

GASURE

Investigación
para la respuesta
a las necesidades
sociales y
productivas

Carmenza Uribe Bedoya

Química. Directora de la revista *Experimenta*
Profesora jubilada de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Antioquia

Desarrollo de un quemador de aire inductor
para calentamientos a alta eficiencia.

Fotografía: Alejandra Uribe Fernández,
Dirección de Comunicaciones.



Tuvieron que pasar millones de años para que el ser humano aprovechara el petróleo, el carbón y el gas natural como fuentes de energía. Estos combustibles se formaron en el fondo del mar y de los grandes lagos a partir de la descomposición de la materia orgánica de animales, plantas, microorganismos. Los humanos primitivos observaron la existencia del gas natural en forma de llamaradas que ocurrían cuando caía un rayo en un pantano. La primera interpretación de este fenómeno osciló entre la magia y el misterio.

Actualmente, el gas natural aporta a la sociedad no solo comodidad doméstica sino que cubre otras necesidades: la generación de energía eléctrica, la producción de fertilizantes y el abastecimiento energético a sectores industria-

les, lo cual facilita una amplia cantidad de actividades. Desde las primeras explotaciones de yacimientos de gas natural en Irán, hace más de 8000 años, pasando por el uso de este en China y Japón así como en las civilizaciones griega y romana, hasta las aplicaciones actuales, son diversas las prácticas de explotación y uso de este recurso natural.

En Colombia se habían introducido algunos usos esporádicos del gas desde la década de los 70 del siglo XX. Se destacan descubrimientos de los yacimientos costa afuera (offshore) de Chuchupa y en tierra adentro (onshore) de Ballena en la Guajira; la disponibilidad de estos recursos permitió el uso del gas natural en las principales ciudades de la región Caribe. Pero solo fue hasta 1986, con el programa «Gas para el cambio», gracias a la interconexión nacional de los yacimientos de la Guajira con las ciudades del interior del país, entre ellas Medellín, que se hizo posible su masificación.

Los inicios del grupo de investigación

El interés en estudiar temas relevantes en la investigación de la explotación y el uso del gas natural en la Universidad de Antioquia surgió a partir de la crisis energética que sufrió Colombia a principios de los 90, debida al «apagón» y al racionamiento de energía eléctrica. Fue el profesor Andrés Amell, ingeniero mecánico y magister en economía de la energía y los recursos naturales, quien conjugó su preocupación por el contexto energético con el interés en la formación de profesionales de estas temáticas. De esta preocupación surgieron líneas de investigación adoptadas por el conjunto de personas que iniciaron su trabajo en grupo:

Antecedentes

Antes de la constitución del grupo GASURE en el año 1995 con la participación en la primera convocatoria nacional para la clasificación de grupos de investigación, se dieron algunas dinámicas y hechos significativos para la creación del grupo.

1992

Primera ponencia en evento nacional: «Ciencia contra la oscuridad».

1993

Primera cooperación internacional recibida: Gaz de France.

1993

Primer artículo de divulgación científica: Significado y alcance del uso racional de la energía, (01202367), Revista Universidad de Antioquia.

1994

Primera pasantía internacional en el laboratorio de investigación Cerug de Gaz de France.

Febrero**1995**

Creación oficial del grupo GASURE. Convocatoria de Colciencias de clasificación de grupos de investigación en Colombia.

- Aplicación del gas natural en la generación eléctrica.
- Combustión de combustibles gaseosos fósiles y renovables.
- Incidencia de condiciones atmosféricas sobre sistemas energéticos térmicos.
- Motores térmicos y combustibles alternativos.
- Uso racional de la energía y economía energética.

Dentro de este contexto, y con base en la formación del profesor Amell, se concibió también el interés por la interconexión gasífera de la Costa Atlántica con el interior del país, además del estudio del papel de las Empresas Públicas de Medellín —EPM— en lo relacionado con la ingeniería del transporte y uso del gas, lo cual abrió la puerta a la academia para profundizar en el conocimiento de los fenómenos de la termodinámica y la combustión.

