

Evolución y desafíos de la innovación abierta en la transición energética: Experiencia Instituto Colombiano del Petróleo - Ecopetrol Colombia

Autores: Arenas Díaz, Piedad*; Guzmán Vega, Mario Alberto; Uribe Espitia, María Paula; Pradilla, Diego; Cruz, Juan Carlos

Contacto: *parenasd@gmail.com

País: Colombia

Resumen

La empresa colombiana del petróleo (ECOPETROL SA) ha incorporado gradualmente la innovación abierta como estrategia para contribuir al cumplimiento de sus metas empresariales y en este recorrido, ha jugado un papel fundamental su unidad de I+D+i, el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP ECP).

Este trabajo presenta la evolución de la estrategia de innovación abierta de la Empresa, desde la perspectiva del ICP ECP, a partir de la metodología de sistematización de experiencias, facilitando un ejercicio de reconstrucción y metacognición de tres etapas de Innovación abierta de la Empresa.

Se emplean para el estudio tres fases metodológicas: Reconstrucción, Interpretación e Identificación de lecciones aprendidas. Los resultados se enfocan en: la identificación de los beneficios y limitaciones, tanto para los gestores, la compañía y los terceros beneficiarios; las lecciones aprendidas que aporten en la toma de decisiones para la empresa, especialmente frente a las metas planteadas en su Estrategia 2040; adicionalmente se busca contribuir desde la socialización y contraste con otros agentes de desarrollo, abriendo la posibilidad de nuevas reflexiones y aportando en la identificación de nuevas líneas de investigación y acción.

Esta experiencia representa un valioso aprendizaje, considerando la composición accionaria mayoritariamente pública de la empresa, sus características de industria intensiva en escala, así como su relevancia en el sistema nacional de innovación de Colombia; y el contexto de la transición energética.

Palabras clave: innovación abierta; sistematización de experiencias; Instituto Colombiano del Petróleo Ecopetrol SA.

1. La organización

ECOPETROL se crea el 25 de agosto de 1951, 30 años después del inicio de la actividad petrolera en Colombia con la puesta en producción del Campo La Cira-Infantas en el Valle Medio del Río Magdalena, en el departamento de Santander (Ecopetrol, 2022).

En este departamento en el año 1985 se crea el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP), como Centro de Investigación, promoción y desarrollo, frente a las demandas de la industria nacional. Su objetivo principal era suministrar apoyo tecnológico a la actividad petrolera y petroquímica en las áreas de acción de la Empresa, buscando reducir progresivamente la dependencia externa en tecnología y suministros en el área de energéticos y conexos (Mestre, 1987). Para cumplir este propósito se plantearon tres ejes estratégicos: Programa de formación de recursos humanos, Programa de equipamiento y Programa de Planta Física (Mestre, 1987).

A partir de ese momento se han consolidado capacidades científicas y tecnológicas que llevan a contar actualmente en términos de infraestructura con: 9 laboratorios con más de 40 áreas experimentales y ana-

líticas; 36 unidades de plantas piloto y cerca de 15.700 equipos y componentes disponibles para la investigación y el desarrollo de tecnología (Ecopetrol, 2022).

En el año 2003, la Empresa estatal petrolera colombiana fue conformada como sociedad anónima de economía mixta, actualmente con una participación accionaria estatal del 80%. La organización está vinculada al Ministerio de Minas y Energía y participa en todos los eslabones de la cadena de hidrocarburos: exploración, producción, transporte, refinación y comercialización, directamente o con empresas del grupo Empresarial Ecopetrol. A 2022 la empresa contaba con alrededor de 18.000 empleados y en el año 2021 su ingreso por ventas ascendió a \$84.9 billones de pesos colombianos, lo que la convierte en la empresa más grande de Colombia (Colombia, 2022). En ese mismo año, dentro del ranking de empresas innovadoras de la Asociación Nacional de Industriales -ANDI- Ecopetrol se ubicó en el segundo lugar (ANDI, 2021). Por su tamaño, Ecopetrol pertenece al grupo de las 40 petroleras más grandes del mundo y es una de las cuatro principales de Latinoamérica.

2. Contexto general

En medio de la discusión sobre la geopolítica y el mercado energético global, (Yergin, 2020) plantea cuatro transformaciones fundamentales en el sector energético que han modificado y seguirán modificando el mapa energético mundial: La revolución de las lutitas en Estados Unidos (asociada a los yacimientos no convencionales), la rivalidad entre Estados Unidos y China; las inversiones y apuestas tecnológicas frente al cambio climático y la descarbonización; y el incremento de la eficiencia de la energía eólica y solar. Frente a ese ritmo de progreso en energía renovable, Spencer Dale en el reporte estadístico anual de la energía mundial (British Petroleum Co, 2021), plantea que éste debe ir acompañado de otras dimensiones de la transición energética: eficiencia energética; el crecimiento de nuevos vectores energéticos como el hidrógeno, para ayudar a descarbonizar sectores difíciles de reducir; y la construcción de mecanismos de captura, uso y almacenamiento de carbono. Es decir, el crecimiento rápido y continuo de las energías renovables para llegar al cero neto, es una condición necesaria, pero no es suficiente.

