a la financiación, desequilibrios fiscales y de balanza de pagos, junto con altos niveles de deuda externa. Todo esto limita la inversión privada y reduce la posibilidad de intervención estatal debido al alto déficit fiscal y al alto costo del financiamiento internacional.

Barreras socioculturales

- El acostumbramiento de la población a contar con tarifas subsidiadas y la falta de información o percepción de los beneficios de la eficiencia energética y los ahorros de energía, dificulta aún más el cambio en los patrones de conducta hacia medidas de retrofit.
- La falta de información, conocimiento, entendimiento y cuantificación de los ahorros de energía y los co-beneficios de la eficiencia energética y las energías renovables, suelen dificultar los procesos de cambio sociocultural.

Barreras técnicas

- La inexistencia o limitación de proyectos o iniciativas similares, hace difícil la adquisición de experiencia y generación de capacidades por parte de los profesionales y técnicos; resulta en una muy lenta curva de aprendizaje; y dificultan la implementación de un programa a escala¹⁷.
- La acotada cantidad de proveedores de bienes y servicios con capacidades técnicas específicas para el retrofit, sumado la falta de industrialización de muchos de ellos, dificulta la capacidad de respuesta a la demanda implícita en un programa de retrofit a escala.

Barreras regulatorias

- La ausencia de normas legales que obliguen o incentiven la implementación de las acciones de retrofit y etiquetado de edificaciones se constituye en la principal barrera legal. Además de la falta de normas, se observa también la ausencia de códigos, pautas o estándares que promuevan medidas de retrofit.

¹⁶ <https://buenosaires.gob.ar/sites/default/files/media/document/2021/10/01/1602952bebc7ea6b102501f0aa31cfcdf3ad27fd.pdf>

¹⁷ Según el informe "Demanda de Capacidades 2020" desarrollado por el INET (Instituto Nacional de Educación Tecnológica) el 51 por ciento de las empresas nacionales tiene dificultades para contratar perfiles técnicos y las principales causas, en el caso de la construcción se relacionan con la falta de competencia técnica (29%), la falta de experiencia (21%) y la ausencia de candidatos (14%).

Impulsores

- Argentina tiene una larga historia en materia de mitigación del Cambio Climático y ha tenido un rol muy activo en esta agenda en los últimos años. En 2016, a un año de la firma del Acuerdo de París, fue el primer país en presentar ante la CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) una nueva NDC (Contribución Nacionalmente Determinada), más ambiciosa y que incluía a todos los sectores de la economía. Asimismo generó un marco institucional en la materia con la creación del Gabinete Nacional de Cambio Climático (Decreto N° 891/16) y elaboró el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático que incluye 7 planes de acción sectoriales, entre los que cuales cabe mencionar al Plan de Acción de Energía y Cambio Climático y el Plan de Acción de Infraestructura y Cambio Climático, que cuentan con varias medidas de mitigación de eficiencia energética, energías renovable y específicamente de retrofit de viviendas. El país cuenta asimismo con la Ley N° 27.520 de Presupuestos Mínimos de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, sancionada a finales de 2019.
- Estas iniciativas requerirán, entre otras acciones, de la rápida descarbonización de las edificaciones, mejorando la eficiencia energética y generando una transición hacia fuentes de energía menos intensivas en carbono, sin disminuir, o incluso incrementando, los niveles de confort térmico.
- Conforme los resultados del estudio desarrollado por Beillan et al¹⁸ para los casos de Alemania, Suiza, Italia, España y Francia, se observó que la obligación o necesidad de llevar a cabo importantes obras de rehabilitación o adecuación de edificios se encontraba detrás de todos los proyectos de retro-

fit estudiados; aprovechándose en general la oportunidad de la compra o la ampliación de una vivienda individual, o, en el caso de la vivienda colectiva (consorcios), la obligación de realizar trabajos de mantenimiento.

- La perspectiva de aumentar el valor inmobiliario de las unidades de vivienda que se sometían al retrofit y/o los beneficios asociados a dichas renovaciones, como gastos energéticos mensuales más bajos y mejoras en la comodidad de la vivienda y en la salud de quienes la habitan, son factores que colaboran con la adopción de intervenciones de este tipo.

Instrumentos

- Debido a las barreras existentes, dependiendo de la madurez del mercado que se analice, se requiere en mayor o menor medida, algún tipo de intervención del estado para llevar adelante y potenciar este tipo de iniciativas.
- El WRI propone ocho acciones para desbloquear la eficiencia energética en las edificaciones, las cuales incluyen los instrumentos y mecanismos de implementación que se deberían articular para desplegar un programa de retrofit con resultados concretos, a gran escala y sostenibles en el largo plazo. Esas ocho acciones son resumidas a continuación (Tabla I):

¹⁸ Beillan, V.; Battaglini, E.; Goater, A.; Huber, A.; Mayer, I.; Trotignon, R. (2011) Barriers and drivers to energy-efficient renovation in the residential sector. Empirical findings from five European countries. ECEEE 2011 Summer Study, Energy efficiency first: The foundation of a low-carbon society.

1. Códigos y Normas	•Regulaciones que requieren un mínimo nivel de eficiencia energética en el diseño, construcción y operación.
2. Objetivos y Metas	•Metas de reducción de energía que pueden ser establecidas por el gobierno local o nacional, a nivel mandatorio o voluntario asociado a incentivos.
3. Información y Certificaciones	•Datos, líneas de base, divulgación y certificaciones para la diferenciación del rendimiento o atributos del edificio.
4. Incentivos y Financiación	•Programas e incentivos para proporcionar fondos para la implementación de mejoras de eficiencia energética en los edificios.
5. Liderazgo del Gobierno Mediante Ejemplo	•Programas para respaldar la eficiencia del gobierno, incluidas las renovaciones de edificios públicos y adquisiciones innovadoras.
6. Compromiso de propietarios, administradores y usuarios	•Participación de propietarios e inquilinos de edificios del sector privado mediante asociaciones, concursos y premios, la retroalimentación de los usuarios y actividades de gestión de la energía.
7. Compromiso de los servicios técnicos y financieros	Desarrollo de mercado y mano de obra calificada para proveedores privados de construcción de edificios, servicios y equipos
8. Trabajar con los servicios públicos	•Planificación y programas con las empresas de servicios públicos para la mejora de la eficiencia energética.

TABLA 1: Ocho acciones para desbloquear la eficiencia energética en las edificaciones
Fuente: World Resources Institute

MEDIDAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Las medidas de mejora a realizar en el programa de *retrofit* se pueden clasificar (Tabla II), en función del tipo de intervención, en:

- Medidas Pasivas: aquellas orientadas a reducir la demanda energética a partir de mejorar el comportamiento de la envolvente.

- Medidas Activas: aquellas que mejoran el rendimiento y la eficiencia de los sistemas activos asociados de manera directa al uso de energía.

Las medidas pasivas impactarán directamente en la demanda de la energía requerida para climatización, tanto frío como calor, y, en menor medida para iluminación y ACS. Las medidas activas son las que habrá que

Medidas Pasivas	Medidas Activas
Aislamiento de muros exteriores	Refrigeración
Aislamiento de cubierta	Calefacción
Protecciones solares	Agua caliente sanitaria (ACS)
Aberturas	Iluminación
Protecciones solares	Cocción
Estanqueidad-Reducción de infiltraciones	Ascensores
	Bombas de agua

TABLA 2: Clasificación de medidas de retrofit
Fuente: Elaboración propia

considerar para complementar la prestación de servicios energéticos dentro de la edificación, dada una configuración de envolvente determinada.

Dentro de un mismo programa de retrofit no todas las intervenciones contemplarán la totalidad de las medidas. Para cada tipología de edificio y/o unidad funcional intervenida, se deberá analizar mediante una metodología predefinida, cuál es el conjunto de medidas más costo-efectivo para el edificio bajo análisis. La metodología de análisis de línea de base, así como la identificación de las medidas costo-efectivas para cada caso, deberán estar claramente establecidas en los programas a desarrollar.

La costo-efectividad dependerá a su vez, de la implantación bioclimática de la edificación, su orientación, el nivel de aprovechamiento de la luz solar, así como de la climatización natural; materiales constructivos y estado de conservación; y el equipamiento de uso directo de energía existente. Con toda esta información se realiza el cálculo del consumo base, que en caso de que se trate de un inmueble destinado a vivienda se puede aplicar el Índice de Prestaciones Energéticas (IPE) que arroja el consumo en kWh/(año*m²). El IPE surge de la aplicación de la norma IRAM 11.900. Por último, se deberá realizar el análisis económico para contrastar el costo de las intervenciones con la energía evitada en la vida útil de las mismas o en el período que se pretenda recuperar la inversión.

Las medidas pasivas suelen ser las más costo-efectivas, y son sencillas de implementar en edificaciones de baja altura o viviendas unifamiliares, mientras que en edificios de viviendas multifamiliares puede ser bastante más engorroso el acuerdo entre todas las partes involucradas e incluso la ejecución y costo de la obra, ya que podría implicar trabajos en altura que encarecerían significativamente la intervención.

No existe una única solución, dado que no existen dos edificaciones iguales, lo cual requiere de una muy buena planificación del

programa y definición de las metodologías a seguir en cada caso.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Existe un alto potencial de reducción de consumos energéticos y sus emisiones de GEI asociadas, como consecuencia de implementar retrofit en edificaciones. Tanto a nivel internacional, como regional y nacional, ese potencial aún se encuentra disponible. Los beneficios por implementar un programa de retrofit son múltiples y existen casos probados donde no solo se mejoró la eficiencia energética, sino que también se crearon empleos y se activó la economía, beneficios clave para una recuperación post pandemia. Los casos de éxito a nivel internacional son muy buenas referencias pero deben analizarse en el contexto de cada país, identificando claramente las barreras y los drivers existentes.

Como en toda política de eficiencia energética, requiere de un enfoque sistemático y transversal, que contemple arreglos institucionales sólidos, marco regulatorio apropiado, información de partida confiable para hacer un buen diagnóstico inicial y poder luego medir y verificar los impactos alcanzados, esquemas de incentivos económico-financieros, generación y fortalecimiento de capacidades, y permanente difusión del tema y sensibilización a todos los sectores involucrados.



PROGRAMAS DE POSGRADO PROFESIONALES

2023

¡No pierdas la oportunidad de capacitarte!

Clases a cargo de destacados profesionales

Destinados a egresados de distintas disciplinas

Cursos con Modalidad Híbrida (presencial / on line)

POSGRADO DE INGENIERÍA

Tel: (+54)(221) 425-8911 / Interno 3009

posgrado.ing.unlp.edu.ar

epec@ing.unlp.edu.ar

Calle 1 y 47 - La Plata - Buenos Aires - Argentina



**Abierta
la inscripción**



FACULTAD
DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS EN DÍAS DE VERANO CON ALTA PROPORCIÓN DE EQUIPOS DE AIRES ACONDICIONADOS



ING. VÍCTOR SINAGRA

GERENTE ÁREA ESTUDIOS ELÉCTRICOS EN CAMMESA

(COMPAÑÍA ADMINISTRADORA DEL MERCADO MAYORISTA ELÉCTRICO S.A.)



En las últimas décadas, en Argentina, las cargas que se conectan a la red eléctrica han tenido grandes cambios.

Hasta la década de los 80/90 la iluminación estaba compuesta fundamentalmente por lámparas incandescentes y fluorescente y la iluminación pública por lámparas de gas (mercurio y sodio) Los televisores tenían tubos de rayos catódicos y muchos todavía en base a válvulas con filamentos incandescentes. Los equipos de refrigeración eran mayoritariamente heladeras y los aires acondicionados eran minoría.

Las demandas industriales eran fundamentalmente compuestas por motores asincrónicos e iluminación.

Este tipo de demandas, fundamentalmente la iluminación incandescente y estufas eléctricas, son altamente dependientes del nivel de la tensión y su consumo se reduce drásticamente ante una disminución de esta. El consumo de potencia varía con el cuadrado de la tensión, ello significa, por ejemplo, que si la tensión baja de su valor nominal (100%) al 90%, el consumo de estas demandas disminuye aproximadamente de su valor nominal (100%) al 81%.

Este comportamiento favorece la estabilidad de la tensión en las redes eléctricas ya que, una posible situación de disminución de la tensión significa que la red está en un estado de stress con alta exigencia y la disminución de la demanda aporta a no agravar dicha exigencia.

A partir de los años 2000 comenzaron a modificarse los equipos que se conectan a la red eléctrica.

- Las luces incandescentes comenzaron a ser reemplazadas por lámparas fluorescentes de bajo consumo primero y por LED (por sus siglas en inglés Light Emitting Diode) más adelante.

- Computadoras personales (PC)
- Televisores LCD y LED
- Teléfonos celulares y sus cargadores
- Aires acondicionados

Con relación a los equipos de aire acondicionado, a partir de la década del 2000, hubo una explosión de ventas por cuestiones de

facilidades de compras en cuotas, facilidad de instalación al ser Split (no era necesario un gran boquete en las paredes, solo un pequeño orificio y la unidad interior podía estar a cierta distancia de la unidad exterior).

Estos cambios de aparatos, conectados a la red eléctrica, marcaron un antes y un después en el comportamiento de los sistemas eléctricos.

EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

En este apartado se va a explicar cómo se comporta un equipo de aire acondicionado frente a una posible disminución de la tensión en la red eléctrica.

Estos equipos, más allá que últimamente han cambiado por tecnología Inverter, la gran mayoría son los convencionales de tipo Split o (los menos) de ventana.

Si se toma un equipo Split consta de tres motores;

- un ventilador en la unidad interior para impulsar el aire frío hacia la habitación
- un ventilador en la unidad exterior para enfriar el gas recién comprimido y, en consecuencia, calentado
- un motor del compresor que es el de mayor consumo

El motor del compresor es el responsable directo de las perturbaciones que pueden ocurrir en la estabilidad de la tensión en la red eléctrica.

La operación de una red eléctrica tiene como objetivos abastecer a las cargas conectadas manteniendo constante la tensión en cada nodo y la frecuencia en toda la red independientemente de la cantidad de carga que se conecte.

La curva de la fig. 2. muestra aproximadamente el torque eléctrico que desarrolla un motor asincrónico convencional en función de su velocidad angular. En el arranque (velocidad = 0) y hasta que llega a la velocidad final, el torque eléctrico debe ser siempre mayor al torque mecánico que debe vencer. Por ello el motor se acelera y alcanza su velocidad nominal y constante (cuando ambos torques se igualan).

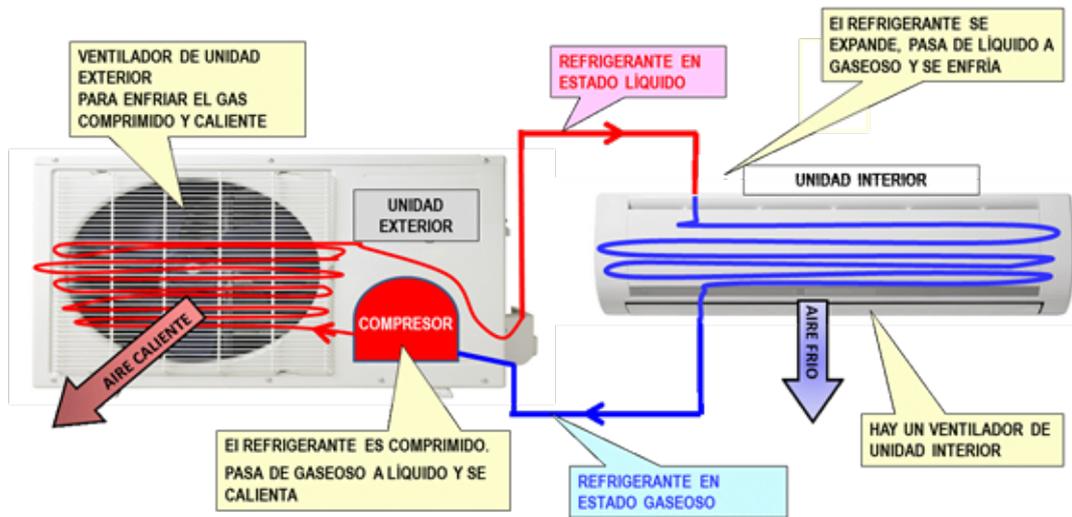


Figura 1: esquema elemental de funcionamiento aire acondicionado

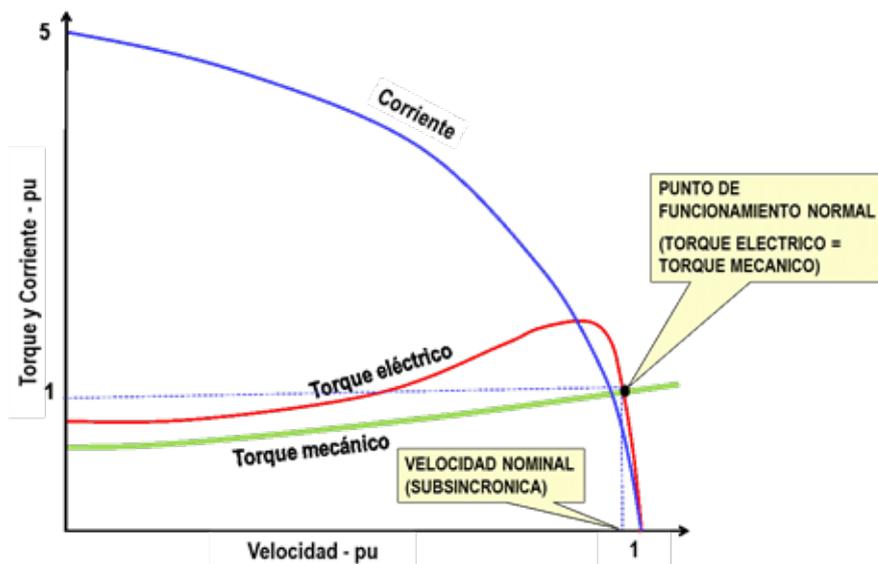


Figura 2: Torques y corrientes de un motor asíncrono vs. Velocidad

Por ser un motor asíncrono, esta velocidad nominal es menor a la velocidad sincrónica. Por ejemplo, un motor de 4 polos cuya velocidad sincrónica (en la red de 50 Hz) es de 1500 rpm, tiene una velocidad nominal cercana a las 1400 rpm. También se puede ver la corriente aproximada que consume el motor en función de su velocidad (suponiendo la tensión constante).

Se puede observar que si el motor está detenido (velocidad = 0) la corriente es varias veces la corriente nominal. La fig.3 muestra la misma figura, pero ahora suponiendo que hubo una disminución de la tensión. El torque eléctrico varía con el cuadrado de la tensión, en este caso se supone que la tensión disminuyó al 80% y, en consecuencia, el torque eléctrico disminuyó al 64%.