Con todo ello, se fue conformando una agenda de investigación en los aspectos más relevantes del estudio, tanto desde la perspectiva mundial como de las condiciones locales. Fueron unos años iniciales de seguimiento al avance en el conocimiento y su aplicación, de comprensión de los problemas relevantes del desarrollo social y económico en lo pertinente a las fuentes energéticas, pero también fue la articulación entre contexto, conocimiento y formación académica, lo que llevó años más tarde a una identidad en el quehacer del grupo de investigación.

Durante los primeros años surgió la primera pregunta que marcaría gran parte del futuro del grupo: **¿cuál es la relación entre combustión y altura sobre el nivel del mar?** En los años 90 se sabía que el estado del arte tecnológico estaba desarrollado para bajas alturas sobre el nivel del mar, en particular a nivel del mar. Fue por ello que se originó un

interés especial por el efecto de la altura sobre la combustión del gas.

Una invitación al profesor Amell de la empresa estatal gasífera Gaz de France a París, para desarrollar una pasantía de tres meses, fue determinante puesto que trazó la ruta de la ingeniería relacionada con la combustión del gas natural, al igual que el efecto de la altura sobre los sistemas térmicos y su enfoque en proyectos de investigación concretos.

Fortalecimiento académico: camino seguro

Junto con las primeras definiciones temáticas y conceptuales, compañeros de aventura se fueron formando a nivel de pregrado y posgrado: John Ramiro Agudelo, ingeniero mecánico, doctor en ciencias térmicas de la UPM; Lorenzo Barraza, químico e

Enero

1996

Primer proyecto de investigación con financiación del grupo: Comportamiento de plantas en ciclo combinado en el piso térmico colombiano.

1996

Primer proyecto de estudiante de pregrado orientado por el grupo: Mauricio Berrueco.

1996

Primeros dos proyectos presentados en el SUJ.

1997

1996

Primer estudiante con beca doctoral de Colciencias: John Agudelo.

1997

Primer curso de pregrado como resultado de la agenda de I+D+I del grupo: Combustión Gaseosa.

1998

1998

Primer trabajo de consultoría: EPM.

1999

Primer premio nacional Otto de Greiff en Ingeniería. Francisco Cadavid y Juan Carlos Ospina.

ingeniero metalúrgico; Elías Gómez, ingeniero químico y doctor en ingeniería de la UdeA. Posteriormente se unirían los profesores Francisco Cadavid e Iván Bedoya.