En el contexto particular de la transición energética en Colombia (Departamento Nacional de Planeación, 2022), resulta esencial que los agentes responsables de esta transición aceleren el desarrollo de soluciones a los procesos de descarbonización, incorporación de energías renovables, así como al incremento de la eficiencia y la seguridad energética (Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), 2019); y frente a estos desafíos la gestión de la innovación tecnológica, particularmente la innovación abierta juega un papel fundamental.

3. Desafío u oportunidad

Para entender la dimensión de los desafíos de la transición energética, es importante tener presente que Colombia como signatario del Acuerdo de París actualizó su compromiso de reducir 51% a 2030 las emisiones de gases efecto invernadero y buscar la neutralidad del carbono al 2050. (Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, 2021) sumado a ello, el país avanza en los retos de diversificar y modernizar la economía en consonancia con los ODS (ODS 7: energía asequible y no contaminante). Estos compromisos tienen incidencia directa en el sector de los hidrocarburos, sector de gran importancia para la economía colombiana, no sólo por su aporte al PIB nacional (Su contribución en los últimos años oscila entre el 3,7 y 4% y representó en el año 2019 alrededor del 40% de las exportaciones del país (Fedesarrollo, 2021)), sino también, por los insumos que ofrece a otros sectores como la industria, el agro y el transporte, entre otros.

Es así como, frente al riesgo de la pérdida de autosuficiencia energética y la necesidad de consolidar la transición energética como el cambio estructural del sistema energético radicado en los combustibles fósiles a uno de bajas emisiones o sin emisiones de carbono, basado en las fuentes renovables; la diversificación del portafolio energético del país y los compromisos internacionales con el Desarrollo Sostenible, Ecopetrol S.A., en el año 2019 (Ecopetrol, 2022) planteó su estrategia de “SosTECnibilidad” como uno de los pilares de su estrategia corporativa. En esta definición, la tecnología (T) apalancada en Innovación y transformación digital, se plantea como catalizador de los cambios necesarios para enfrentar los retos (E) ambientales (S) sociales y de (G) gobernanza (Enfoque TESG). De esta forma, la estrategia tecnológica de Ecopetrol busca:

capturar más valor a través de la innovación y lograr competitividad sobre la base de cuatro direccionadores, que permitirán romper barreras tecnológicas para el incremento de reservas; aumentar la eficiencia de sus operaciones; avanzar hacia la transición energética y la carbono-neutralidad; y la transformación digital de sus operaciones y procesos.

Esta apuesta estratégica sin embargo, trae consigo la necesidad de comprender y transformar una realidad que ha sido planteada en diversos escenarios National Petroleum Council, (2007) y (Roland Berger Strategie Consulting (2014): la industria del petróleo y gas tiene uno de los niveles más bajos de intensidad de I+D de todos los sectores económicos y los tiempos de desarrollo de nuevas tecnologías más altos frente a otros sectores (Reporte interno de McKinsey and Company para Shell Oil Company como se citó en NPC Global Oil & Gas Study, 2007, p. 12), situación que se refleja en el caso de Ecopetrol en el porcentaje de valor agregado generado por tecnologías ya comprobadas, de los 350 millones de dólares de valor agregado al negocio en 2021 el 80% para el año 2021 (Bayón, 2022), y especialmente en el enfoque en innovación incremental con poco avance en la innovación revolucionaria o radical que requiere la complejidad de los desafíos ambientales, económicos, sociales y tecnológicos que enfrenta.

4. La innovación

La experiencia de incorporación de Innovación abierta en Ecopetrol es relevante en la medida en la que se desarrolla en un momento de transformación de la industria; por la incidencia de la empresa en la economía nacional; y por formar parte de un sector económico intensivo en escala¹, con dependencia de sus inversiones (incluyendo las inversiones en actividades de ciencia, tecnología e innovación) en función del comportamiento del precio del barril de petróleo, que en economía de mercado es especialmente sensible a la geopolítica internacional.