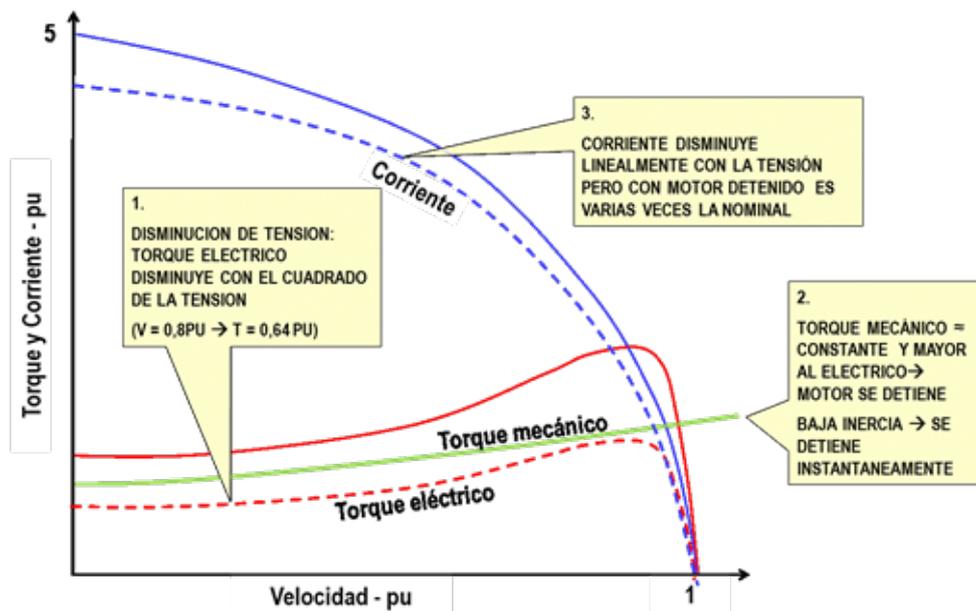


Figura 3: Torques y corrientes con baja tensión

Se puede observar que ahora el torque mecánico a vencer es mayor al eléctrico y por tal motivo el motor se detiene, pero conectado a la red. La velocidad se va a cero y se puede ver el gran aumento de la corriente que está algo atenuado porque disminuyó la tensión.

Esta situación puede ser comprometida para un sistema eléctrico si esto ocurre en grandes cantidades de aires acondicionados afectados por la misma disminución de la tensión.

En redes con debilidad estructural en la cual no hay ni grandes mayas ni grandes generadores o compensadores de potencia reactiva, sucede el fenómeno denominado "Colapso rápido de tensión".

Este fenómeno arranca generalmente a partir de un cortocircuito en algún punto de la red (puede ser tanto en la red de alta tensión como en la de media tensión). El cortocircuito produce en los nodos cercanos una depresión transitoria de la tensión hasta que es despejado por las protecciones que desconectan, en fracciones de segundos, la línea o transformador o equipos que tiene la falla. Durante ese tiempo que dura el cortocircuito,

y debido a que los motores de los aires acondicionados no tienen prácticamente inercia, los equipos más cercanos a la falla sufren una disminución importante de la tensión y se detienen como se explicó anteriormente. Cuando el cortocircuito es despejado la tensión tiende a recuperarse a su valor inicial pero, los compresores que están detenidos no van a arrancar porque, por las características del compresor detenido y el gas que estaba impulsando, la cupla mecánica es superior a la cupla eléctrica. Esto significa que, ya pasado el cortocircuito, la red encuentra cantidades de motores detenidos y conectados a la red consumiendo una alta corriente.

Las curvas de la figura 4 muestran la característica de consumo de potencia activa y reactiva de los motores de aires acondicionado. La curva azul representa al motor en marcha. Si la tensión disminuye hasta un valor determinado (se le denomina tensión de Stall alrededor de 70%) el motor sigue la curva azul y se detiene.

Cuando la tensión tiende a recuperarse por el despeje del cortocircuito, el motor no llega a arrancar y se mueve por la curva roja que re-

presenta una impedancia constante. Ahora el motor consume mucha más potencia activa y fundamentalmente reactiva. Este fenómeno puede hacer caer aun más la tensión y abarcando una zona más amplia de manera que por efecto dominó se detienen, en forma masiva, otros aires acondicionados los cuales consumen grandes cantidades de potencia fundamentalmente reactiva.

Este efecto dominó produce un gran consumo de potencia reactiva y, por ende, una disminución mayor de la tensión. Se lo conoce como COLAPSO RÁPIDO DE TENSIÓN.

Hay un gran aumento de la corriente en los distintos alimentadores de media tensión (33 y 13,2 kV). Algunos de ellos se desconectan por su protección de sobrecorriente. No obstante, la mayoría permanecen conectados y los que se desconectan de la red son los equipos de aire acondicionados por sus propias protecciones. Los más modernos por sus protecciones de subtensión y

los más antiguos por su protección térmica. En la figura 5 se observa un registro real de un colapso rápido de tensión. La curva roja muestra la tensión en p.u. Apenas pasados los 10 seg hay un cortocircuito en algún lugar cercano de la red y aun despejado el mismo la tensión no se recupera y, por el contrario, se produce el detenimiento masivo de equipos de aire acondicionado, provocando una depresión en la tensión de algunos segundos de duración.

Por otro lado, la corriente (es la de una línea de 132 kV que alimenta, en forma radial, demanda de la zona) tiene un mínimo crecimiento en el momento del cortocircuito y luego un gran crecimiento por la parada de los aires acondicionados.

Luego de algunos segundos, la corriente comienza a disminuir producto de la desconexión individual de los equipos de refrigeración por sus propias protecciones (de subtensión o térmicas por alta corriente)

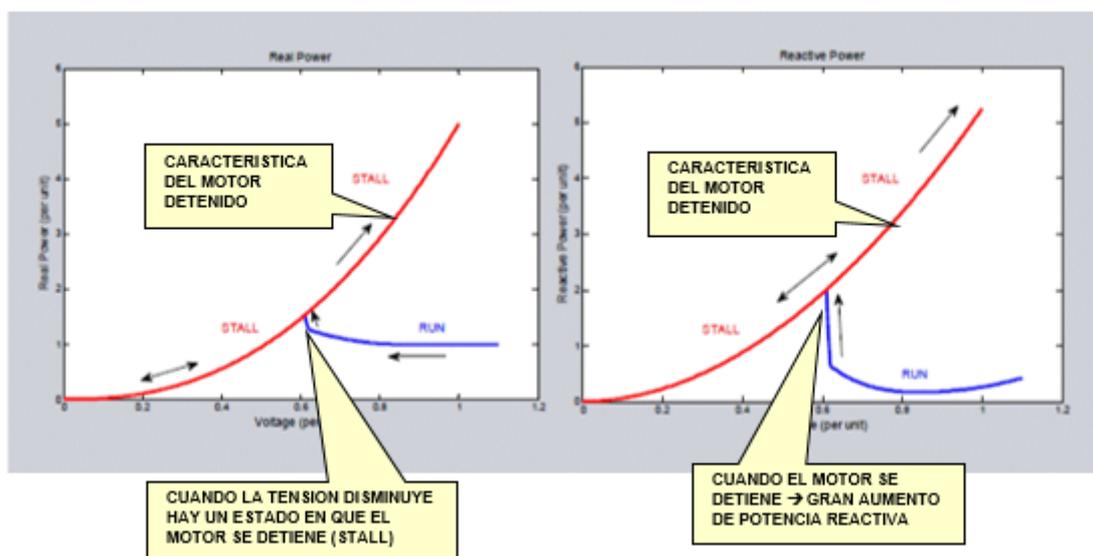


Figura 4: Característica de potencia activa y reactiva en función de la tensión.

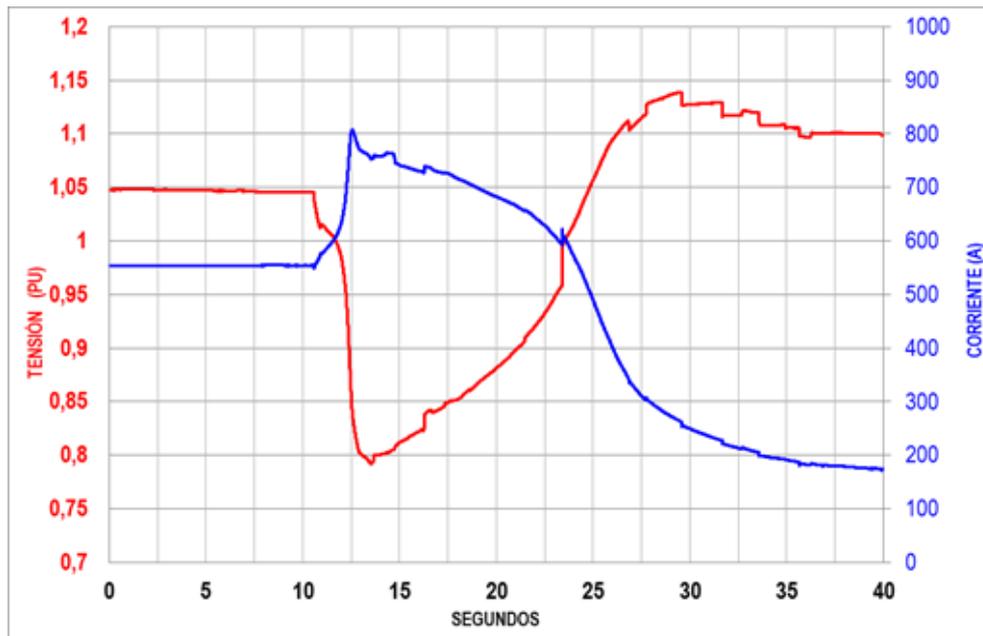


Figura 5: Registro de U (rojo) e I (azul) en un colapso rápido de tensión.

La pérdida de esta demanda provoca una elevación de la tensión llegando a valores fuera de rango admisible y por ello se puede observar unos escalones que la van disminuyendo producto de la desconexión automática de capacitores shunt con protección de sobretensión temporizada.

En algunas zonas cercanas al evento, algunos alimentadores de 33 o 13,2 kV desenganchan por actuación de sus protecciones de sobrecorriente. No obstante, en la mayoría de los casos hay desconexión individual de equipos de refrigeración, pero no hay corte de suministro eléctrico. En estos últimos casos, la demanda se recupera rápidamente en cuestión de minutos por el encendido (automático o manualmente) de los equipos de refrigeración que se apagaron.

Estos eventos producen un stress en la red eléctrica por altas corrientes inicialmente y altas tensiones finalmente.

Este tipo de comportamiento ha ido aumentando con los años por la gran cantidad de aires acondicionados que se conectan a la red en días de extrema temperatura ambiente. En algunas áreas de Argentina se estima

que llegan a conformar un 50 a 60% de la demanda total.

La forma de evitar estos colapsos rápidos de tensión es reforzando la red eléctrica con más líneas, cables y transformadores, ingresando centrales de generación de porte adecuado en la zona o instalando equipos de compensación de potencia reactiva (denominados STATCOM). Otras alternativas a aplicar sobre los equipos de refrigeración para mitigar los colapsos de tensión serían: realizar un cambio de tecnología de los aires acondicionados tipo Split por los aires de tecnología Inverter que no aumenta su consumo de potencia al disminuir la tensión; o instalar protecciones de subtensión ultrarrápidas en todos los aires acondicionados ya existentes, para evitar que lleguen a consumir corriente con velocidad nula.

GENERACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA A BASE DE HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE

ANDERSON, J. L.*; TALPONE, J. I.; MORE, J. J.; PULESTON, P. F.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ELECTRONICA, CONTROL Y PROCESAMIENTO DE SEÑALES,
LEICI - FACULTAD DE INGENIERÍA, UNLP-CONICET

(*EMAIL: JORGELUIS.ANDERSON@ING.UNLP.EDU.AR)



INTRODUCCIÓN

La demanda de energía eléctrica sigue aumentando y, con ella, la necesidad de buscar fuentes alternativas que sean sostenibles y económicamente viables.

Los combustibles fósiles, como el petróleo y el carbón, se están agotando y su explotación es cada vez más costosa, lo que ha generado una búsqueda de nuevas soluciones. Las fuentes de energía renovable, como la solar y la eólica, son una opción atractiva, pero su generación es intermitente y su capacidad de almacenamiento es limitada. Para abordar estos desafíos, el hidrógeno se ha presentado como una alternativa más que prometedora.

El hidrógeno es un elemento químico que se encuentra en abundancia en la naturaleza y se puede producir a partir de diversas fuentes renovables. Cuando se combina con Pilas de Combustible (o FC, por sus siglas en inglés), el hidrógeno puede generar electricidad de manera limpia y sostenible, sin emitir gases de efecto invernadero. Esta tecnología está siendo cada vez más utilizada en una variedad de aplicaciones, desde vehículos eléctricos hasta sistemas de almacenamiento de energía para hogares y edificios comerciales. La adopción de esta tecnología está ayudando a acelerar la transición hacia una economía más sostenible y amigable con el medio ambiente.

En el campo de la generación de energía dis-

tribuida, la combinación de diversas fuentes de energía renovable, como la energía eólica, solar y hidroeléctrica, con Pilas de Combustible es una solución prometedora para lograr una producción de energía sostenible y eficiente. Sin embargo, la adopción de esta tecnología todavía enfrenta desafíos significativos. Uno de los desafíos principales es la reducción de costos y el aumento de la eficiencia de las FC para hacerlas más accesibles y atractivas para su uso en sistemas de generación distribuida. Además, la complejidad del diseño y la variedad de configuraciones de las FC requieren enfoques de control especializados para garantizar un funcionamiento óptimo [3]. El control automático también debe tener en cuenta la integración de los sistemas de almacenamiento de energía, ya que las FC pueden funcionar intermitentemente y necesitan un sistema de almacenamiento de energía para garantizar una energía constante y confiable. La integración de estos sistemas de almacenamiento de energía con el control de las FC es un desafío importante que debe abordarse para garantizar una operación eficiente y confiable de los sistemas de generación distribuida. En este aspecto, en el Instituto LEICI se viene trabajando en electrónica y control aplicado a Pilas de Combustibles y su integración en los sistemas de potencia desde hace dos décadas [1]. A continuación se realiza un breve resumen del estado del arte de esta tecnología.

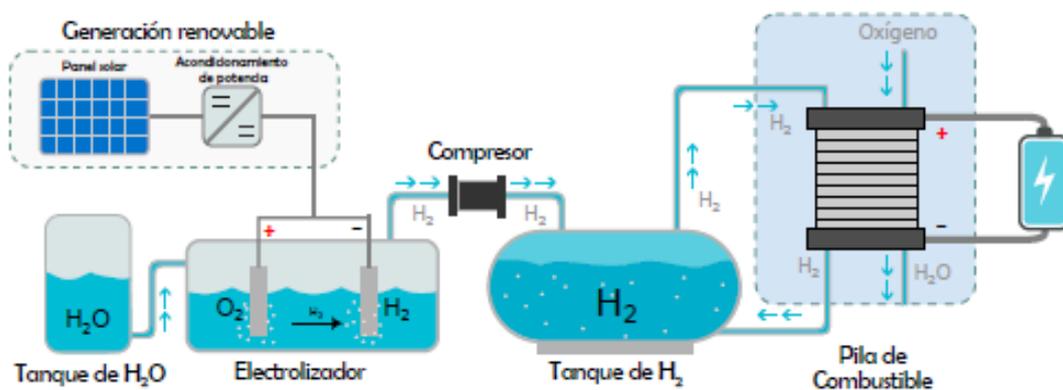


Figura 1: Esquema de generación de energía limpia a partir del hidrógeno.

EL HIDRÓGENO COMO VECTOR ENERGÉTICO.

Como es sabido, el hidrógeno es el elemento más abundante en el universo. Sin embargo, en nuestro planeta no se encuentra en estado libre sino que se presenta, por ejemplo, conformando compuestos orgánicos unido al carbono o formando agua. Por lo tanto, el hidrógeno no es considerado un recurso natural o una fuente de energía primaria, sino un portador de energía.

Dado que no podemos tomarlo directamente de la naturaleza, el hidrógeno, al igual que ocurre con la electricidad, es necesario producirlo. Para ello hay que conseguir su separación de los compuestos de los que forma parte, pero para que este proceso de separación tenga lugar es preciso aportar energía, fundamentalmente en forma de calor o de electricidad.

Afortunadamente, el hidrógeno puede obtenerse a partir de múltiples materias primas, siguiendo toda una variedad de tecnologías de proceso (química, electrolítica, biológica, fotolítica, termoquímica), en las que se puede utilizar diversas fuentes de energía primaria.

Cada tecnología se encuentra en un grado de desarrollo y cada una ofrece oportunidades únicas, beneficios y desafíos. La elección de una u otra materia prima, técnica de producción y fuente de energía dependerá de la disponibilidad del recurso, de la madurez de la tecnología de proceso, del tipo de demanda y aplicación de mercado, de la política energética y de los costos para la obtención del hidrógeno.

La energía primaria necesaria para el proceso de producción puede proceder de la misma materia prima que se procesa o de una fuente de energía primaria distinta. Para planificar una economía del hidrógeno masiva atendiendo la demanda mundial, es fundamental considerar a partir de qué recursos será producido y de dónde se obtendrá la energía necesaria. Teniendo en cuenta esto último, una posibilidad es la utilización de fuentes de energía renovables, princi-

palmente solar y eólica para la producción de electricidad y a partir de ésta, hidrógeno, como se muestra por ejemplo en la Figura 1.

Entre las materias a partir de las que puede producirse el hidrógeno están las siguientes:

- Recursos fósiles: Derivados del petróleo, Gas natural, Carbón.

- Recursos renovables: Agua, Biomasa.

Las técnicas para producción del hidrógeno se pueden clasificar de la siguiente forma: Procesos de conversión química: Reformado, Gasificación y Pirólisis.

- Procesos termolíticos: Termólisis directa y por Ciclo Termoquímicos.

- Procesos electrolíticos: Electrólisis.

- Procesos biológicos: Fermentación, Digestión anaeróbica.

- Procesos fotónicos: Foelectrólisis, Fotobiólisis y Fotocatálisis.

Los dos primeros tipos de procesos requieren de un aporte de energía térmica, bien procedente de la combustión del propio recurso que se procesa (conversión química), o bien procedente de una fuente externa (termólisis). En este caso es necesario indicar que los procesos reformado, gasificación y pirólisis de combustibles fósiles, realizados con un aporte de energía térmica externa al recurso fósil, reciben también el nombre genérico de procesos de descarbonización. En cuanto a los procesos electrolíticos, necesitan que se proporcione electricidad (sea cual fuese su origen) y en los fotónicos simplemente se necesita la incidencia directa de radiación solar.

GENERACIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DEL HIDRÓGENO. LA PILA DE COMBUSTIBLE.

Las pilas de combustible son dispositivos electroquímicos que convierten energía química directamente en energía eléctrica [3]. A diferencia de las baterías, en la que los reactivos requeridos están dentro de ellas, las pilas de combustible están diseñadas para permitir el reabastecimiento continuo del combustible y el oxidante, siendo necesario suministrarlos en forma constante, desde

una fuente externa. A continuación se describe la estructura y funcionamiento de las celdas que componen la pila de combustible, las tecnologías existentes y los diversos componentes del sistema completo.

¿CÓMO FUNCIONA LA PILA DE COMBUSTIBLE? ESTRUCTURA Y PRINCIPIO DE OPERACIÓN.

La unidad básica de una Pila de Combustible se denomina "monocelda" o simplemente "celda". Una celda está formada por tres piezas superpuestas: una lámina de electrolito entre dos electrodos porosos. Un electrolito es un material que conduce iones, pero impide el flujo de electrones a través del mismo. Un electrodo es un material que conduce los electrones. Los electrodos son porosos debido a que deben permitir la difusión del gas hacia su cara opuesta, donde se encuentran partículas catalizadoras, formando una barrera con el electrolito.