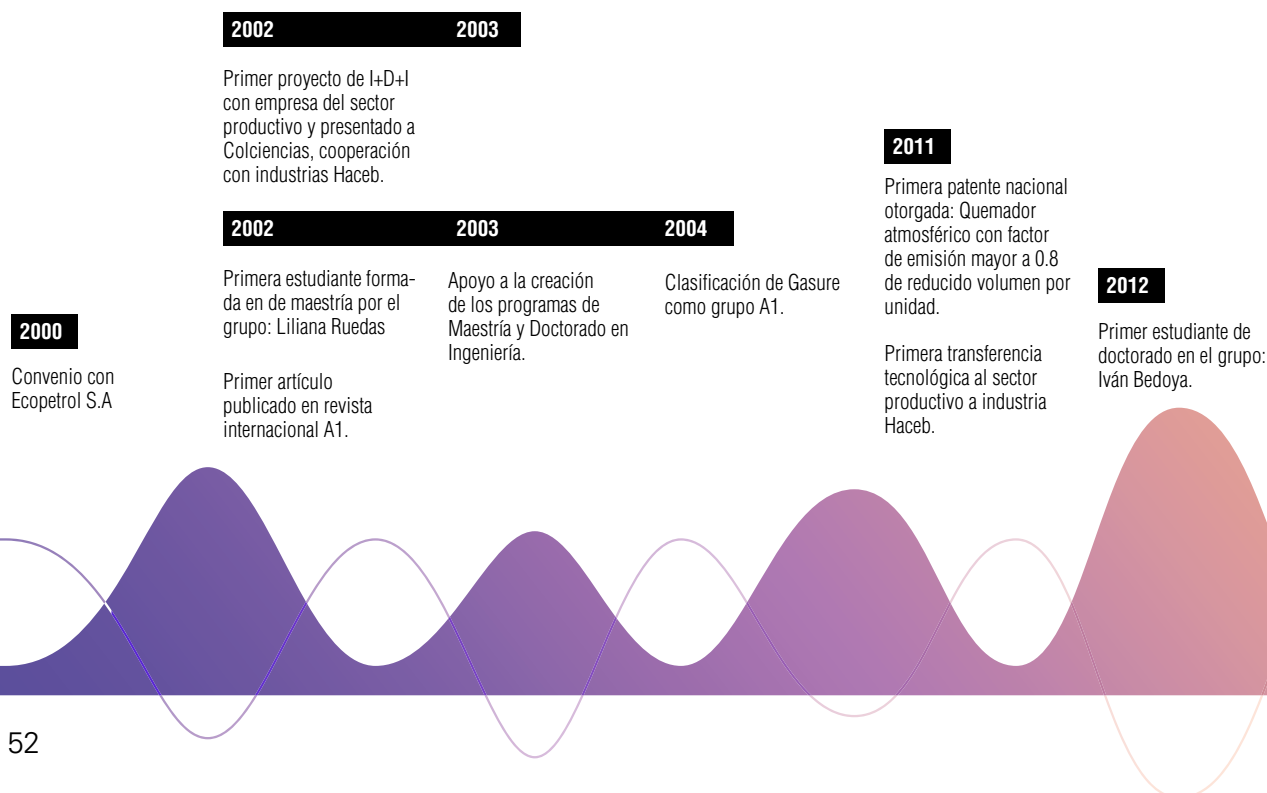
Con base en lo anterior, el Grupo de Ciencia y Tecnología del Gas y Uso Racional de la Energía, —GASURE— se creó en 1995. Se formalizó una agenda de trabajo con una rigurosidad que permitió presentar proyectos de investigación y diseñar las actividades para los estudiantes de posgrado. Hasta el año 2000, con el personal disponible, el grupo se centró en actividades de extensión y en proyectos universitarios en la categoría de menor cuantía.

Así se configuraron dos de las características de GASURE: la preocupación por entender el contexto para no perder pertinencia y la necesidad de fortalecimiento académico para no perder legitimidad y confianza. Entre 2001 y 2002 se generó un convenio con Ecopetrol sobre los usos industriales y vehiculares del gas natural y, con el fin de mantenerse firmes en el campo académico, el grupo participó en la creación de un doctorado en ingeniería con la línea de investigación en combustibles gaseosos. También en 2002 el grupo avanzó en el ciclo de la investigación hacia la innovación. En 2003 se inició la línea de construcción de máquinas orientadas hacia biocombustibles. En todo este tiempo se mantuvo la relación con las empresas.

En 2014, falleció uno de los discípulos más destacados del grupo, el profesor Francisco Cadavid, quien ayudó a consolidar las bases de las líneas investigativas.

Proyectos más ambiciosos: mejores resultados

Pero el grupo no podía quedarse con los proyectos universitarios de extensión y los de menor cuantía, sino que debía buscar retos mayores. Llegó entonces el tiempo de la presentación de proyectos de investigación de mayor nivel en cuanto a su estructuración conceptual y a su financiamiento. Obtuvieron de parte de Colciencias la financiación para un proyecto cuyo objetivo fue el diseño y construcción de un proto-





Andrés Amell Arrieta,
coordinador de GASURE.
Fotografía: Alejandra Uribe
Fernández, Dirección de
Comunicaciones.

2022

Primer artículo internacional publicado en una revista internacional A1

Desarrollo de la primera planta piloto de Power to Gas en Colombia, ubicada en la Guajira.

Desarrollo de un laboratorio móvil para diagnóstico en ruta del comportamiento ambiental y energético de motores.

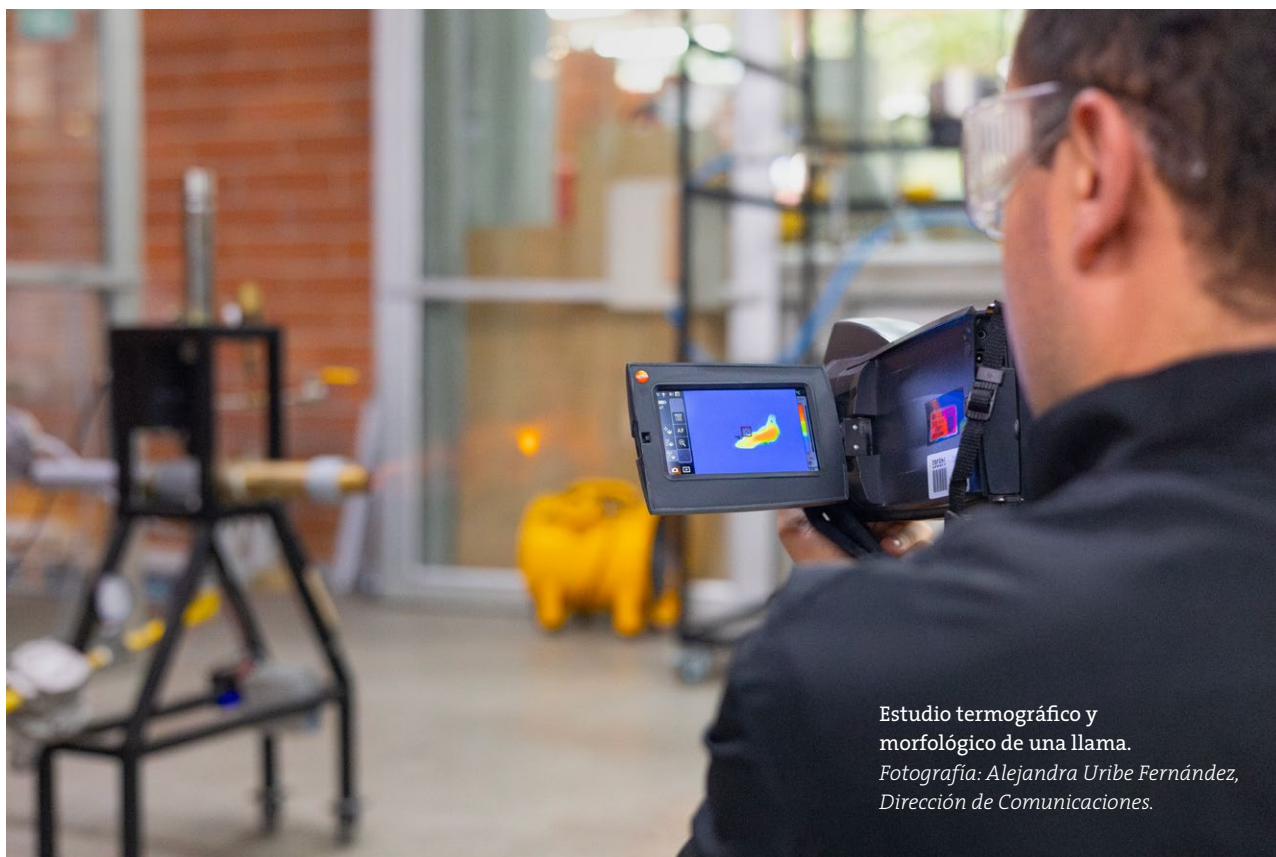
2024

Cooperación actual, con la Agencia Espacial de Cooperación.

tipo de quemador atmosférico. También se logró el financiamiento de la empresa Haceb para averiguar los efectos de la altitud en la combustión a gas de equipos situados entre 0 y 2600 msnm, proyectos con los que se fortaleció el ciclo de investigación e innovación. En 2007 se solicitó una patente UdeA-Haceb por el quemador atmosférico desarrollado en el grupo. Este quemador atmosférico, al ser eficiente para condiciones de altura, resolvió problemas energéticos en zonas con diversidad de pisos térmicos.