El electrodo tiene varias funciones:

- Debe ser capaz de transportar el gas a la capa de catalizador y distribuirlo uniformemente a través del área de la superficie de reacción.
- Permitir la difusión de los gases producto fuera del electrolito.
- Tener buenas características de conductividad eléctrica, ya que es responsable de conducir los electrones fuera de la interfaz a medida que se produce el proceso de reacción.

Asimismo el electrolito también desempeña varias funciones importantes:

- Debe ser capaz de conducir iones de un electrodo al otro, pero evitar el cruce de los electrones.
- Actuar como una barrera entre los gases combustible y oxidante para impedir la mezcla.
- En las pilas de combustible con electrolitos líquidos, los gases reaccionantes se difunden a través de una fina película de electrolito.

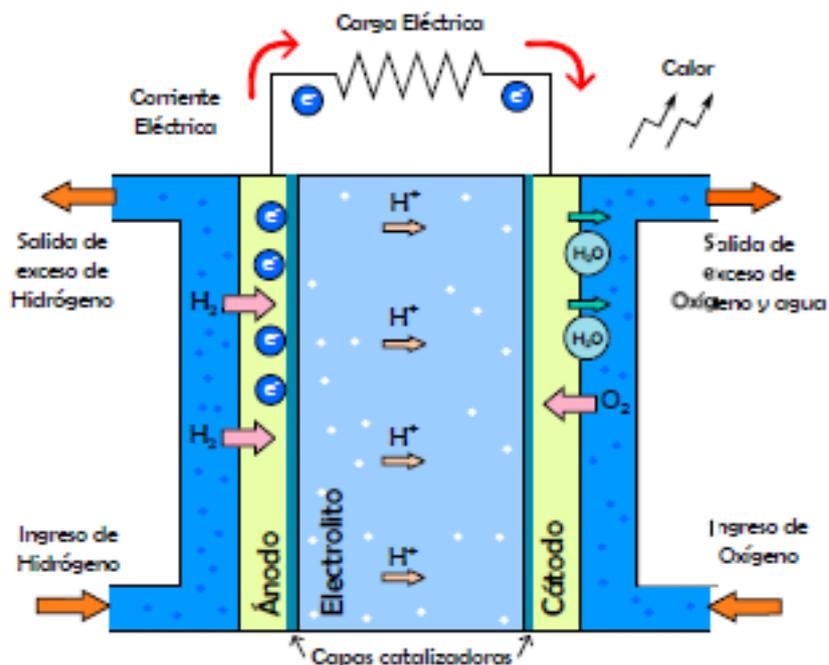


Figura 2: Estructura elemental de una Pila de Combustible.

to sólida con pequeños poros que permiten mojar porciones del electrodo y así reaccionan en la superficie del mismo.

El tipo de catalizador necesario para que la reacción sea adecuada depende de la temperatura de operación de la pila de combustible. Las pilas de baja temperatura requieren catalizadores costosos, en general de platino, para obtener las velocidades de reacción deseadas. A temperaturas más altas, los reactivos pueden lograr las velocidades de reacción necesarias simplemente utilizando el propio material que forma el electrodo.

En la Figura 2 puede verse una representación esquemática de una celda de combustible construida con electrodos porosos. Se ilustran los gases reactantes/ producto y las direcciones de conducción del flujo de iones a través de la celda.

El hidrógeno (H_2), gas combustible, penetra por el electrodo negativo (ánodo) y se disocia, en presencia del catalizador, en iones positivos H^+ y electrones e^- .

El oxígeno (O_2), gas oxidante, procedente del aire penetra por el electrodo opuesto (cátodo) y se disocia igualmente en presencia del catalizador en iones O_2^- (se forma como elemento parásito peróxido). Los iones positivos de hidrógeno se escapan a través del electrolito en dirección al cátodo, dejando a los electrones libres en el ánodo. Luego, si existe un camino eléctrico entre el ánodo y el cátodo, los electrones lo recorrerán, estableciendo una corriente eléctrica. En el cátodo los iones hidrógeno, el oxígeno y los electrones se combinan nuevamente formando moléculas de agua H_2O .

Además, se produce un importante desprendimiento de energía térmica en forma de calor, cuya magnitud depende de las características constructivas de la celda de combustible.

La tensión producida por una única celda es del orden de un voltio a circuito abierto. No obstante, el rendimiento durante su operación se ve afectado por las siguientes pérdidas inherentes a su estructura:

- Pérdidas de activación.
- Pérdidas óhmicas.
- Pérdidas de concentración.

La Figura 3 muestra el comportamiento típico de la tensión de salida de una FC en función de la densidad de corriente (corriente absorbida por unidad de superficie de la celda). La línea horizontal, en la parte superior, representa la tensión ideal de la FC obtenida a partir de la ecuación de Nernst. La tensión de la FC real comienza a disminuir a medida que comienza a circular corriente por el circuito.

Cabe destacar que para producir tensiones más elevadas se recurre a la disposición en serie de celdas formando lo que se conoce como "stack" (apilamiento). A este apilamiento de celdas, debidamente implementado en una estructura que permita disipar el calor, posibilite la circulación necesaria de los gases y ofrezca los terminales de conexión eléctricos para la utilización de la energía eléctrica producida se le denomina Pila de Combustible o "Fuel Cell" en inglés.

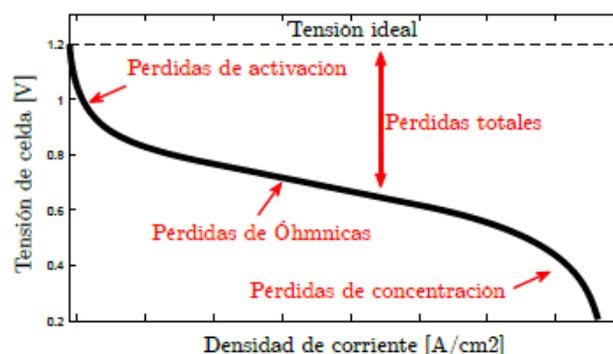


Figura 3: Tensión de una celda vs. Densidad de corriente.

LOS DIFERENTES TIPOS DE PILAS DE COMBUSTIBLE

Las pilas de combustible se clasifican normalmente según el tipo de electrolito que utilicen. En esta sección se resumen los diferentes tipos de pilas de combustible y describen sus características principales.

Pilas de Combustible de Membrana Polimérica (PEMFC):

Las Pilas de Combustible de Membrana Polimérica, conocidas en inglés como Proton Exchange Membrane Fuel Cell o "PEMFC" (ver Fig 4), emplean una membrana hidratada de tipo polimérico que actúa como conductor de iones. Estos dispositivos, que se presentan como uno de los tipos más prometedores disponibles en la actualidad, presentan una serie de características muy interesantes que las hacen muy versátiles en diversas aplicaciones.

Por ejemplo, estas pilas pueden operar a temperaturas relativamente bajas, lo que las hace especialmente adecuadas para aplicaciones en las que se requiere una rápida puesta en marcha. Además, tienen la capacidad de utilizar aire atmosférico como reactante, incluso tolerando la presencia de CO₂, lo que permite simplificar el proceso de suministro de combustible. Otra ventaja importante de las PEMFC es que poseen densidades de potencia elevadas, lo que significa que pueden proporcionar un rendimiento excepcional incluso en aplicaciones de alta demanda energética. Además, estas pilas trabajan a presiones bajas (entre 1 y 2 atmósferas), lo que las hace más seguras y reduce el costo de los materiales necesarios para su construcción.

Por último, cabe destacar que las PEMFC toleran una mayor diferencia de presión entre los gases reactantes, lo que les permite trabajar de manera más eficiente y prolongar su vida útil. Además, su diseño es simple y se construyen a partir de materiales resistentes, lo que las hace compactas y robustas y, por tanto, adecuadas para diversas aplicaciones en las que se requiere un rendimiento estable y fiable.

Pilas de Combustible de Ácido Fosfórico (PAFC)

En este tipo de pilas se utiliza Ácido Fosfórico en estado líquido como electrolito. El mismo está contenido en una matriz de sili-

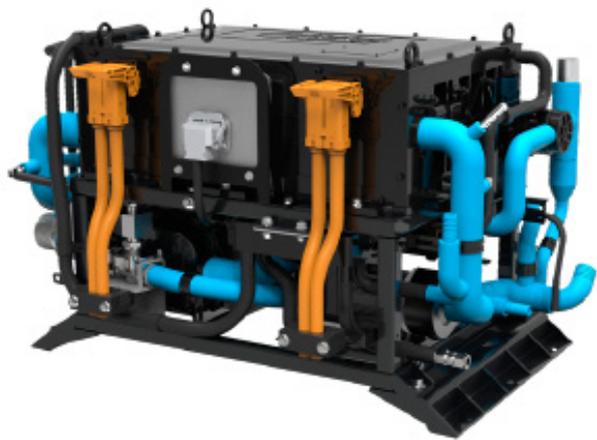


Figura 4: Pila de Combustible tipo PEM VL II series Liquid-Cooled Systems de 135kW de Horizon Fuel Cell© [5].

cona y teflón de estructura porosa que evita fugas del electrolito por efecto capilar.

Las PAFC pueden operar con una variada combinación de rangos de temperaturas, presiones, tasas de utilización de gases y densidades de corriente. El beneficio de encontrar las condiciones de operación más eficaces debe contrastarse con la energía requerida para lograr estas condiciones en un ambiente dado, así como el efecto sobre la vida útil del sistema. Un aumento en la temperatura de operación aumenta la tensión de la PAFC, pero este aumento se debe limitar para evitar el desgaste del catalizador y otros componentes. El aprovechamiento de un mayor porcentaje del combustible es deseable desde un punto de vista de costos, pero resulta en presiones parciales menores, conduciendo a mayores pérdidas de concentración de polarización.



Figura 5: Planta de generación de 4.2MW con tecnología SOFC de ciclo combinado en Corea del Sur [2].

Por último, la tensión de la PAFC y por lo tanto su eficiencia disminuyen con el aumento de la densidad de corriente.

Pilas de Combustible de Carbonato Fundido (MCFC)

La Pila de Combustible de Carbonatos Fundidos (MCFC) utiliza una sal de carbonato fundido como electrolito. Normalmente se utiliza carbonato de litio o carbonato de potasio. Su temperatura de operación está en torno a los 650°C, a la cual esta sal es líquida y se comporta como un buen conductor iónico. El electrolito está contenido en una matriz cerámica porosa e inerte, normalmente de $LiAlO_2$.

Pilas de Combustible de Óxidos Sólidos (SOFC)

Las Pilas de Combustible tipo SOFC (en inglés: Solid Oxide Fuel Cell) utilizan un electrolito sólido cerámico que reduce la corrosión y elimina los problemas asociados al uso de electrolitos líquidos. El material preferido que se utiliza es el zirconio estabilizado con ytrio, un excelente conductor, a altas temperaturas, de iones de oxígeno cargados

negativamente. Las técnicas de fabricación incorporan procesos similares a aquellos empleados en semiconductores. Para que una cerámica pueda alcanzar una conductividad iónica aceptable, se necesitan temperaturas cercanas a los 1000°C. A estas temperaturas, el reformado interno de hidrógeno también es posible, además de poder utilizar el calor residual para cogeneración y así aumentar la eficiencia global del sistema en un ciclo combinado (ver Fig. 5).

LA PILA DE COMBUSTIBLE COMO SISTEMA DE GENERACIÓN.

Para poder producir energía es necesario integrar el "stack" de la FC con otros componentes para así formar un Sistema de Generación de Potencia. En la Figura 6 se presenta un esquema genérico para una pila tipo PEM donde se muestran los elementos necesarios para conformar un sistema de generación eléctrico a partir de una FC y como éstos se interrelacionan entre sí.

Estos componentes se pueden clasificar dentro de cuatro subsistemas que se describen a continuación.

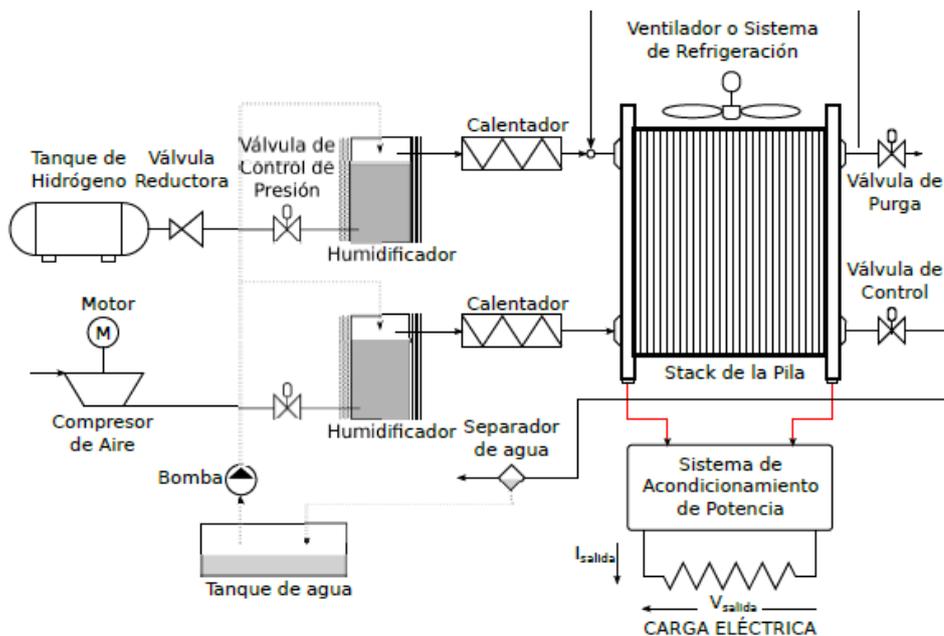


Figura 6: Sistema de Generación de Potencia basado en una Pila de Combustible.

Subsistema de Suministro de Reactantes

Este subsistema consiste en los circuitos de suministro de hidrógeno y aire. El objetivo es suministrar el flujo adecuado de ellos para asegurar una respuesta transitoria rápida del sistema. El circuito de alimentación de hidrógeno está compuesto por lo general de un tanque presurizado de H₂ puro conectado al ánodo a través de una válvula reductora de presión y una válvula controlada de presión, mientras que el circuito de aire se compone de un compresor de aire que alimenta el cátodo, a partir de aire comprimido captado de la atmósfera. Una válvula de purga en el ánodo se abre periódicamente para eliminar el agua acumulada.

Subsistema de Control de Temperatura

En este caso se considera el sistema de enfriamiento de la PEMFC y el de calentamiento de los reactantes.

El control térmico de la FC es crítico ya que el buen desempeño de ésta depende fuertemente de la temperatura, tal como se explicó oportunamente en cada tecnología. Para ello se utiliza aire forzado o un circuito de refrigeración por circulación de agua.

Subsistema de Gestión de Agua

Para las PEMFC, el objetivo de este subsistema es mantener una hidratación adecuada de la membrana polimérica (electrolito) y un adecuado balance de agua, debido a que su rendimiento también depende fuertemente de la hidratación del electrolito. Ambos reactantes, el hidrógeno y el aire, son generalmente humidificados antes de inyectarse a la FC utilizando humidificadores en ambos circuitos. El agua que se produce en el cátodo puede ser capturada en un separador de agua y re-inyectada en los humidificadores mediante una pequeña bomba.

Subsistema de Acondicionamiento de Potencia

La FC produce una tensión de salida continua no regulada. De acuerdo a la curva de polarización presentada en la Figura 3, esta tensión cae con el aumento de la corriente eléctrica. A excepción de unas pocas aplicaciones donde esto no representa un inconveniente, en general, se utiliza un sistema de acondicionamiento de potencia, que permite adecuar la característica de la FC para la aplicación particular, regulando por ejemplo la tensión de salida en un valor fijo determinado.

EL USO DE LAS PEMFC EN LOS DIFERENTES CAMPOS DE APLICACIÓN

De los diferentes tipos de Pilas de Combustible comerciales, las PEMFC han encontrado un amplio campo de aplicación, especialmente en transporte, sistemas de generación distribuida (GD) y equipamiento electrónico portátil [2].

A continuación se realiza una breve revisión de estas aplicaciones.

Aplicación en Sistemas de Transporte

En la actualidad, los vehículos eléctricos con baterías son los más conocidos y comúnmente comercializados.

En general, los vehículos eléctricos son utilizados donde el ruido o la contaminación de los motores de combustión interna prohíbe su aplicación, como por ejemplo, en el caso de utilitarios de la industria minera o en sistemas de transporte subterráneo. También son útiles en sitios con ausencia de aire como en el caso de los vehículos submarinos o de aplicación espacial. Las principales deficiencias de esta alternativa se atribuyen al almacenamiento de la energía eléctrica en baterías convencionales, debido a su baja capacidad, costo elevado, tiempo prolongado de carga, rango de temperatura de funcionamiento acotado y baja estabilidad del ciclo de operación.



Figura 7: Automóvil eléctrico MIRAI 2023 de Toyota© basado en FC con una potencia eléctrica de 128kW[4]

Las PEMFC ofrecen muchas ventajas sobre las baterías para aplicaciones en vehículos, ya que, a diferencia de éstas últimas, pueden producir energía eléctrica en forma continua mientras se les provea del combustible necesario. Además, son eficientes, limpias y flexibles.

Tienen el potencial de alcanzar hasta un 60% de eficiencia a temperaturas de funcionamiento inferiores a otras tecnologías. A bordo del vehículo, la conversión de hidrógeno a energía de tracción produce sólo agua y calor.

Automóviles, autobuses, motos, coches de golf, vehículos de servicio (tales como grúas elevadoras y vehículos aeroportuarios), locomotoras, tranvías, barcos, aviones y vehículos submarinos son algunas de las tantas aplicaciones de los sistemas basados en pilas tipo PEM en el área de transporte. Especialmente en la industria automotriz, casi todos los grandes fabricantes de automóviles han construido prototipos de vehículos basados en PEMFC, algunos disponibles comercialmente desde hace unos años (ver Figura 7).

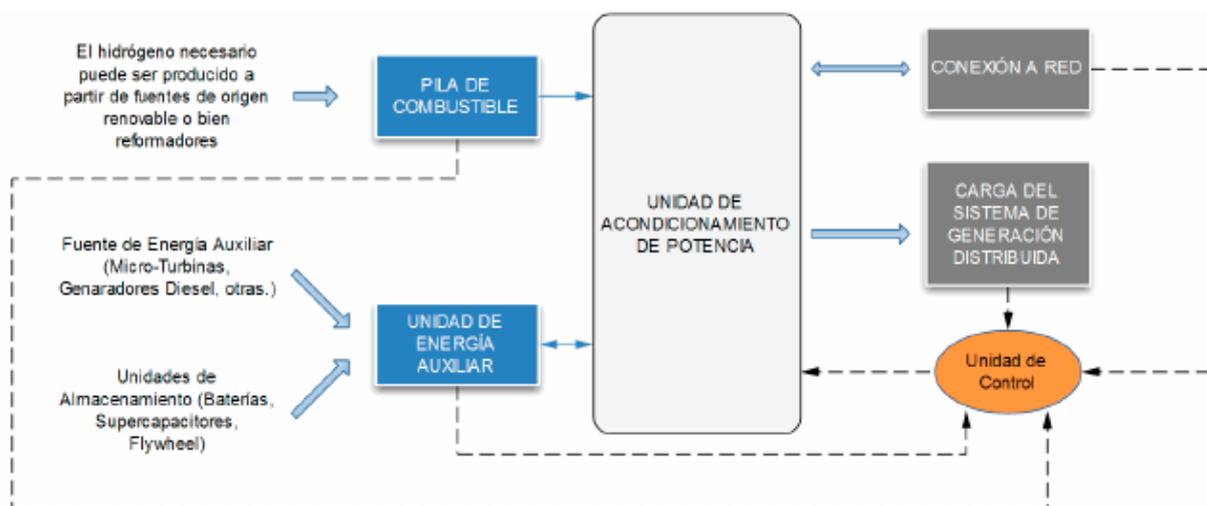


Figura 8: Esquema de un Sistema Híbrido que utiliza la PEMFC como fuente principal.