«Con este quemador atmosférico, el equipo de investigadores innovó con un sistema que permite mayor entrada de aire frente a los quemadores convencionales, mejor calidad de la combustión al reducir significativamente las emisiones de monóxido de carbono, una alta eficiencia energética y mayor transferencia del calor liberado hacia el objeto que se requiere calentar... también logró un sistema más compacto. El éxito ha sido lograr escalar el prototipo a nivel de comercialización, para lo cual la empresa ha sido un factor determinante. Como lo explica el investigador, “Se cerró el círculo virtuoso de una innovación que no se queda en la Universidad, sino que va a la economía, a la industria y a la sociedad. Se demuestra que una empresa nacional puede tener desarrollos innovadores que mejoran su competitividad en un mundo tan reñido como el de los electrodomésticos, especialmente ahora con el TLC».

UdeA Noticias,
Julio 17 de 2012



Estudio termográfico y morfológico de una llama.

Fotografía: Alejandra Uribe Fernández,
Dirección de Comunicaciones.

Innovación en sistemas de combustión

Otro resultado importante en el campo de desarrollo de sistemas de combustión se dio en 2007 con la investigación fenomenológica sobre la combustión diluida y la recuperación de calor residual por auto regeneración, lo que permitió apropiarse de fundamentos conceptuales para la innovación, el diseño y construcción de un horno autorregenerativo cuyo propósito es la fusión de materiales no ferrosos y el tratamiento térmico; este proyecto se generó en una convocatoria del sistema de I+D de EPM. Con base en este desarrollo, en octubre de 2011 se obtuvo una patente compartida entre la Universidad de Antioquia y EPM.

En el transcurso de la década de los 90 y en la mitad de la primera década de este siglo, el grupo ha realizado grandes esfuerzos en la investigación fenomenológica y la innovación tecnológica en sistemas de combustión avanzada eficientes, sostenibles y flexibles al uso de combustible y comburente de composiciones químicas diferentes. Entre los resultados de estos es-

fuerzos se destacan las investigaciones e innovaciones en la combustión sin llama, la combustión en medio poroso, la combustión sumergida y la oxicomustión con y sin llama, la combustión del hidrógeno y de sus mezclas con gas natural.

En ese periodo se logró, además, consolidar una metodología para que, una vez identificada la pertinencia de un problema en el contexto nacional y su relación con las tendencias del estado del arte, fuera posible generar nuevo conocimiento e información que permitiera obtener el *know-how* para realizar innovaciones tecnológicas, transfe-



Sistema de combustión sin llama de alta eficiencia energética y bajas emisiones.

Fotografía: Alejandra Uribe Fernández, Dirección de Comunicaciones.

rencias tecnológicas al entorno, sustentar actividades de apropiación social de conocimiento y formación de recurso humano en los programas de posgrado de la Facultad de Ingeniería: doctorado, maestría, pregrado y jóvenes investigadores.