Aplicación en Generación Distribuida (GD)

El término GD se refiere a cualquier unidad de generación de pequeña escala ubicada cerca del punto de suministro, en lugar de ubicaciones remotas o en grandes centrales. Los sistemas de generación alternativos, como las turbinas eólicas, los sistemas fotovoltaicos y las pilas de combustible desempeñan un papel importante para satisfacer la demanda de los consumidores, utilizando los conceptos de Generación Distribuida (GD).

Las principales ventajas de los sistemas de GD están en que permiten reducir las pérdidas en las largas líneas de transmisión y distribución, bajando el costo de instalación, mejorando la regulación de tensión local y con la posibilidad de añadir fácilmente una pequeña unidad de generación adicional durante las condiciones de máxima demanda. Actualmente sistemas basados en PEMFC se utilizan en configuraciones de GD en aplicaciones tales como hospitales, hoteles, oficinas, escuelas y como prueba en algunos hogares en algunos países de Europa Occidental.

En estos casos, el sistema PEMFC está conectado a la red eléctrica para proporcionar energía adicional a la planta o, como un sistema independiente de la red para generar electricidad en zonas remotas o aisladas (conocidos como sistemas "autónomos" o en inglés: "stand-alone"). El uso de PEMFC en aplicaciones de GD, puede ser como fuente de alimentación principal o como unidad de respaldo ("Backup") tal como se describen a continuación.

- Uso de las PEMFC como fuente principal de energía

El uso de PEMFC como fuente principal de energía en los sistemas de GD es una solución que ha producido un gran interés en los últimos años. Hay dos formas, investigadas actualmente, de emplear esta tecnología: se pueden combinar con una unidad de almacenamiento de energía, típicamente ba-

terías, supercapacitores y flywheel o bien con una unidad secundaria de alimentación principal como micro-turbinas, generadores diesel u otras. El hidrógeno necesario para el funcionamiento de tales sistemas se suministra generalmente a través de una unidad de reforma, con gas natural como combustible de entrada. Un esquema general para tales sistemas puede verse en la Figura 8.

En sistemas como el de la figura anterior la PEMFC se utiliza para abastecer la energía demandada por la carga hasta alcanzar su valor nominal. Cuando ésta no puede cumplir con lo pedido, la unidad secundaria de alimentación se encarga de suministrar la diferencia.

La razón por la cual se emplea la FC como fuente principal se debe por un lado a las baja contaminación producto de su operación y por otro, a los costos más elevados que podrían darse al generar energía con la unidad secundaria. En particular, en el caso donde la unidad secundaria se corresponde con un sistema de almacenamiento como los ya mencionados, estos últimos sirven para suplementar la lenta respuesta de la PEMFC durante cambios abruptos en la demanda de la carga, mejorando así la calidad de suministro del sistema.

- Uso de las PEMFC como unidad de respaldo

Se define como "Fuente de Energía de Respaldo" o en inglés de "Backup" a cualquier dispositivo que proporciona energía instantánea, sin interrupción, cuando las fuentes de energía principales no están disponibles o no pueden satisfacer la demanda de energía. El uso de las PEMFC en sistemas de GD como unidad respaldo toma relevancia en una configuración en la que fuentes renovables, como turbinas eólicas y/o sistemas fotovoltaicos son las de generación principales y la PEMFC se alimenta a través de un electrolizador asociado al sistema.

En estos sistemas, la generación de energía por parte de las fuentes principales depende fuertemente de las condiciones meteorológicas. Si hay un exceso de energía generada,

ésta se utiliza para generar hidrógeno mediante un electrolizador y almacenarlo en tanques, para uso futuro en el sistema de FC. Por otra parte, la PEMFC produce energía eléctrica cuando la generada por las fuentes principales no es suficiente para abastecer la demanda.

Aplicación en Sistemas Portátiles

Las PEMFC pueden proporcionar energía eléctrica en lugares donde no es posible una conexión a red, utilizándose como unidades de potencia portátiles. Por ejemplo, en un lugar al aire libre el uso de una FC para generar energía eléctrica en lugar del uso de un generador diesel evita emisiones nocivas y no causa problemas de ruido en el entorno. Además, las FC se utilizan como unidades de apoyo cuando se producen cortes de energía y en aplicaciones militares. En este último caso, son mucho más livianas y con mayor vida útil que las baterías, dos características particularmente importantes para los soldados durante los períodos de maniobras militares. Algunas áreas de aplicación actuales de las PEMFC en sistemas militares portátiles incluyen: cargadores de baterías de equipos, sistemas de navegación, sistemas de comunicaciones y sensores.

Además, se recomienda últimamente el uso de PEMFC en computadoras portátiles y teléfonos móviles, idea que ha logrado una amplia atención de diversos fabricantes.

Las investigaciones de importantes empresas como Motorola, Toshiba, Samsung, Panasonic y Sony han demostrado que un teléfono móvil puede funcionar el doble de tiempo en comparación con el que utiliza una batería de litio con un tamaño equivalente y sólo necesita 10 min para recargarse. En cuanto a las computadoras portátiles se refiere, se ha demostrado que aquellas que utilizan PEMFC pueden funcionar hasta 5 horas o más. Estos tipos de PEMFC utilizadas en dispositivos móviles se llaman "microFCs".

CONCLUSIONES

A medida que la demanda global de energía continúa creciendo, es fundamental buscar tecnologías de producción y manipulación de energía no contaminantes y sostenibles que puedan satisfacer nuestras necesidades sin dañar el medio ambiente. En este camino, investigaciones y desarrollos en universidades y laboratorios en todo el mundo han demostrado que el hidrógeno, en particular el hidrógeno verde, es un vector energético versátil con muchas propiedades únicas, que lo convierten en uno de los combustibles más limpios y eficientes disponible en la actualidad.

No obstante, el hidrógeno debe ser asociado con dispositivos que permitan extraer la energía que almacena.

Esta es la función de las pilas de combustible, las cuales se presentan como una alternativa prometedora a los sistemas basados en combustibles fósiles y otros métodos de producción de energía que generan emisiones de gases de efecto invernadero. La tecnología de pilas de combustible ofrece beneficios significativos, tales como alta eficiencia energética, polución nula y la posibilidad de producción descentralizada de energía.

Sin embargo, estos dispositivos son sistemas complejos que todavía requieren de un considerable y continuo esfuerzo para alcanzar su mayor potencial. Además de las contribuciones provenientes de la Ingeniería en Materiales y Química, resultan fundamentales los aportes de la Electrónica y Automatización. En particular, para garantizar óptima eficiencia y seguridad de operación de las pilas de combustible, es esencial contar con convertidores electrónicos y sistemas de control que monitoreen y ajusten en tiempo real sus variables de funcionamiento. Estos sistemas deben ser capaces de gestionar la entrada de combustible y aire, controlar la temperatura, la presión y el caudal de los fluidos, y garantizar una distribución uniforme del combustible en las cel-

das. A medida que la tecnología avanza, los sistemas de electrónica y control se vuelven cada vez más y más sofisticados y, por tanto, el rendimiento energético de la pila puede ser maximizado.

En resumen, las pilas de combustible son una tecnología clave para lograr un futuro más sostenible y limpio en el que la energía se produzca de manera más racional y respetuosa con el medio ambiente. La combinación de actividades de investigación y de desarrollo continuas es el camino para generar tecnologías más avanzadas, que puedan asegurar un futuro energético sostenible para las generaciones venideras.

REFERENCIAS

[1] J. L. Anderson, J. J. More, P. F. Puleston, and R. Costa-Castello. Fuel cell module control based on switched/time-based adaptive super-twisting algorithm: Design and experimental validation. IEEE TCST, pages 1–8, 2022.

[2] E4tech. The Fuel Cell Industry Review. <http://FuelCellIndustryReview.com>, July 2021.

[3] C. Kunusch, P. Puleston, and M. Mayosky. Sliding- Mode Control of PEM Fuel Cells. Springer London, Jan. 2012.

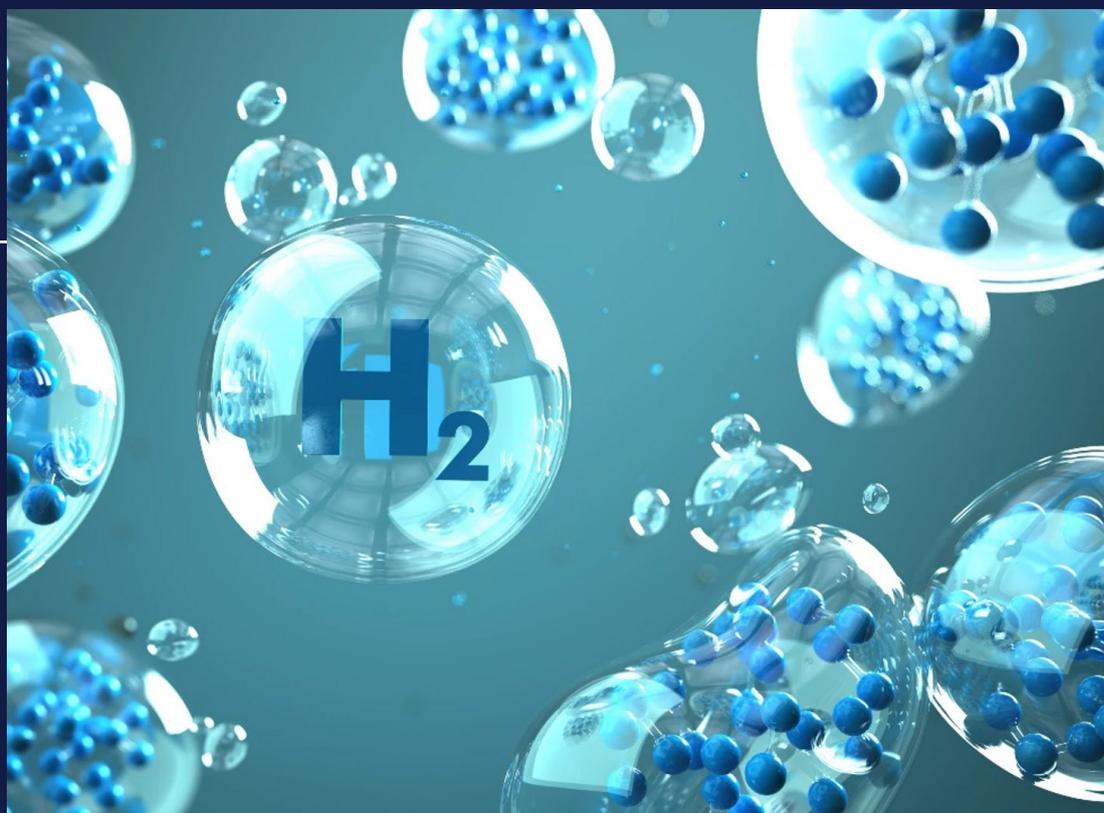
[4] Toyota Motor Corporation. Fuel Cell Toyota Mirai. <https://www.toyota.com/mirai/>, 2023.

[5] TW Horizon Fuel Cell Technologies. VL II series Liquid-Cooled Systems. www.horizonfuelcell.com/fuelcellsystems, 2020.

HIDRÓGENO DE MULTICOLORES Y AMONÍACO VERDE ¿UNA SOLUCIÓN PARA MITIGAR EL CALENTAMIENTO GLOBAL?



POR EL ACADÉMICO CARLOS OCTTINGER



LOS DISTINTOS COLORES DEL HIDRÓGENO

El hidrógeno, según la tabla periódica sería un metal en el que dos átomos se une para formar una molécula. Se trata de la primera molécula que se formó después del Big Bang.

El hidrógeno ha desarrollado un crecimiento exponencial en el interés como componente clave de la transición energética. Se multiplica la cantidad de anotados en el análisis y propuestas de proyectos y en la investigación de tecnologías de producción y mejoras de la eficiencia energética y los costos de producción.

El hidrógeno, que no implica la emisión de

gases de efecto invernadero, jugará un rol fundamental en la mezcla energética futura reemplazando a algunas de las aplicaciones energéticas actuales, como por ejemplo, el hidrógeno empleado en el tratamiento de los combustibles en las refinerías. Además, proveerá una fuente de energía en aquellas industrias cuya descarbonización se hace difícil (Un ejemplo de ello es la industria del acero). Esto demandará miles de millones de dólares en inversiones. El uso del hidrógeno como combustible para el transporte jugará un rol importante dando origen a La Economía del Hidrógeno.

En la figura 1 se muestra cómo se distribuye hidrógeno según los procesos.

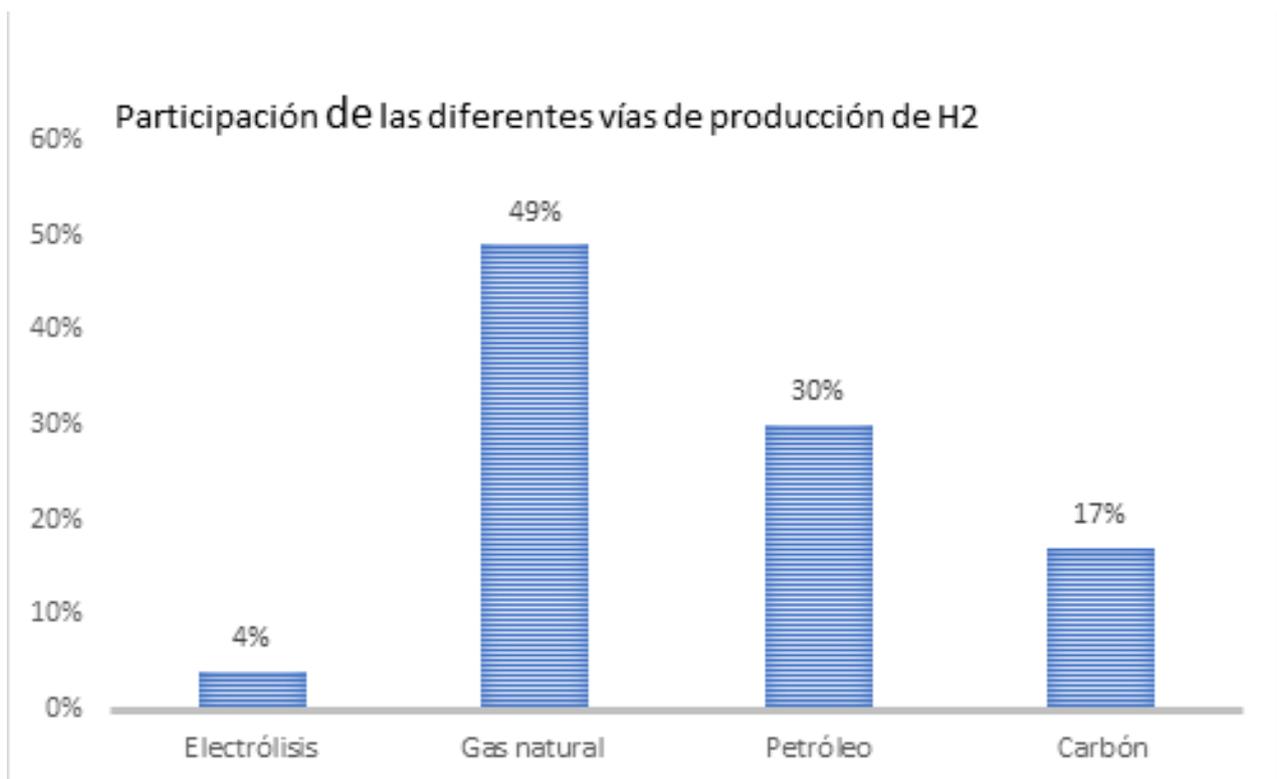


Figura 1. Participación de las diferentes vías de producción del H₂

La producción de hidrógeno con diversas tecnologías genera una paleta de colores desde el negro al blanco. Hasta ahora se han definido al menos 8 colores para identificar los modos de producción y su impacto en el calentamiento global debido al efecto invernadero. Muchas de las tecnologías de obtención de hidrógeno, liberan anhídrido carbónico que es el principal responsable del efecto invernadero principal causa el calentamiento global.

El hidrógeno (H₂) más amigable con el medio ambiente se identifica como H₂ Verde. Es interesante que, a pesar de ser un gas incoloro, se lo ha bautizado con diferentes colores según su origen. Estos colores no son más que un código. La industria utiliza estos colores para diferenciar su origen y el impacto ambiental. La Tabla I muestra la paleta de colores que se ha ido formando, a pesar de la importancia de estos códigos a nivel molecular no existe diferencia entre ellos.

El hidrógeno verde se fabrica usando electricidad de fuentes renovables para descomponer la molécula de agua en H₂ y O₂ en celdas electrolíticas. Las empresas fabricantes de estas celdas, están realizando grandes esfuerzos para aumentar su potencia en Megawatts y la eficiencia energética medida en Kg de H₂/kWh consumido.

El método más usado y el más económico es el reformado de gas natural con captura de CO₂ para eliminar el de proceso y de combustión en hornos y caldera. Por esta vía se obtiene el hidrógeno azul.

Después de elaborada esta tabla, surgió otro color el Hidrógeno Dorado. Este tendría emisión negativa de CO₂. En efecto investigadores del Instituto de Tecnología Química de Valencia han creado un proceso basado en energías renovables, y electrolizadores que utilizan membranas cerámicas protónicas. El generador es escalable y modular. Estas membranas permiten producir hidrógeno de alta pureza a partir de electricidad y moléculas como metano y amoníaco. Las membranas protónicas utilizan procesos electroquímicos. El estudio publicado en la

revista Science indica que el hidrógeno dorado conduciría a emisiones negativas en la medida que se utilicen energías renovables, mientras que el CO₂ que se produce en el proceso debe ser capturado y almacenado.

LAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES.

El proceso de reformado de gas natural, compuesto mayormente por metano, en hornos con tubos de alta resistencia térmica, rellenos de catalizadores, generalmente se utiliza catalizadores de níquel soportado sobre alúmina que favorecen la reacción. En la Figura 2 se ejemplifica su producción. Los esfuerzos actuales de investigación se centran en el desarrollo de nuevos catalizadores más activos y estables en un rango amplio de condiciones de operación, así como flexibles para reformar distintos hidrocarburos.

las reacciones principales son: CH₄+H₂O <-> CO+3H₂ y CH₄+2H₂O <-> CO₂+4H₂

El monóxido de carbono y el anhídrido carbónico se utilizan para producir Metanol. Es interesante este producto ya que casi todo el árbol petroquímico puede obtenerse a partir del mismo, además de ser factible su uso como combustible. El metanol usado como combustible, libera mucho menos anhídrido carbónico que los hidrocarburos para la misma cantidad de calor, expresado en Kcal/Kg

Pero si lo que se desea producir es hidrógeno azul o amoníaco azul, se debe convertir el CO en CO₂ en otro reactor de carbón shift con agua CO+H₂O <-> CO₂+H₂O. y luego capturar el CO₂. Se puede ver que tanto por combustión, como en las reacciones de reformado y carbón shift se debe capturar y almacenar por absorción PSA (Pressure Swing Absorption) o captura con aminas. La producción de H₂ por esta vía genera cantidades importantes de CO₂ en la reacción como en el calentamiento de horno y en la quema de gas natural suplementario en la caldera generadora de vapor.

Otra fuente de hidrógeno son los reforma-

Los diferentes colores del hidrógeno	
Color	Definición
H2 Verde	Producido sin emisiones de GEI
	La combustión produce sólo vapor de agua
	Se obtiene utilizando energías limpias de fuentes de energía renovable como solar, viento o agua
	Representa un pequeño porcentaje de toda la producción de H2 porque todavía es cara
H2 Azul	Producida mayormente a partir de gas natural por reformado con vapor
	H2 y dióxido de carbono son sub productos del proceso
	Captura y almacenaje de CO2 es esencial para evitar que éste contamine la atmósfera
	A menudo se lo describe como H2 de bajo carbono ya que el reformado con vapor no evita la emisión de GEI
H2 gris	La forma más común de producción de hidrógeno
	Creado por reformación de metano
	sin captura de CO2 formado en el proceso por quema de gas en hornos y calderas
H2 Negro o Marrón	Exactamente opuesto al H2 verde en el espectro
	El más dañino al medio ambiente
	Utiliza carbón negro o lignito (Carbón marrón) Gas de agua ($C + H_2O > CO + H_2$)
	El H2 hecho a partir de combustibles fósiles por gasificación se lo llama negro o marrón
Hidrógeno rosado	Producido por electrólisis con electricidad producida por energía nuclear
	También se lo suele denominar como púrpura
	Las muy altas temperaturas de los reactores nucleares pueden usarse en las otras formas de producción generando valor para mejorar la electrólisis o para calentamiento del reformador
Hidrógeno turquesa	Nuevo tipo de H2
	Su producción debe probarse aún a escala
	El proceso es <u>pirólisis</u> de metano, produciendo hidrógeno y carbón
	Puede ser una opción en el futuro para bajar la emisión de CO2
Hidrógeno amarillo	Nuevo tipo de hidrógeno
	Se lo producen a partir de energía solar
Hidrógeno blanco	H2 presente en formaciones geológicas en depósitos subterráneos creados por <u>fracking</u>
	NO hay aún estrategias para recuperar este hidrógeno

Tabla 1: Identificación de tipos de H2 según origen y color asignado

Reformador Autotérmico

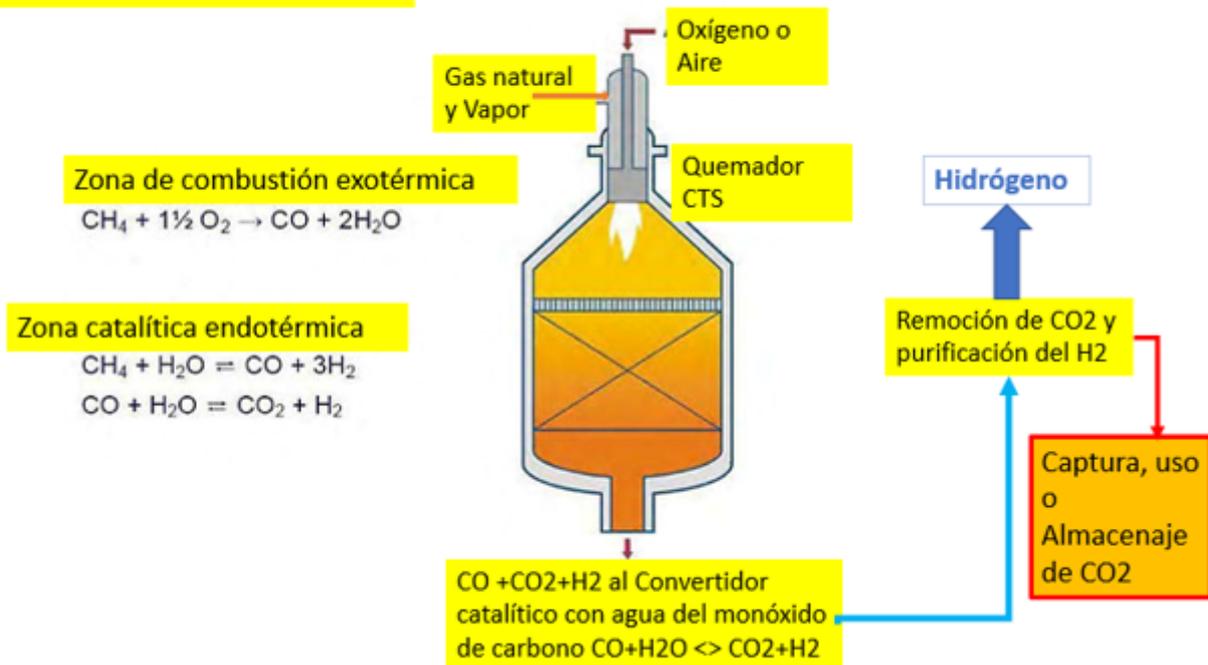


Figura 3. Esquema de Reformador Autotérmico

El reactor de ATR tiene dos zonas bien diferenciadas, en la primera se produce la oxidación parcial del gas natural y en la segunda un lecho catalítico, generalmente compuesto por cobre se produce el reformado con vapor de agua. El rendimiento en hidrógeno de este proceso es 3 kmol de h₂/kmol de metano. Si el objetivo fuera producir amoníaco azul, se puede utilizar aire en lugar de oxígeno lo que reduce notablemente la inversión. En la Figura 3 se presenta un esquema del Reformador Autotérmico Shift Converter (Reactor de desplazamiento) En esta reacción el monóxido de carbono formado en el reformado se hace reaccionar con vapor de agua en un lecho catalítico para convertirlo en anhídrido carbónico, produciendo hidrógeno adicional. Conviene operarlo a temperaturas moderadas ya que el aumento de temperatura deja una mayor cantidad de monóxido sin convertir.

PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO POR ELECTROLÍISIS DE AGUA

Según el diccionario: Electrólisis es: La descomposición química de determinadas sustancias fundidas o en solución por medio del paso de corriente eléctrica.

Se trata del proceso clave para la producción de hidrógeno verde por medio de la electrólisis de agua. Esta tecnología es conocida desde hace mucho tiempo, en 1800 Alejandro Volta desarrolló la pila eléctrica, que son celdas electrolíticas que producen electricidad. En la de electrólisis el proceso es inverso, usando electricidad de corriente continua (Que para ser H₂ verde debe provenir de fuentes renovables o de energía nuclear se descompone la molécula de agua en hidrógeno y oxígeno, normalmente se necesita un soluto alcalino fuerte como el hidróxido de sodio Para mejorar la transmisión de iones.

Las celdas electrolíticas tienen dos electrodos (Ánodo+ y Cátodo-) entre ellos se desplazan los iones positivos. La acción de la corriente eléctrica disocia al agua. El hidrógeno se deposita en el cátodo, mientras que

el oxígeno lo hace en el ánodo. El hidrógeno producido contiene impurezas mayormente agua (debe secarse) y restos de oxígeno que deben. El proceso es exotérmico por lo que el agua debe recircularse para remover calor.

Las reacciones son:

Ánodo: $4OH \leftrightarrow O_2 + 2H_2O + 4e^-$

Cátodo: $4H_2O + 4e^- \leftrightarrow 2H_2 + 4OH^-$

Se estima que para 2030 se necesitarán 100GW de capacidad de electrólisis instalada y para 2050 la necesidad de capacidad instalada llegaría a 3600GW, de esta capacidad se espera que el 40% usará la tecnología de membranas de intercambio de protones. El aumento de demanda sería muy grande, por ejemplo, en la actualidad en Europa hay solamente 1.75GW de capacidad instalada. El catalizador del ánodo está basado en iridio, metal muy escaso que podría ser el cuello de botella del crecimiento esperado. Los esfuerzos de I&D se dirigen a buscar formas de disminuir el uso de iridio y aumentar su reciclado.

Los catalizadores promotores de las electrólisis tradicionales utilizan iridio negro al 98%

o óxido de iridio al 82%. Las nuevas tecnologías apuestan a aleaciones de iridio-rutenio o iridio soportado sobre una base no conductora.

Otra forma de producir hidrógeno a partir el agua (Universidad de Michigan) es por imitación de la fotosíntesis, capturando la luz solar sin destruir el semiconductor. Se divide la luz según sus frecuencias, las más altas se utilizan para descomponer el agua en H_2 y O_2 , mientras que las frecuencias bajas generan calor que acelera la reacción. El proceso utiliza un catalizador semiconductor basado en nitruro de iridio y galio.

Una amenaza para la vía electrolítica es la inestabilidad de las fuentes renovables, dado que la electrólisis es un proceso continuo y el suministro de energías renovables depende del viento o de la luz solar que por su naturaleza son discontinuos

La Figura 4 muestra los dos tipos de electrolizadores en uso, mientras que la Figura 5 muestra el modo de maduración de las tecnologías de generación de electricidad renovable y la de las tecnologías del hidrógeno que evita la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI)



Figura 4 Tipos de electrolizadores en uso (Fuente IEA)

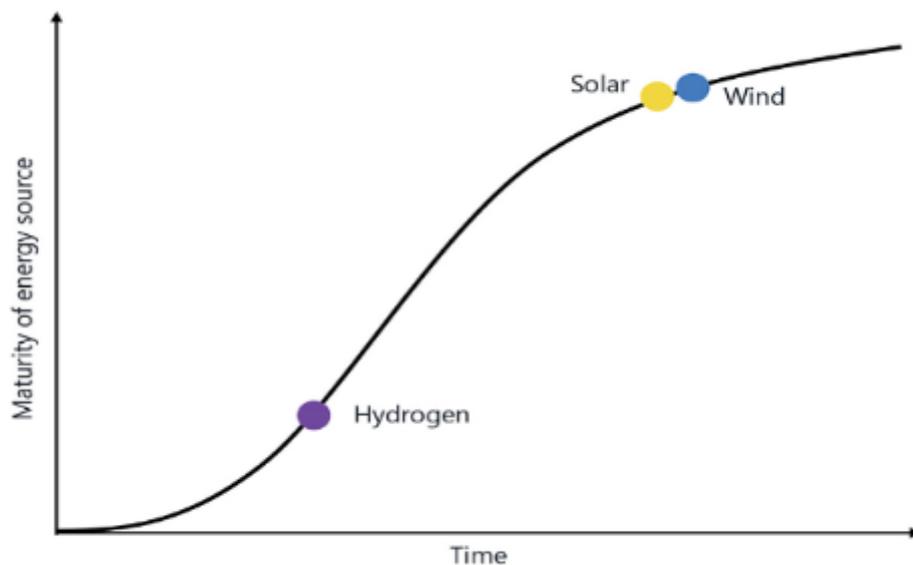


FIG. 1. H₂ technology on the maturity curve.

Figura 5 Tecnología de hidrógeno, curva de madurez, frente a las energías renovables Fuente D. Jensen: NEW HYDROGEN-Dinamarca

Recientemente se completó la instalación en una refinería en Rotterdam el electrolizador multi Megawatts de alta temperatura, es el primero en el mundo destinando a producir hidrógeno verde. La tecnología es de Sunfire y está ahora en proceso de puesta en marcha.

Se han instalado 12 módulos electrolizadores en la refinería de Neste Oil, los que sumados el sistema electrolizador de alta temperatura más grande del mundo (2.6MW). El sistema está basado en celdas de electrólisis de óxido sólido SOEC, que opera a 850°C, utilizando calor residual disponible en la refinería. El electrolizador procesa vapor que se convierte en H₂ con la máxima eficiencia energética, comparada con otros procesos, dado que al operar a altas temperaturas se reduce significativamente la cantidad de electricidad requerida. Una vez completada la puesta en marcha el electrolizador producirá 60Kg/hr de hidrógeno verde.

IDEAS DE COSTOS DEL HIDRÓGENO

La International Energy Agency(IEA) calculó que el costo más promisorio del hidrógeno azul puede bajar hasta 1,55 U\$/kg. Mientras que el verde generado a partir de energías renovables podría bajar hasta 2,6 U\$/Kg. En tanto que la Universidad Nacional de Australia estima que en pocos años podría costar 2,3 u\$/Kg y probablemente hacia el fin de la década podría llegar a menos de 2U\$/Kg.

HIDRÓGENO A PARTIR DE ENERGÍA NUCLEAR

Inglaterra apuesta a que la energía nuclear estaría en el corazón de la producción de hidrógeno limpio. Para 2050 la energía nuclear proveería el 33 % de las necesidades de H₂. La base de este desarrollo sería el AMR (Advanced Modular Reactor), actualmente en desarrollo).

Cabría preguntarse si el reactor modular Caren, en construcción por la CNEA tendría una oportunidad en este mercado. La tecnología a emplear sería electrolizar agua en fase vapor con tecnología similar a la de Sunfire. El

calor producido por los reactores nucleares es lo suficientemente alto como para descomponer el agua sin requerir electricidad. En conclusión; los reactores modulares de pequeña escala ofrecen oportunidad para producir el H₂ verde cerca de conglomerados industriales.

AMONÍACO VERDE

El amoníaco verde es una de las claves para utilizar, almacenar y transmitir y transmitir energía química, es una parte crítica de la transición energética ya que puede proveer energía a sectores difíciles de electrificar, como el transporte terrestre o marítimo, usos químicos, en el acero, también combustible para camiones y buques, que verían simplificado el uso de amoníaco antes que el hidrógeno, ya que éste debe ser almacenado a 700 bar o a -320°C

El amoníaco es un compuesto químico de nitrógeno e hidrógeno (NH₃). Lo conocemos como un gas incoloro con un fuerte olor fácilmente reconocible. Su principal uso en la actualidad es como fertilizante o producción de fertilizantes nitrogenados como la urea. También es fundamental en otros procesos industriales.

ESTAS SON LAS VENTAJAS DEL AMONIA- CO VERDE FRENTE A OTRAS ENERGÍAS.

- No libera gases que provoquen el efecto invernadero.
- A diferencia del carbón o petróleo, el amoníaco verde se obtiene a través de un proceso limpio. Su producción solo libera oxígeno y agua. Esto contrasta con la producción de otras energías que generan residuos radiactivos como la energía nuclear o emiten CO₂ (petróleo, carbón).
- Tiene una alta densidad energética por volumen. De un mismo volumen de amoníaco e hidrógeno, vamos a obtener más energía del amoníaco. Esta cualidad supone beneficios a la hora de almacenar o transportar el amoníaco: Se necesitan menos volumen de

amoníaco que de hidrógeno para hacer funcionar los motores de un barco o un tractor.

- Se trata de un combustible más eficiente.
- Sencillez de almacenar y transportar: En modo gaseoso o líquido, sus requisitos de conservación son poco exigentes. Esto facilita su almacenaje y transporte, haciéndolo versátil. Puede transportarse en garrafrones a espacios poco accesibles o puede almacenarse en grandes tanques en polos industriales para alimentar maquinaria, dándole una versatilidad funcional enorme en comparación con otras energías que precisan de infraestructuras (petróleo, gas, hidroeléctrica).

- Los costos de producción son inferiores a otras energías: Dada su sencillez, es más barato producir amoníaco que hidrógeno. Además, nuevas técnicas limpias y baratas consiguen producir amoníaco de formas cada vez más eficientes. Esto implica que con una tecnología sencilla y una inversión limitada se puede producir este combustible en cualquier parte del mundo, independientemente de sus recursos.

- Múltiples aplicaciones: Es capaz de almacenar y transportar energía química, algo muy útil para el desarrollo de otras energías verdes, dado que algunas de las energías sostenibles se producen en forma sujeta a interrupciones y en lugares adecuados para su desarrollo; tal el caso de la energía solar, eólica o mareomotriz. Por ello, sería muy útil almacenarla para poder usarla cuando no sea posible producirla.

- Hasta ahora se ha planteado el empleo de baterías eléctricas, que todavía cuentan con limitaciones en su uso (corta duración, baja capacidad). Sin embargo, el amoníaco propone una solución: usar la energía eléctrica producida por el sol, el viento o el mar para obtener el amoníaco, que se puede almacenar en grandes cantidades y a largo plazo y se puede transportar fácilmente por las ventajas que hemos visto anteriormente. Por lo tanto, se podría usar a voluntad sin tener que depender de las fases de producción de estas energías verdes.

- Proyectos como ARENHA, desarrollado por el Centro Nacional del Hidrógeno (CNH2) con respaldo financiero de la iniciativa Horizonte 2020 de la Comisión Europea, plantean el uso comercial del amoníaco verde como vector de almacenamiento para 2030.
- Una última ventaja en sus aplicaciones es la posibilidad de emplearse como un combustible al uso: a través de combustión en motores o por medio de una reacción química con el oxígeno en una pila, pudiendo producir electricidad.
- Además, el amoníaco cuenta con una densidad energética mayor que el hidrógeno, resulta muy poco inflamable y las fugas son más fáciles de detectar.
- Como desventajas de este compuesto podemos señalar la posible generación de óxidos de nitrógeno, aunque existen tecnologías para reducir esta posibilidad, y la necesidad de construir terminales de reconversión a hidrógeno, que, aun así, resultan más rápidas de construir que los gasoductos con características especiales para transportar hidrógeno renovable. Se han realizado algunos ensayos para transportar mezclas de hidrógeno (25% a 30%) y gas natural
- Además del papel del amoníaco verde en el transporte del hidrógeno renovable, este va a jugar un papel clave en la sustitución del amoníaco gris en el resto de sus usos.
- Además, el amoníaco cuenta con una densidad energética mayor que el hidrógeno, resulta muy poco inflamable y las fugas son más fáciles de detectar.

Por las características ya mencionadas, el amoníaco tiene proyección como combustible en la industria agrícola y marítima, posibilitando la descarbonización planteada por la Unión Europea de cara a 2050. Sin embargo, en el caso de industria marítima, es precisa la inversión en puertos para facilitar el repostaje de las naves, además de la implementación de mejoras en los sistemas de los propios barcos que mejoren la seguridad.

Fuente: <https://blog.caixabank.es/blogcaixabank/amoníaco-verde-energia-alternativa>

La síntesis del amoníaco se puede hacer por la reacción catalítica de Hidrógeno y Nitrógeno. En la proporción molar de 3:1 se comprime a 200 bar en un compresor centrífugo y se alimenta a un reactor un catalizador de hierro. El gas que sale del reactor contiene 11 a 15% de amoníaco, éste se condensa en tres o cuatro etapas de refrigeración. El gas libre de amoníaco se recicla al compresor. Mientras que el amoníaco líquido se evapora en varias etapas para eliminar impurezas. El condensado de cada etapa se utiliza para condensar el amoníaco que sale del reactor. Finalmente, el amoníaco se comprime a 15.6 bar y se enfría a 38°C para almacenarlo de este modo, la conversión del hidrógeno renovable en amoníaco verde va a contribuir de forma importante en la descarbonización de aquellos sectores que emplean este compuesto. El proceso para la obtención de amoníaco es contaminante, ya que se hace reaccionar hidrógeno y nitrógeno atmosférico. El hidrógeno que se emplea proviene de la reformación al vapor del metano, proceso que implica emisiones de CO₂. Sin embargo, gracias a avances científicos y tecnológicos, ya es posible, por medio de la electrólisis, producir amoníaco verde, es decir, evitando las emisiones de CO₂.