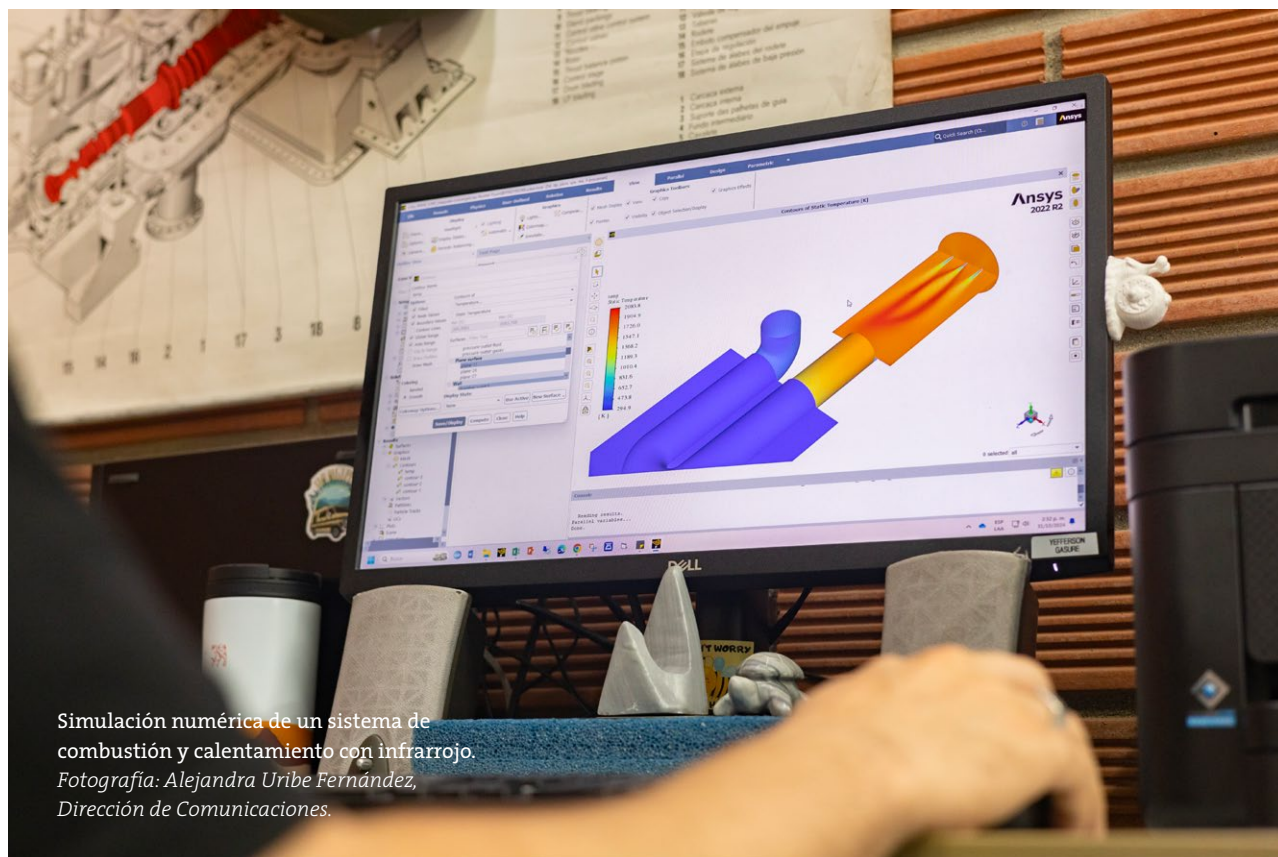
Trabajo en red y proyección futura

Entre los años de 2012 y 2024, el grupo GASURE, en lo que concierne a la pertinencia del trabajo colaborativo y de la necesidad de transferir conocimiento y

formación a instituciones y regiones de menor desarrollo académico y científico, ha liderado la formulación, dirección científica y ejecución de programas para conformación de redes interinstitucionales e intersectoriales, participando en convocatorias del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y de cooperación internacional. En este contexto se mencionan las redes Combustión Avanzada de Uso Industrial Incombustion fase I, Incombustion fase II, la alianza Sostenibilidad Energética para Colombia —Séneca— y la Alianza para la Eficiencia Energética y el Hidrógeno, esta última en ejecución entre 2023 y 2027.

Compromiso con la política pública y la internacionalización

El grupo no solo ha contribuido a través de la investigación, sino también a través de la participación en la definición de políticas públicas del sector energético. Su coordinador se desempeñó como con-



Simulación numérica de un sistema de combustión y calentamiento con infrarrojo.
Fotografía: Alejandra Uribe Fernández,
Dirección de Comunicaciones.

sejero del Programa Nacional de Investigación en Energía y Minería de Colciencias (2005-2011), en el que aportó una visión académica y técnica a la planificación energética del país. La capacidad del grupo para extender la colaboración científica también puede verse en su participación tanto en el «Programa para el fortalecimiento de procesos de eficiencia energética para sectores industriales con alta demanda de energía térmica en Colombia», financiado por el Programa de Cooperación de la Comunidad Económica Europea para la Eficiencia Energética en América Latina denominado Euroclima + entre 2021 y 2025, como en el Programa ECOS-ord de intercambio de investigadores entre Colombia y Francia entre 2017 y 2022.