LOS OTROS USOS DEL AMONIACO VERDE

De la producción mundial de amoníaco (183 MMT/año en 2020, IRENA 2020), alrededor del 85% se destina a la fabricación de fertilizantes, como amoníaco anhidro (sin agua) o urea o mezclas UAN (Amoníaco Nitrato de Amonio). Además de para producir fertilizantes, las aplicaciones del amoníaco llegan a las industrias de explosivos, farmacéuticas, plásticas y textiles.

También se emplea como refrigerante en la industria alimentaria o en los circuitos industriales de aire acondicionado, y en la tecnología AdBlue para el control de las emisiones de NO_x en los vehículos diésel.

Así, existen varios proyectos en esta línea, como el que están desarrollando Nutriem y

la naviera Exmar para un barco que funcionará con amoníaco y que estará listo en 2025, o el de MAN o Wärstila, que están desarrollando motores marinos para amoníaco.

Otra opción que se está planteando es su uso como combustible alternativo para la aviación. En este sentido, ya existe un primer prototipo desarrollado por la compañía australiana AviationH2, que empezará a volar en 2023. La utilización de amoníaco verde como combustible también se plantea como una opción para reducir las emisiones del sector eléctrico, en especial en lugares con restricciones para la producción e importación de energías renovables, o su uso en pilas de combustibles compatibles con amoníaco para lugares remotos sin acceso a la red eléctrica.

Además, el amoníaco se presenta también como un candidato para el almacenamiento energético en forma química. Este se puede almacenar en los depósitos GLP adaptados y presenta una mayor densidad volumétrica que el hidrógeno. El papel que pueda jugar el amoníaco verde como vector energético, junto al hidrógeno renovable y el resto de gases renovables, nos muestra cómo la descarbonización de la industria pasa por tener una visión más amplia. Para conseguirlo, no solo se trata de aportar energía renovable, sino que también hay que convertir en verde muchos compuestos y elementos químicos que se usan como materias primas y que, hoy por hoy, se generan a partir de los combustibles fósiles, como el petróleo o el gas. En este sentido, la conversión del hidrógeno renovable a amoníaco verde es un paso clave, al ser este un compuesto ampliamente utilizado en la industria química y en fertilizantes.

Fuente Genia bioenergy (geniabienergy@.com)

CONVERSIÓN DE HIDRÓGENO VERDE EN AMONIACO VERDE

El amoníaco producido a partir de la conversión de hidrógeno verde es considerado limpio y tiene, como ventaja, el necesitar de condiciones menos extremas para su

transporte y almacenamiento (11,72 bar de presión o $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$), lo que reduce el coste respecto al hidrógeno verde comprimido o licuado.

Este es un compuesto para el que ya existe un comercio internacional bien desarrollado, con lo que se cuenta con la experiencia e infraestructura para su manejo, reduciendo costes y aportando seguridad.

Como desventajas de la combustión de amoníaco se puede señalar la posible generación de óxidos de nitrógeno tóxicos y de fuerte impacto ambiental, aunque existen tecnologías para reducir esta posibilidad, y la necesidad de construir terminales de reconversión a hidrógeno, que, aun así, resultan más rápidas de construir que los gasoductos internacionales para hidrógeno renovable.

Las pérdidas son fácilmente detectables, como que no ocurre con las de hidrógeno, aunque su principal problema es que el amoníaco es tóxico, siendo las pérdidas de gran volumen sumamente peligrosas.

Además del papel del amoníaco verde en el transporte del hidrógeno renovable, este va a jugar un papel clave en la sustitución del amoníaco gris en el resto de sus usos. De este modo, la conversión del hidrógeno renovable en amoníaco verde va a contribuir de forma importante en la descarbonización de aquellos sectores que emplean este compuesto. El amoníaco se presenta también como un candidato para el almacenamiento energético en forma química. Este se puede almacenar en los depósitos GLP adaptados y presenta una mayor densidad volumétrica que el hidrógeno. El papel que pueda jugar el amoníaco verde como vector energético, junto al hidrógeno renovable y el resto de gases renovables, nos muestra cómo la descarbonización de la industria pasa por tener una visión más amplia. Para conseguirlo, no solo se trata de aportar energía renovable, sino que también hay que convertir en verde muchos compuestos y elementos químicos que se usan como materias primas y que, hoy por hoy, se generan a partir de los combustibles fósiles.

En la Figura 6 se presenta la evolución de los costos del amoníaco gris y amoníaco verde. ÚLTIMAS NOTICIAS: El grupo Thyssen-Uhde y la española IDESA para plantas industriales (IDIP) ha firmado un memorándum de entendimiento para cooperar en el desarrollo y fabricación de módulos para proyectos de amoníaco verde. El acuerdo se enfocará en el desarrollo de un proyecto conjunto de plantas de amoníaco verde modularizadas (Una planta modularizada suele costar entre 10 y 12% menos que una planta convencional N del Autor). El proyecto utilizará la tecnología de Uhde para amoníaco utilizada en 130 plantas de gran escala. Se espera que las plantas se integren con plantas de hidrógeno verde. Las plantas de amoníaco verde son vitales para el éxito de la transición energética, El amoníaco verde es un excelente transportador de hidrógeno ya que es fácil de comprimir y transportar que el hidrógeno. El amoníaco se puede usar directa-

mente como combustible o descomponerlo térmicamente para utilizarlo en la cadena de valor del H2 (Fuente Thyssen IDESA)

ROL DEL ESTADO Y DEL SISTEMA FINANCIERO.

Las políticas que ha desarrollado la Unión Europea pugnan por mantener el impulso hacia el hidrógeno a partir de energías renovables o por lo menos el azul., con el objetivo que funcione la cadena de suministros que pudieran trabar el desarrollo de proyectos. Sin embargo, un voto reciente del parlamento europeo descartó leyes propuestas por la Comisión Europea para promover el hidrógeno renovable. La industria espera una propuesta de revisión dado que la propuesta original atrajo críticas. Este hecho es una prueba de lo importante que es el rol de los gobiernos en el desarrollo de hidrógeno y amoníaco verde.

Es conocido que el hidrógeno ha sido utiliza-

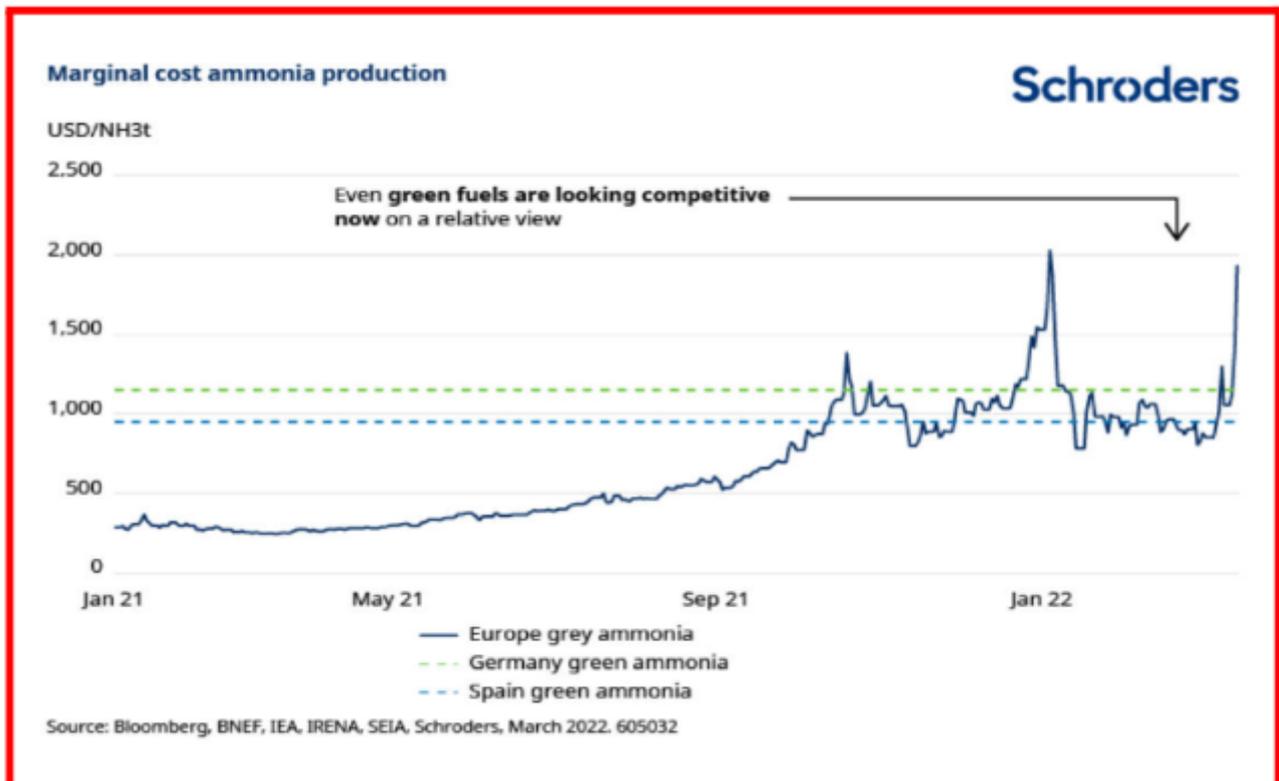


Figura 6 Este cuadro que cierra la sección de amoníaco verde muestra que éste tendería a volverse competitivo con el amoníaco gris convencional

do por mucho tiempo por la NASA en el desarrollo de cohetes para el programa espacial. La combustión del hidrógeno en la generación de electricidad y en el transporte marítimo y terrestre emite sólo vapor de agua, de allí su atractivo.

El gobierno australiano ha apoyado con U\$ 70 millones para tres proyectos, entre ellos un electrolizador de 10MW. No obstante, los promotores de proyectos de hidrógeno verde afirman que se requerirá mucho mayor apoyo del gobierno para llegar a 1.5MMTons/año antes del 2030.

Si se obtiene apoyo financiero y gubernamental para desarrollar proyectos de mayor tamaño (100 a 1000MW)

La necesidad de apoyo no ocurre sólo en Australia, tanto el Reino Unido y la Unión Europea estudian esquemas promocionales para un megaproyecto de 200MW propuesto por Shell, para llevar adelante este proyecto se requieren subvenciones de la Unión Europea.

Volviendo al caso de Australia se ha propuesto un proyecto de electrolizadores en Port Pier, que suman 400MW. Los promotores afirman que tal proyecto requiere apoyo de todos los involucrados en el negocio, el tema: gobierno federal y de los estados, entes financieros, proveedores de energía renovable muy importante, compromisos firmes de compra de los futuros usuarios ya que sin esto no hay financiación.

En una palabra, para la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero se requiere algún tipo de tasa o incentivos para llegar a 2050 con menos de 2°C de aumento de temperatura.

Mientras que en la Figura 7, se presenta un esquema del mercado voluntario de carbono, en la Figura 8 se contempla la evolución de la producción de los tipos de H2 al año 2050.

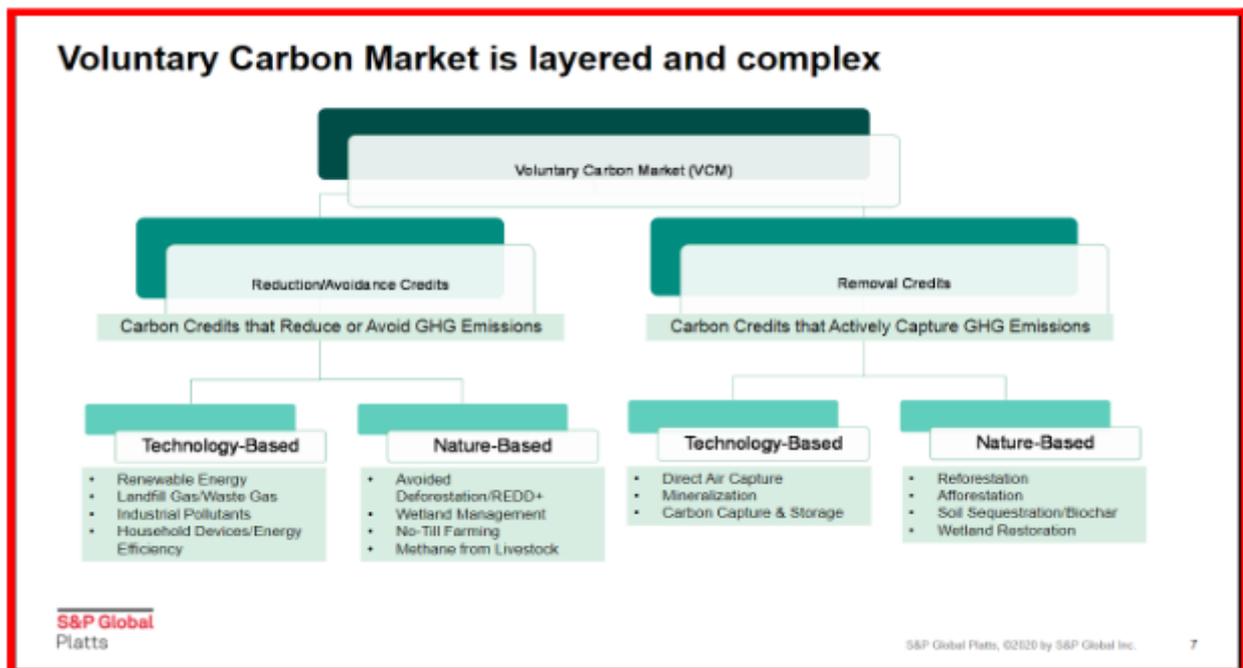


Figura 7: Este cuadro presentado por Platts y S&P es una muestra de la complejidad del desarrollo del mercado voluntario de reducción de la huella de carbono

2050

Supply

H₂ Production Growth (Mt/yr)

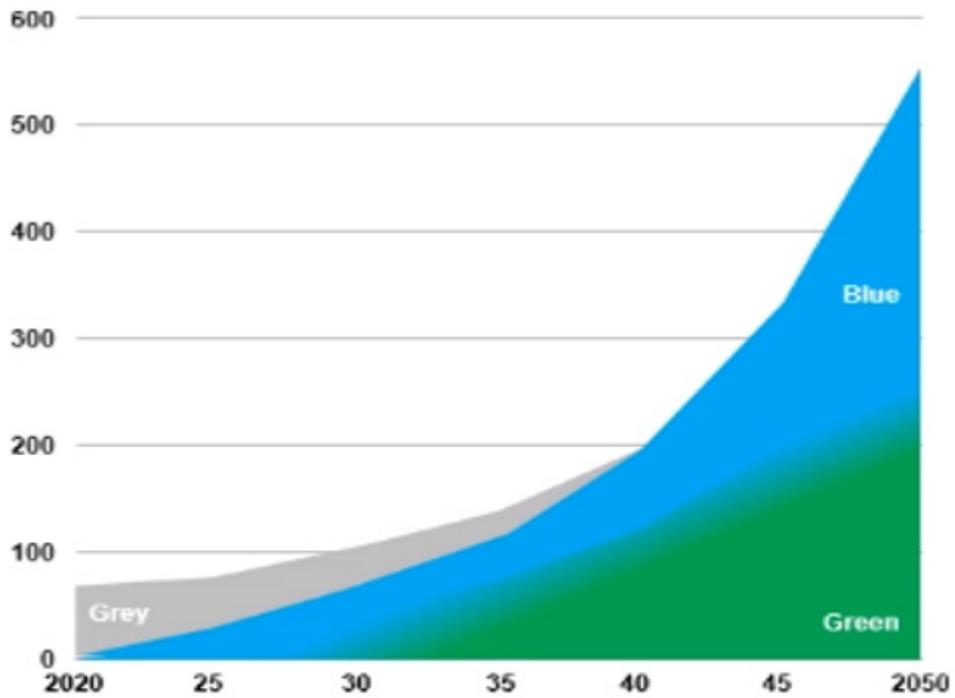


Figura 8 Proyecciones de la producción de los diferentes tipos de hidrógeno al 2050 (Fuente Consejo del Hidrógeno Senda de la descarbonización 2021)



RELACIONES INSTITUCIONALES DE LA ACADEMIA

LABORATORIO DE ENTRENAMIENTO MULTIDISCIPLINARIO PARA LA INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA — LEMIT-CIC

El 23 de febrero de 2023, en la sede del Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica, perteneciente a la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires-LEMIT-CIC, su Director el Dr. Ing. Fabián ILOORO, firmó junto a la Ing. Patricia Arnera, Presidente de la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires, un acuerdo de cooperación científico-tecnológica, por el cual ambas instituciones se comprometen a impulsar actividades conjuntas y progra-

mas de trabajo para la generación, difusión y aplicación de conocimiento científico y tecnológico a los sectores productivos y sociales del ámbito privado y/o público, así como la difusión y promoción de las carreras de Ingeniería en diversos ámbitos. En la cordial reunión realizada, se plantearon temas de común interés a desarrollar en el futuro, como así también el Dr. Iloro ratificó la disponibilidad de las instalaciones del LEMIT, para continuar siendo la sede física de la Academia.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO DE ARECO – UNSADA

El pasado 15 de marzo de 2023, en el Rectorado de la Universidad Nacional de San Antonio de Areco (UNSAaA), se firmó el convenio de colaboración mutua entre dicha institución y la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires.

El acuerdo fue rubricado por el Sr. Rector de UNSAaA, Dr. Jerónimo Ainchil y la presidente de la Academia Ing. Patricia Arnera, en un encuentro del que también participaron la Sra. Vicerrectora, Mag. Silvina Sansarricq y el Sr. Director de la Escuela de Desarrollo Productivo y Tecnológico, Dr. Ramiro Sarandón.

La UNSAaA es una joven universidad, creada en el año 2015 (Ley 27.213 del 25.11.2015), habiendo sido aprobado su Proyecto Institucional y autorizada su puesta en marcha el 17 de abril de 2017. En la ley de creación se expresa las características que tendrá su oferta académica “garantizar la implementación de carreras que apoyarán la industrialización de la ruralidad y estarán articulando con la agroindustria. Asimismo, se evitará la superposición de oferta a nivel geográfico y disciplinario con las universidades instaladas en la provincia de Buenos Aires”.

Las actividades se desarrollan en una sede académica ubicada en San Antonio de Areco

y otra sede en la ciudad de Baradero. Además de las dos sedes Académicas, posee doce extensiones áulicas ubicadas en diversas ciudades de la región, ampliando el radio de acción ante el requerimiento específico de dichas poblaciones.

Respecto a la firma del convenio, el Dr. Ainchil manifestó: “Para la Universidad Nacional de San Antonio de Areco es de suma importancia la vinculación con instituciones como la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires para impulsar y concretar, de manera coordinada, acciones destinadas a la generación, difusión y aplicación de conocimiento científico y tecnológico, así como la cooperación de actividades de valor formativo para estudiantes y graduados.”

A continuación de la firma del convenio, se visitó en el Rectorado la muestra “Fuerza Natural” de la fotógrafa Luisa Magdalena, realizada en conmemoración del Día Internacional de la Mujer. Luego se recorrieron las instalaciones que posee la universidad en la sede de San Antonio de Areco, visitando la sede Gúiraldes y Rivadavia, como así también el campus en el que se instalarán diversos centros de investigación.



INSTITUCIONES CON LAS CUALES SE HAN FIRMADO CONVENIOS

- Universidad Nacional de San Antonio de Areco – UNSAdA- 15.03.2023.
<https://www.unsada.edu.ar/>
- Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica – LEMIT-CIC- 23.02.2023.
<https://www.lemit.gov.ar/>
- Universidad Nacional de Mar del Plata- UNMdP- 09.09.2022.
<https://www.mdp.edu.ar/>
- Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata – FI-UNMdP – 03.05.2022.
<http://www.fi.mdp.edu.ar/>
- Universidad Tecnológica Nacional – Regional La Plata- UTN-FRLP-26.09.2022.
<https://www.frlp.utn.edu.ar/>
- Universidad Tecnológica Nacional – Regional Delta- UTN-FRD -08.07.2022.
<https://www.frd.utn.edu.ar/>
- Universidad Tecnológica Nacional – Regional Buenos Aires- UTN-FRBA -17.03.2022.
<https://www.frba.utn.edu.ar/>
- Universidad Nacional del Centro- UNICEN- 01.02.2022.
<https://www.unicen.edu.ar/>
- Universidad Nacional de Lomas de Zamora -UNLZ– 29.09.2021.
<https://www.unlz.edu.ar/>
- Universidad Nacional de La Matanza- UNLAM- 16.09.2021.
<https://www.unlam.edu.ar/>
- Universidad Nacional del Sur- UNS- 29.12.2020.
<https://www.uns.edu.ar/>
- Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires- UNNOBA- 03.12.2020.
<https://sitio.unnoba.edu.ar/>
- Universidad Nacional de La Plata- UNLP- 23.10.2020.
<https://unlp.edu.ar/>
- Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires - CIC – 28.06.2016.
<https://www.cic.gba.gob.ar/>

PREMIOS OTORGADOS POR LA ACADEMIA DE INGENIERÍA DE LA PROVINCIA DE BS. AS.

La Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires, instituye anualmente premios para distinguir distintos tipos de destacadas trayectorias que hayan realizado profesionales de la Ingeniería.

Cada año y de manera alternada se otorgan los siguientes premios:

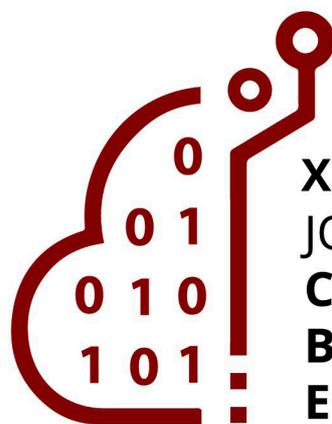
Premio Consagración: tiene por objeto distinguir con carácter "de consagración" a ingenieros que han desarrollado una muy destacada actividad profesional en el país, tanto en cuanto a obras originales, como trabajos de investigación y docencia en el más elevado nivel. Sus aportes deben ser específicos en alguna de las áreas de la ingeniería y deben haber significado de excepcional mérito para el progreso del país y de su especialidad.

Premio a la Materialización de Obras de Ingeniería: este premio se ha sido instaurado a los efectos de distinguir y reconocer la trayectoria de aquellos ingenieros que hayan tenido a su cargo la materialización de obras de significativa importancia en nuestro país y que residan en la Provincia de Buenos Aires.

Premio Estímulo: tiene por objeto servir de incentivo a jóvenes ingenieros argentinos que hayan efectuado trabajos creativos y originales en cualquiera de las especialidades de la ingeniería, tanto en áreas de docencia e investigación, ingeniería de proyecto o trabajos de obra. Los candidatos deberán ser ingenieros argentinos de hasta cuarenta años de edad a la fecha de cierre de las presentaciones y con domicilio permanente en la Provincia de Buenos Aires.



27 AL 29
DE JUNIO



XI JORNADAS DE CLOUD COMPUTING, BIG DATA & EMERGING TOPICS

CURSOS - CONFERENCIAS - PANELES
TRABAJOS CIENTÍFICOS - EXPOSICIONES DE EMPRESAS

CLOUD COMPUTING

Cloud Application Architectures
Cloud Management and Operations
Cloud Reliability, Availability
and Usability
Cloud Security and Privacy
Big Data Processing/Mining/
Query on Cloud
Cloud based Machine/
Deep Learning
Cloud based Industrial Internet
Mobile applications and
Cloud computing

BIG DATA

Intelligent Data Processing
Big Data Analysis Search and Mining
Algorithms and Programming
Techniques for Big Data
Analysis Processing
Big Data and Deep Learning
Big Data and High Performance
Computing
Software engineering for
Cloud Computing and Big data
Energy-efficient Computing for
Big Data

HPC AND CLOUD COMPUTING

Efficient HPC algorithms on
Cloud architectures
Complex HPC models on Cloud
Failure detection and correction
on Cloud
Performance analysis for HPC
applications on Cloud
Energy consumption optimization
on Cloud
Parallel algorithms for Big Data on
Cloud architectures
Performance prediction for HPC
applications on Cloud
HPC algorithms migration to Cloud

EMERGING TOPICS

Cloud Robotics
Smart and Sustainable Cities
Bioinformatics
Internet of Everything (IoE)
Mobile - Edge - Fog - Computing
Natural Language Processing (NLP)
Blockchain-based technologies
and applications
Serverless computing

[HTTPS://JCC.INFO.UNLP.EDU.AR](https://jcc.info.unlp.edu.ar)

 @CONF_CC_BD_ET
 JCC@LIDI.INFO.UNLP.EDU.AR

HOMENAJE A UNA PERSONALIDAD DESTACADA EN EL ÁREA ENERGÉTICA

EL PROF. ALBERTO FUSHIMI

POR ACADÉMICO ROBERTO VESCINA

En esta nueva publicación de la revista In-Genium, dedicada en este caso al tema Energía, es oportuno rendir homenaje a la memoria del Ingeniero Alberto Fushimi, quien fuera miembro de esta Academia y que tuviera una destacada actuación como docente y como profesional en el campo del Uso Racional de la Energía.

Alberto Fushimi nació en Córdoba el 31 de marzo de 1936. Allí hizo sus estudios, graduándose en la Universidad Nacional de Córdoba como Ingeniero Mecánico en marzo de 1960 y luego en noviembre de ese mismo año como Ingeniero Mecánico Electricista, con medalla de oro y Diploma de Honor.

En el año 1961 se trasladó a La Plata, para trabajar en el montaje y puesta en marcha de Petroquímica Sudamericana. Entre 1961 y 1969 se desempeñó como Ingeniero de Montaje, luego Jefe de Mantenimiento y Gerente de Proyecto, En el año 1969 ingresó en Degremont como Gerente de Ingeniería en proyectos de plantas de Tratamiento de Aguas.

En 1963 se casa en Córdoba con Nella Bonetto y deciden radicarse en la ciudad de La Plata, donde ya Alberto trabajaba desde el año 1961. De ese matrimonio nacen cuatro hijos. Pablo, Alejandro, Marcela y Marianella. Cuando en los años 70 se comenzó a trabajar en la industria en el tema de Uso Racional de la Energía, los primeros esfuerzos estuvieron dirigidos al aprovechamiento calórico

y la reducción de pérdidas por mejores aislaciones. Se trabajó mucho en la industria en este período en los procesos de combustión, controlando en chimeneas de Hornos y Calderas el exceso de aire y la presencia de CO, llevando a cabo proyectos de precalentamiento del aire con los gases de combustión, así como la instalación de quemadores más eficientes. Pero fue a partir de principios de los 80 que se incorporó en el análisis de la optimización del uso de la energía el concepto de Exergía, buscando el aprovechamiento del Trabajo Útil disponible. El análisis basado solamente en los balances de Entalpía resultaba insuficiente.

En particular los procesos de generación conjunta de vapor y electricidad (Cogeneración), permiten un mejor aprovechamiento de la energía disponible, lográndose en la práctica un aumento de eficiencia de la generación eléctrica mayor al 20% respecto a la generación tradicional. Fushimi desarrolló actividades de investigación en la modelización de sistemas de Cogeneración, buscando maximizar la Exergía

En los años 80 y 90 fue un activo participante de las actividades de la Asociación Argentina para el Uso Racional de la Energía (AAPURE) siendo miembro del Consejo Asesor y de la Comisión de Cogeneración.

Siempre tuvo particular interés por la docencia. Siendo alumno fue ayudante en la materia Análisis Matemático, luego ayudante di-



plomado interino y jefe de trabajos prácticos en la Universidad Nacional de Córdoba. En 1966 comienza su actividad docente en la Universidad Nacional de La Plata como Ayudante Diplomado en Máquinas Térmicas y en Tecnología del Calor, llegando a ser profesor Titular de Máquinas Térmicas I y Máquinas Térmicas II y coordinador del área Termotecnia en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata. También se desempeñó como Profesor "AD-Honorem" de Máquinas Térmicas en la Facultad de Ingeniería en Olavarría de la Universidad Nacional del Centro. Tuvo una intensa actividad de investigación y docencia en temas relacionados con el Uso Racional de la Energía, asesorando proyectos, presentando trabajos y participando de encuentros y congresos sobre el tema.

Fue Coordinador y docente en cursos de Post grado sobre Cogeneración, así como

director de tesis e investigaciones. Puso un gran énfasis en el tema de Cogeneración, creando en 1998 en el Área Departamental Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la UNLP, una Unidad de Investigación y Desarrollo sobre Sistemas Térmicos. En 1999 obtuvo el grado de Magister en Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, el título de su tesis fue Sistema de Cogeneración con Turbina de Gas, aplicado a un proceso de secado de Malta.

Dentro del tema de Cogeneración se destaca una publicación del año 2004 de un trabajo titulado Pautas Técnicas para un proyecto de regulación de la Cogeneración, llevado a cabo junto con la Dra. Maria Isabel Sosa, quien lo sucediera en su cargo de Profesor. Era un convencido que la crisis energética que enfrentaba al país por esos años, se podía resolver impulsando proyectos de Cogeneración en la industria, lo que permitiría una

reducción del consumo de combustibles para la generación de los requerimientos de vapor y de electricidad.

Llevó a cabo trabajos de investigación sobre modelización de los Sistemas de Cogeneración y su optimización, maximizando el aprovechamiento de la capacidad teórica de generar Trabajo (Exergía).

En reconocimiento a su trayectoria profesional y a la actividad desarrollada en el campo académico, en el año 2007 fue nombrado Miembro Titular de la Academia de Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires.

Excelente persona con un trato cordial y amable, muy querido por quienes tuvieron oportunidad de conocerlo y de trabajar con él. Una verdadera autoridad en el tema de la generación y uso racional de la energía. La riqueza de su labor ha quedado plasmada en la enorme cantidad de publicaciones que generó a lo largo de su vida profesional, así como en la de investigador y docente

Alberto Fushimi se caracterizó por una personalidad reservada y cultivó, casi como un principio, el bajo perfil. Meticuloso en cada iniciativa que emprendía, fue amante de su trabajo, al que encaró siempre con tesón y compromiso. Con gran pesar para familiares, afectos y colegas, falleció en La Plata el día 14 de mayo de 2014, a los 78 años.

Ante la lamentable noticia de su fallecimiento, en la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires, se realizó de manera interna un homenaje a tan destacado profesional. En dicha oportunidad el Académico Héctor Demo hizo referencia a las circunstancias en las cuales conoció al Ing. Fushimi en su actividad laboral y señaló: *"Cuando hablamos de su retribución me di cuenta que estaba frente a un apasionado de la docencia: su interés primordial en la aceptación de estos trabajos radicaba en que podían ser dirigidos a sus destinatarios privilegiados: los alumnos y los recién egresados a quienes hacía participar de todos sus estudios para transmitirles conocimientos y experiencia..... , otra de las virtudes destacables, desde mi punto de vista, era que jamás dejaba de hacer públicas sus opiniones y propuestas en cuanto foro le daba*

la oportunidad de hacerlo. Pero siempre acompañado de su incondicional respeto por el prójimo, su humildad y su irrenunciable vocación por compartir sus conocimientos y experiencia con los jóvenes. ¡AH; y lo olvidaba: su invariable buen humor!"

Este sencillo homenaje al Académico Alberto Fushimi es para recordar su destacada labor profesional, su permanente preocupación por la formación de recursos humanos capaces de afrontar los grandes desafíos que presenta el área energética y fundamentalmente su refinada personalidad y exquisito carisma.

CARRERAS PRESENCIALES

DOCTORADO

DOCTORADO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS

MAESTRÍAS

- INGENIERÍA DE SOFTWARE
- REDES DE DATOS
- TECNOLOGÍA INFORMÁTICA APLICADA EN EDUCACIÓN
- CÓMPUTO DE ALTAS PRESTACIONES
- INTELIGENCIA DE DATOS ORIENTADA A BIG DATA

ESPECIALIZACIONES

- TECNOLOGÍA INFORMÁTICA APLICADA EN EDUCACIÓN
- REDES Y SEGURIDAD
- CÓMPUTO DE ALTAS PRESTACIONES Y TECNOLOGÍA GRID
- INGENIERÍA DE SOFTWARE
- COMPUTACIÓN GRÁFICA, IMÁGENES Y VISIÓN POR COMPUTADORA
- INTELIGENCIA DE DATOS ORIENTADA A BIG DATA
- TECNOLOGÍA, DISEÑO Y EVALUACIÓN DE INTERACCIONES HUMANO-COMPUTADORA
- BIOINFORMÁTICA

CARRERAS A DISTANCIA

MAESTRÍAS

- INGENIERÍA DE SOFTWARE
- TECNOLOGÍA INFORMÁTICA APLICADA EN EDUCACIÓN
- GESTIÓN Y TECNOLOGÍA DE CIUDADES INTELIGENTES

ESPECIALIZACIONES

- TECNOLOGÍA INFORMÁTICA APLICADA EN EDUCACIÓN
- CÓMPUTO DE ALTAS PRESTACIONES
- INGENIERÍA DE SOFTWARE
- COMPUTACIÓN GRÁFICA, IMÁGENES Y VISIÓN POR COMPUTADORA

+ info

www.postgrado.info.unlp.edu.ar



POSTGRADO

FACULTAD DE INFORMÁTICA

 [postinfoUNLP](#)

 [postinfoUNLP](#)

 [Postgrado Informática UNLP](#)

 [postgradoinformaticaUNLP](#)

INGENIEROS DEL FUTURO

NAHUEL FILIPPINI

LICENCIATURA EN
GESTIÓN AMBIENTAL
UNSADA



Mi nombre es Nahuel Filippini, tengo 27 años y en marzo de 2022 me recibí de Licenciado en Gestión Ambiental en la Universidad Nacional de San Antonio de Areco (UNSAa). Soy de la ciudad de Pergamino, aunque solo estoy ahí los fines de semana. El resto de los días resido en la ciudad de San Antonio de Areco, ya que es donde trabajo, por un lado, como parte del equipo docente de gestión ambiental en mi universidad y, además, desde abril del año pasado cumpla funciones en la Dirección de Medio Ambiente del Municipio.

De alguna forma los tiempos se acomodan, los afectos acompañan y eso me permite

estar cursando el último año de la Maestría en Energía Renovables y su Desarrollo Sustentable en la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, pero también, algo no menos importante, como lo es jugar “el fútbol de los viernes”.

Respecto a la motivación que me llevó a estudiar esta carrera, debo señalar que cuando desarrollo una acción, trato de dejar algo mejor de lo que encuentro, en este sentido, el cuidado del ambiente siempre me llamó la atención, y no podía entender como algo de valor económico puede terminar tirado generando problemas ambientales en el entorno. Cuando elegí la carrera, quería aprender la

forma correcta de gestionar los residuos para mejorar la situación de mi ciudad, pero a medida que avancé en la cursada entendí que la problemática es compleja y tiene una fuerte base social indispensable para cada transformación que se quiera realizar.

Actualmente, desde la Dirección de Medio Ambiente del municipio de San Antonio de Areco, tengo la posibilidad de elegir hacia donde encaminar la gestión de residuos de la ciudad, y desarrollar propuestas que aporten a mejorar la situación actual es algo que realmente me apasiona.

Respecto a mi universidad, la UNSAdA es una Universidad joven, soy parte de los primeros graduados, y poder ser parte de la construcción de la institución es una de las mejores experiencias que transité.

La relación con los docentes, los edificios, el nivel de equipamiento, la posibilidad de participación institucional, son algunos de los aspectos positivos a destacar. En cuanto a las dificultades, podría mencionar la falta de experiencia, generalmente, todo lo que atravesamos era la primera vez que se hacía, verdaderos desafíos.

Si bien no poseo un título de ingeniero, en la gestión pública es sumamente necesario el trabajo en equipo, en este sentido es que la vinculación con ingenieros e ingenieras es constante. Particularmente en la gestión de

residuos, se requiere una alta capacidad de intercambio de información, lo que permite una mayor diversidad de ideas para el abordaje de las problemáticas.

Lo que hace a maquinaria y equipamiento, es normal tener que pensarlas y armarlas desde cero, porque no se encuentra en el mercado o por lo general, porque necesitas que sea de dimensiones específicas.

VALENTINA MARLETTA

INGENIERÍA AEROESPACIAL
UNLP



Mi nombre es Valentina Marletta, tengo 23 años y soy de la ciudad de La Plata. Tuve la oportunidad de estudiar cerca de mi casa, en la Universidad Nacional de La Plata, la carrera Ingeniería Aeroespacial. El 17 de marzo del 2023 me recibí y actualmente me encuentro trabajando en la facultad como ayudante de cátedra en Mecánica de Fluidos y como becaria de investigación en el Grupo de Fluidodinámica Computacional. Vengo de una familia numerosa, disfruto mucho de las reuniones familiares y con amigos, me gusta mirar deportes y jugar al tenis. Amo jugar con mi perro, Bruno, y creo que, como todo ingeniero aeroespacial, me encanta viajar en avión. Soy la menor de una familia de todos médicos, mi mamá, mi papá, mis dos hermanas y mi hermano. Soy la hija que decidió tomar un camino un poco diferente, mi única referencia hacia la ingeniería era mi abuelo, ingeniero hidráulico, pero que nunca llegué a conocer. Pienso que fue una decisión importante para mí ya que iba a entrar en un mundo completamente nuevo, sin mucha ayuda ni conocimientos previos. De todas formas, conté con el apoyo incondicional de mi familia, a los que siempre admiré y vi todo el esfuerzo que hicieron y siguen haciendo en su profesión, siendo un ejemplo a seguir para mí. Desde chica tuve la posibilidad de subirme a un avión y fue ahí donde surgió este

interés por esas aeronaves. Fue una de las primeras veces que sentí curiosidad y ese “¿cómo funciona?” que se quedó conmigo hasta el momento de elegir la carrera. Sabía que era una profesión que generalmente la elegían hombres y venía con el prejuicio de “no sé si voy a poder”, pero poco a poco ese sentimiento se fue yendo a medida que me di cuenta que no había ninguna diferencia entre nosotros y que, con diferentes cuotas de esfuerzo, todos avanzábamos a nuestro tiempo. Si tengo que dar un consejo en esta etapa inicial es rodearse de compañeros con los que poder ir año tras año, ayudándose y motivándose a seguir.