El mérito de una agenda de I+D+I, para que no pierda pertinencia y vigencia histórica, es tener sensibilidad para captar las señales del entorno y las demandas de conocimiento e innovación para la solución de problemas nacionales o globales complejos cuya solución tiene impactos económicos, sociales, de sostenibilidad, tecnológicos y científicos.

Sin duda, la transición energética y las exigencias del Objetivo 7 de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas a 2030 (triplicar la penetración de las energías renovables, duplicar la eficiencia energética y garantizar el acceso de electricidad y combustibles limpios para cocción a sectores sociales de menores ingresos y territorios con bajos indicadores económicos, sociales y de bienestar) se han constituido en referentes ineludibles para el ajuste y actualización de la agenda de investigación y desarrollo tecnológico de GASURE.

Líneas de investigación actuales

En este contexto, están abordando investigaciones y desarrollos tecnológicos en:

La descarbonización de procesos como *driver* principal de la transición energética en la cadena de valor del hidrógeno de nulas emisiones o bajas emisiones de carbono.

La transformación de la electricidad renovable en moléculas de bajo carbono como sustitutas para los derivados del petróleo, tales como hidrógeno, metano sintético, metanol y amoníaco.

La oxidcombustión sin llama para la obtención de CO₂ biogénico para los sistemas *Power to X*, tecnología consistente en que a partir de hidrógeno de bajas emisiones y CO₂ biogénico obtener moléculas sustitutas de los combustibles convencionales.

El calor renovable, para aplicaciones de calentamiento y generación de electricidad, obtenido a partir de la combustión avanzada y eficiente de combustibles gaseosos renovables como el hidrógeno, biogás, biometano, metano sintético, amoníaco y metanol.

La complementariedad de sistemas energéticos convencionales y nuevos que se establezcan en la transición energética en condiciones de sostenibilidad y eficiencia energética y en función de los recursos existentes en cada región de Colombia.

Comportamiento de motores de combustión interna operando con combustibles gaseoso renovables. Laboratorio Móvil.

En este largo recorrido ha sido decisiva la identificación de jóvenes talentos con aptitudes para la investigación y la innovación, para sensibilizarlos para su participación activa en el grupo. Luego por la vía de la formación en posgrados o participación como investigadores en proyectos, GASURE ha visto formarse varias generaciones de profesores o investigadores universitarios, investigadores en centros de investigación nacionales, al igual que la conformación de una diáspora que realiza exitosamente actividades de I+D+I en Universidades y Centros de investigación en Estados Unidos de América, Europa y Japón, así como también exitosos ejecutivos en empresas con actividades en eficiencia energética, hidrógeno y servicios públicos.

El éxito de Gasure: la congruencia

Así como los proyectos con Haceb y con EPM cerraron el ciclo investigación-innovación, debe destacarse que el grupo GASURE cumple, como pocos, con la congruencia de los cinco aspectos que definen el éxito de un grupo de investigación:

Un líder con conocimiento no solo académico sino también del contexto, comprometido con los desarrollos que propone, con la formación de talentos y con la respuesta a las necesidades sociales.

Una agenda de trabajo minuciosamente diseñada para irse amoldando, mediante la formación académica de sus integrantes, a las crecientes necesidades del medio externo, no solo en el aspecto social sino en el industrial, con preguntas claras y métodos decantados.

Un grupo de investigadores solidario con los conocimientos necesarios para enfrentar los retos de los proyectos de investigación.

Una relación institucional sólida entre el Grupo y la Universidad, que permite fluidez en el desarrollo de las propuestas.

Una relación exitosa con los interlocutores que son usuarios externos a la vez exigentes y rigurosos quienes han compartido los problemas a resolver y han valorado los resultados obtenidos. **x**