Lo más interesante de Ingeniería Aeroespacial es que ofrece muchos más caminos profesionales de lo que parece. Para mencionar algunos: el área de tecnologías del espacio, el sector aeronáutico y aeroportuario, y las áreas de estructuras, materiales, aerodinámica y sistemas dinámicos aplicados a estos sectores y otras industrias, como la automotriz o de energías renovables. Es un tipo de ingeniería muy enfocado en la eficiencia, la optimización y la precisión. Creo que uno de los recorridos más lindos que tiene la carrera es ir explorando qué es lo que a uno le interesa. En mi caso fue darme cuenta de que quería enfocarme en el área de fluidos y aerodinámica, un sector de la ingeniería aeroespacial que tiene como objetivos tanto

la investigación cómo la aplicación práctica con ensayos de laboratorio. Mi sueño a futuro es aplicar estos conocimientos para la máxima categoría de automovilismo deportivo.

Siempre voy a estar agradecida a la Facultad de Ingeniería de la UNLP, por haberme dado la oportunidad de estudiar lo que me gusta y por haberme dado el lujo de conocer personas excelentes, en especial los docentes, que se nota que enseñan desde su experiencia. El Departamento de Ingeniería Aeroespacial tiene varios grupos y centros de investigación y aplicación en todos los sectores que mencioné (aeroespacial, aeroportuario, aerodinámica, ensayos mecánicos). Aprendí muchísimo estos 6 años de carrera, no solo gracias a lo teórico sino a las cuestiones prácticas que se brindan, como laboratorios, becas, salidas educativas, entre otras más. Tuve la posibilidad de involucrarme en proyectos de investigación, de extensión y de colaborar como ayudante en varias materias. Todas estas experiencias sumado a los docentes, amigos, compañeros que me encontré en el camino, te van formando como persona.

Ojalá que mi experiencia le sirva a alguien que esté dudando con la carrera, que sepa que con esfuerzo y dedicación se puede lograr lo que uno se proponga, que si tenés un sueño de por medio que te motive es aún mejor y que sepa que nadie quiere que falles. Siempre vas a encontrar a alguien que te ayude en los momentos difíciles que inevitablemente aparecen, sea un profesor, un ayudante, un amigo o un compañero.

Por último, destacar que a pesar de que siempre hemos sido minoría en Ingeniería, hay cada vez más mujeres en este camino profesional. En los años que estuve en la facultad, vi un crecimiento enorme, en especial en Ing. Aeroespacial. Sigamos motivándonos a estudiar lo que nos apasiona, y dejemos los prejuicios y miedos atrás.

JÓVENES INGENIERAS

EN ENERGÍA

MARÍA EUGENIA GRAZIANI



Mi nombre es María Eugenia Graziani, tengo 28 años, egresé en el año 2018 de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de La Plata.

Cuanto estaba por terminar el secundario elegí ingeniería por mi gusto por las ciencias duras (matemática, física), no estaba muy segura de mi decisión y una vez que comencé a cursar materias más específicas me di cuenta que mi elección había sido correcta. Conforme avanzaba en la carrera, me encontré con grandes profesionales, con una gran pasión por transmitir su experiencia, lo cual personalmente me ayudó y motivó mucho.

Mi primer trabajo fue en una empresa constructora como proyectista de obras de saneamiento y una vez que conocí el trabajo en campo no quise cambiarlo. Desde que

me convertí en Ingeniera Civil, encontré una pasión muy grande por la obra vial. Realicé las Prácticas Profesionales de la carrera en la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires. Luego me desempeñé como inspectora de obra en AUBASA (Autopistas de Buenos Aires S.A) y tres años después asumí mi primer cargo del lado del constructor, como Jefa de Obra. Pude ganar experiencia, aproveché a mis superiores y compañeros para aprender todos los días un poco más.

Desde que empecé a trabajar, siempre fue cerca de la ciudad donde viví toda mi vida hasta diciembre de 2022, cuando recibí una oferta laboral de la empresa SACDE (Sociedad Argentina de Construcción y Desarrollo Estratégico) en la provincia de Neuquén, en

donde hoy en día me desempeño como Jefa de Obra de una Estación de Medición Fiscal (EMED) de gas natural, la cual medirá el gas que el cliente debe despachar.

Cuando se me presentó la oportunidad en SACDE dudé mucho, nunca había estado en el rubro de la energía, nunca había trabajado lejos de mi casa. No fue fácil tomar la decisión, pero quise asumir el desafío y si bien hace poco tiempo estoy en la empresa todos los días encuentro la motivación en todo lo que tengo para aprender. Estoy rodeada de grandes profesionales de diversas disciplinas (civil, eléctrica, mecánica) que están abiertos a transmitir sus conocimientos y busco nutrirme de todos ellos y crecer profesionalmente

Por otro lado, me puso muy contenta ver la gran cantidad de mujeres de distintas profesiones que hay en las obras. Creo que soy parte de una generación en donde las mujeres no le tenemos miedo a los desafíos. Siempre dije, no importa el género, no hay trabajos de hombres o mujeres, solo hay trabajos. Y si uno es un apasionado de su profesión, el trabajo deja de ser una obligación y se disfruta.

A veces freno un poco, me pongo a pensar y me doy cuenta que estoy aportando al crecimiento del país en donde nací. Argentina tiene un gran potencial y formar parte del mismo me llena de orgullo.

MARINA SERAFINI



Mi nombre es Marina Serafini, soy platense, tengo 26 años y en el año 2021 egresé de la carrera Ingeniería Hidráulica.

Desde pequeña me gustaron las ciencias exactas, particularmente matemática. Por otro lado, la Facultad de ingeniería me resultaba un lugar familiar ya que mi mamá trabaja ahí, y solía ir bastante desde niña. Así es como en mi último año de secundaria decido anotarme en el curso de ingreso de ingeniería, sin tener claro que especialidad seguiría.

Luego de aprobar el curso de ingreso, debía elegir la carrera. Leí los planes de estudio de cada una de ellas y sin demasiada seguridad me anoté en Ingeniería Hidráulica. Quizás lo que me ayudó a la elección final fue el sabor amargo que me quedó de la inundación de la ciudad de La Plata ocurrida poco tiempo antes.

A lo largo de la carrera me fui dando cuenta que mi elección había sido la correcta. La misma me gustó mucho, disfrutaba ir a cursar, más aún cuando los docentes no solo transmitían conceptos teóricos sino también su pasión por la profesión. Por otro lado, conocí grandes personas, que hoy son mis amigxs y colegas.

En el transcurso de la carrera, pero más precisamente cuando cursé la materia Gestión Ambiental se potenció en mí la preocupación por el cuidado del medio ambiente. Paralelamente estaba estudiando la obtención de energía a partir del agua, lo cual me resultaba muy novedoso. A medida que incorporaba estos conocimientos me fui dando cuenta que ambos conceptos estaban muy

vinculados entre sí y nace en mí el interés por el estudio de las energías renovables. Es así como elegí como trabajo final de carrera el estudio de un aprovechamiento mareomotriz en la costa sur de nuestro país.

Mi primer trabajo fue en el Ministerio de Infraestructura de la Pcia. de Buenos Aires, donde me desempeñé como técnica en proyectos de desagües pluviales y redes de saneamiento.

Luego me surgió la oportunidad de trabajar en una empresa que desarrolla proyectos de ingeniería en el sector de las energías renovables, donde trabajo actualmente. Mi equipo de trabajo está conformado por profesionales de diferentes disciplinas, donde no solo aportó mis conocimientos adquiridos durante la carrera, sino que también me encuentro continuamente aprendiendo de mis compañerxs.

Me apasiona la ingeniería porque cada problema que se presenta es un nuevo desafío que me motiva y emociona.

ANITA GUEVARA TORRES



Mi nombre es Anita Guevara Torres, tengo 29 años, soy de Ameghino, provincia de Buenos Aires y entre los años 2012 y 2017 cursé la carrera de Ingeniería Electricista en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata.

Finalicé mis estudios el día 7 de junio de 2019. Cuando inicié mis estudios en el año 2012, mi principal motivación fue el impulso de mi abuelo, extrabajador de la EPE (empresa provincial de la energía de Santa Fe), sumado a la curiosidad que se despertó en mi al averiguar las incumbencias de la carrera.

Actualmente me encuentro trabajando en CAMMESA (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A.), realizando tareas para la Comisión de Obras Res. 1/2003, desde el año 2017, donde nuestra principal tarea es el seguimiento de obras de seguridad de abastecimiento y ampliaciones destinadas a la adecuación de los sistemas de transporte en alta tensión a los requerimientos de la demanda. En Comisión realizamos la revisión de pliegos licitatorios, revisión en conjunto con las transportistas de las ofertas presentadas, y posterior control de la contratación, ya sean avances una vez la obra se encuentra en ejecución, o avances en la adquisición de equipos.

También dentro de CAMMESA tuve la oportunidad de participar a partir del año 2020 de un grupo interdisciplinario destinado a buscar una alternativa para realizar el pronóstico de demanda diario mediante el empleo de herramientas de machine learning, proyecto que me permitió interactuar con com-

pañeros de otras áreas y, además, me inició en el aprendizaje de Python, herramienta de programación ampliamente difundida en la actualidad y capaz de ser empleada para diversas aplicaciones.

Además, desde el año 2021 tuve la oportunidad de sumarme al dictado de clases en la Universidad Nacional de Hurlingham dentro de la materia Introducción a la Energía Eléctrica.

En lo personal, el paso por la facultad fue muy grato, porque para el caso de Ingeniería Electricista el grupo es bastante pequeño y esto hace que el recorrido junto a estos nuevos amigos que se encuentran el primer año sea mucho más sencillo, sumado a la posibilidad de contar con docentes disponibles a atender consultas y ser un apoyo durante toda la duración de la carrera.

Respecto al plan de estudios, en relación con el del año 2002 que fue el vigente al momento de mi cursada, considero que hubiese sido positivo sumar algunas horas de actividades prácticas, como así también de redacción y elaboración de informes que permitan desarrollar y mantener la práctica de herramientas para una clara comunicación, fundamental para nuestra carrera.

ROCÍO PULIDO HERRERA



Mi nombre es Rocío Pulido Herrera, tengo 29 años y soy platense de nacimiento. Estudié Ingeniería Electricista en la Universidad Nacional de La Plata y me recibí en el año 2018.

Mi motivación a empezar a estudiar ingeniería electricista surgió porque mi papá hacía instalaciones eléctricas en casas y yo lo ayudaba a pasar cables, pelar cables, poner enchufes, y todo eso me encantaba. Entonces dije bueno, quiero seguir una carrera relacionada con esto, con la electricidad. Y metiéndome en las páginas web de las facultades empecé a buscar algo relacionado y lo que encontré con la palabra electricista era ingeniería. Me fijé el plan de carrera y me llamó mucho la atención y me anoté, pensando que ser ingeniera me iba a ayudar a entender más la electricidad y dedicarme a hacer instalaciones eléctricas en casas.

Obviamente, la ingeniería era mucho más compleja que lo que requería para pasar cables, y además me terminaron gustando muchas más cosas que no conocía.

Al día de hoy me encuentro trabajando en una consultora de estudios eléctricos. Parte de mi trabajo es ir a subestaciones eléctricas y realizar ensayos en generadores sincrónicos y generadores renovables (parques eólicos y fotovoltaicos) para la posterior creación de un modelo matemático que represente el comportamiento del equipo ensayado.

En mi recorrido por la facultad lo que realmente destaco es la parte humana. Haber conocido profesores que además de lo técnico me han dado mucho contenido humano y eso se aprecia mucho, además de haberme hecho muchos amigos que eso no tiene precio.

CAMILA RUIZ



Soy Camila Ruiz, tengo 25 años y soy oriunda de Ituzaingó, provincia de Corrientes. En diciembre del año pasado me gradué en la carrera de Ingeniería Eléctrica. En mi tiempo libre, disfruto mucho de ir a recitales y conciertos con amigos.

Mi familia es muy importante para mí, está conformada por mis padres, Norma y Guillermo, y mi hermano Nicolás, quienes siempre me han apoyado y animado a alcanzar mis metas.

Uno de los motivos principales por los cuales decidí estudiar Ingeniería Eléctrica es porque desde muy chica, tuve la oportunidad de conocer la Central Hidroeléctrica Yacyretá, ubicada en Ituzaingó Corrientes, ciudad donde nací y crecí. Este contacto con una de las centrales más importantes de nuestro país despertó en mí una gran curiosidad por conocer más acerca de su funcionamiento y la forma en que se produce la energía eléctrica. Fue así como empecé a investigar y aprender sobre el tema, lo que me llevó a descubrir la fascinante carrera de Ingeniería Eléctrica. Gracias a mi formación universitaria, he podido profundizar mis conocimientos sobre la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, lo que me ha permitido entender la importancia de esta área para el desarrollo y bienestar de la sociedad.

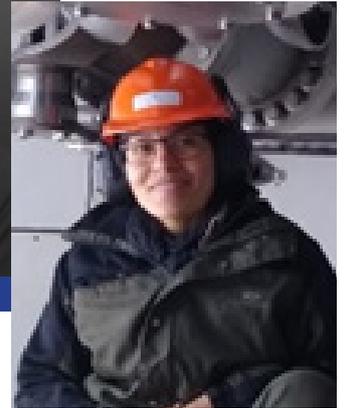
Actualmente, trabajo en una consultora en la que puedo aplicar los conocimientos adquiridos durante mi carrera. Me apasiona poder utilizar todo lo que he aprendido y aprender cosas nuevas cada día. En la consultora, trabajo en proyectos relacionados con la inge-

niería eléctrica, lo que me permite colaborar con diferentes empresas, sectores y estar en constante aprendizaje. Además, he tenido la oportunidad de viajar a diferentes países para realizar diversos ensayos. Estos viajes son increíblemente enriquecedores, tanto a nivel personal como profesional, ya que me permiten conocer nuevas culturas, aprender sobre las normativas y regulaciones específicas de distintos países, y ampliar mi visión y perspectiva en relación a mi campo de trabajo.

Además, quiero destacar que me siento muy agradecida por haber tenido la oportunidad de formarme en una universidad pública y gratuita como la Universidad Nacional de La Plata. La educación pública y gratuita es una de las grandes fortalezas de nuestro país y creo firmemente en la importancia de seguir invirtiendo en ella para que más personas tengan la oportunidad de acceder a una educación superior de calidad.

La UNLP me brindó la oportunidad de desarrollar mis habilidades y adquirir conocimientos en un ambiente de excelencia académica, rodeada de profesionales y compañeros que me impulsaron a superarme cada día, además de brindarme la oportunidad de desarrollar mi vocación, formarme como profesional y adquirir las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos que se me presentan hoy en día en el mundo laboral.

CLARA MERCEDES YARILLO



Soy Clara Mercedes Yarillo, tengo 34 años, egresé de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata en el año 2019 de la carrera Ingeniería Electricista.

Apenas me recibí, trabajé en una consultora en la ciudad de Buenos Aires, en temas regulatorios y de distribución de energía eléctrica. Luego decidí mudarme al interior del país y trabajé en la puesta en marcha de una turbina Pelton y en la operación y mantenimiento de una central hidroeléctrica de Paso, como así también en temas de mantenimiento eléctrico de baja tensión.

Actualmente me desempeño como consultora en la empresa BA Energy Solutions S.A desde noviembre del año 2021 de manera remota, en el área de estudios eléctricos participando en proyectos en Latinoamérica.

Seguramente les parezca raro, pero a lo mejor mi experiencia como alumna de la Facultad sirva para otro u otra futura colega que no se sienta con la suficiente animosidad para lograr obtener el título que tanto espera. Inicialmente me decidí estudiar Ciencias Económicas durante dos años, pero algo me decía que no era el camino. Desde chica, me quedaba mirando una torre de alta tensión que veía cada vez que caminaba hacia mi escuela, pero no le daba importancia en ese momento y me intrigaba, quizás esa fue la inquietud que me hizo repreguntarme cuál carrera seguir, hasta que opté por Ingeniería Electricista. No fue para nada fácil, debo admitirlo, debido a que desde el momento cero trabajé y me recibí trabajando. Fue largo el trayecto y muy satisfactorio al lograr alcanzar mi objetivo.

Por el año 2019 ya estaba transitando mis pasos como profesional y al recibirme no dudé en animarme a cambiar un poco de aire y me radiqué en Río Negro, en la zona de El Bolsón, dejando atrás mi antiguo trabajo, familia y seres queridos. Decidí salir de La Plata, mi ciudad natal y radicarme en otra localidad, lejos del ruido y la furia de Buenos Aires, y es hoy que no me arrepiento de ello. Trabajo de lo que estudié, disfruto de mi profesión y estoy cumpliendo mi sueño de correr en montaña, ni más ni menos, mi hobby por excelencia ya que corro hace varios años, además de bailar salsa.

SUMATE A
NUESTRO CANAL DE



Contenidos, conferencias, actividades y más

<https://www.youtube.com/channel/UC2FJw5sdRmucAuKRrbpMqA>

COMITÉ EDITORIAL

N° 5

En la elaboración de los contenidos de este número han participado los siguientes Académicos Titulares:

- Ing. Patricia Arnera
- Ing. Armando De Giusti
- Dr. Carlos Muravchik
- Ing. Carlos Octtinger
- Ing. Roberto Vescina
- Dr. Raul Zerbino

EQUIPO EDITORIAL

Periodistas

Valentín Altavista
Leopoldo Actis Caporale

Diseñadora

Abril Buffarini

ACADEMIA DE LA INGENIERÍA DE LA PROV. DE BUENOS AIRES

MESA DIRECTIVA

Presidente

Ing. Patricia L. Arnera

Vicepresidente

Ing. Armando E. De Giusti

Secretario

Dra. María Inés Valla

Prosecretario

Ing. Alberto Venero

Tesorero

Ing. Pedro E. Battaiotto

Protesorero

Ing. Roberto M. Flores

ÓRGANO DE FISCALIZACIÓN

Revisor de cuentas

Dra. Noemí E. Zaritzky

Revisor de cuentas

Ing. Victorio Hernández Balat

ACADÉMICOS TITULARES

Arnera, Patricia Liliana
Bacchiega, Jorge Daniel
Barbero, Aníbal Jorge
Barbieri, María Beatriz
Basso, Gustavo Jorge
Battaiotto, Pedro Eduardo
Blasco Diez, Julio A.
De Giusti, Armando Eduardo
Elsner, Cecilia Inés
Flores, Roberto M.
Giovambattista, Alberto
Hernández Balat, Victorio
Igolnikow, Roberto
Lima, Luís Julián
Liscia, Sergio Oscar
Lopardo, Raúl Antonio
Lorente, Hugo Enrique
Muravchik, Carlos Horacio
Octtinger, Carlos
Polonsky, Abel A.
Ringegni, Pablo Lorenzo
Traversa, Luís Pascual
Valla, María Inés
Venero, Alberto
Vescina, Roberto Enrique
Zaritzky, Noemí Elisabet

NUESTRO PRÓXIMO NÚMERO ESTARÁ DEDICADO A

“Agua: fuente de vida. El rol de la Ingeniería”

- Transición energética
- Cambio Climático
- Agua y energía
- Recursos, disponibilidad y restricciones
- Agua limpia y Saneamiento
- Producción y consumo responsable
- Sequías e inundaciones
- Aguas transfronterizas
- Redes hidráulicas. Transporte de personas y mercaderías.
- Alternativas técnicas para Argentina