Por su parte, tal y como lo plantea (Azeem Azhar, 2021) en la investigación que dio origen a su libro Exponencial: mientras las nuevas tecnologías aparecen a un ritmo cada vez más rápido, con rápidas disminuciones de su precio, en un comportamiento exponencial, de otra parte, las instituciones, normas políticas, sistemas de organización económica y la forma como se forjan relaciones cambian lentamente, de manera incremental. Lo que genera “la brecha exponencial”. Una de las formas de mitigar esta brecha, consiste en

1. En la clasificación de (Pavitt, 1984), el sector de petróleo y gas se ubica como intensivo en escala, con algunas características de dependencia de proveedores. En dicha clasificación se considera que las fuentes y los efectos de la innovación son específicas de cada sector y para el caso de las industrias intensivas en escala, el enfoque se encuentra en las innovaciones incrementales en el proceso.

recurrir a la colaboración como fuente de nuevo conocimiento considerando que el modelo de innovación abierta se concibe explorando y explotando los cambios del entorno, y aprovechando la porosidad de las fronteras organizacionales (Chesbrough, 2003).

5. Estrategia de innovación y resultados

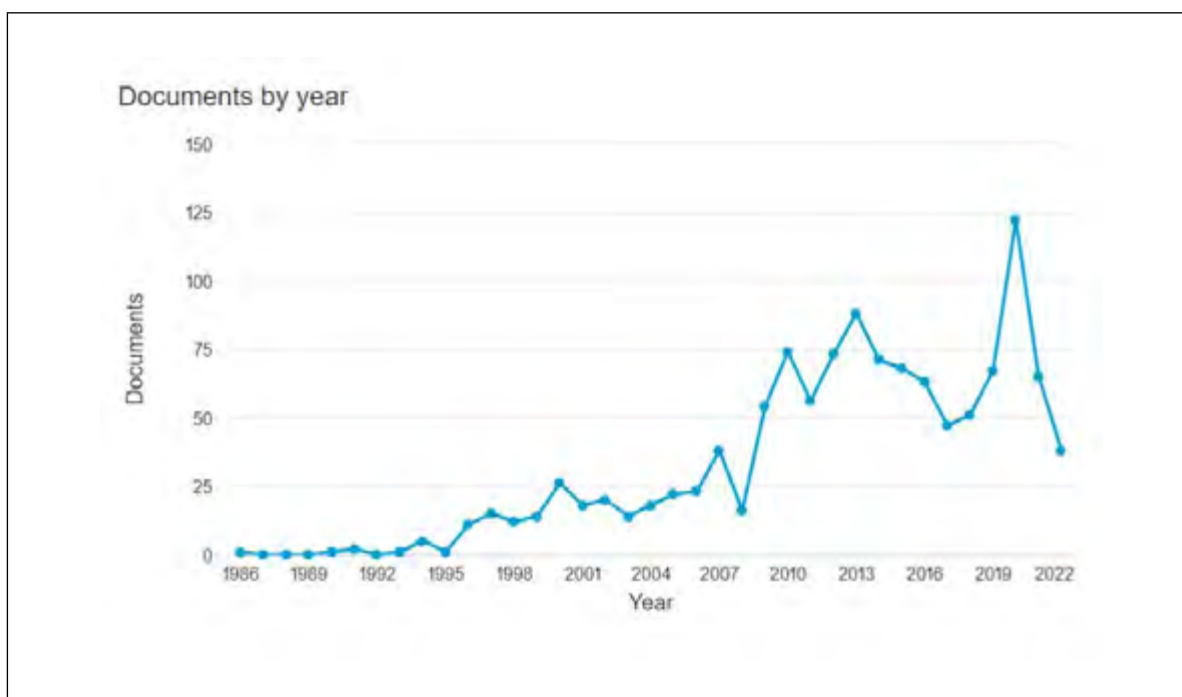
Al reconstruir la línea de tiempo en función de la incorporación de la innovación abierta en el ICP-ECP, se logran identificar tres etapas: E1. Innovación abierta con expertos; E2. Innovación en cooperación territorial y E3. Innovación abierta nacional-internacional.

5.1. Etapa 1 (E1) Innovación abierta con expertos

Con la creación del Instituto en la década de los años 1980, la empresa realiza una apuesta por la incorporación de capital humano, físico y tecnológico que permitiera el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas endógenas. En esta primera etapa de desarrollo interno los esfuerzos estuvieron enfocados en el aprendizaje organizativo empleando mecanismos de formación de personal, adquisición y estudio de tecnología; obteniendo como resultado las primeras publicaciones y patentes y con ello el reconocimiento de sus capacidades en diversos contextos geográficos.

A partir de las capacidades desarrolladas, la empresa ha generado alrededor de 1195 publicaciones científicas en revistas. En la Figura 1 se observa el reporte del comportamiento histórico de las publicaciones identificadas con Scopus en el periodo 1986 a 2022.

FIGURA 1. Publicaciones con filiación de Ecopetrol en el tiempo



Fuente: Reporte generado en Scopus². Filiación Ecopetrol[®] (septiembre 2, 2022).

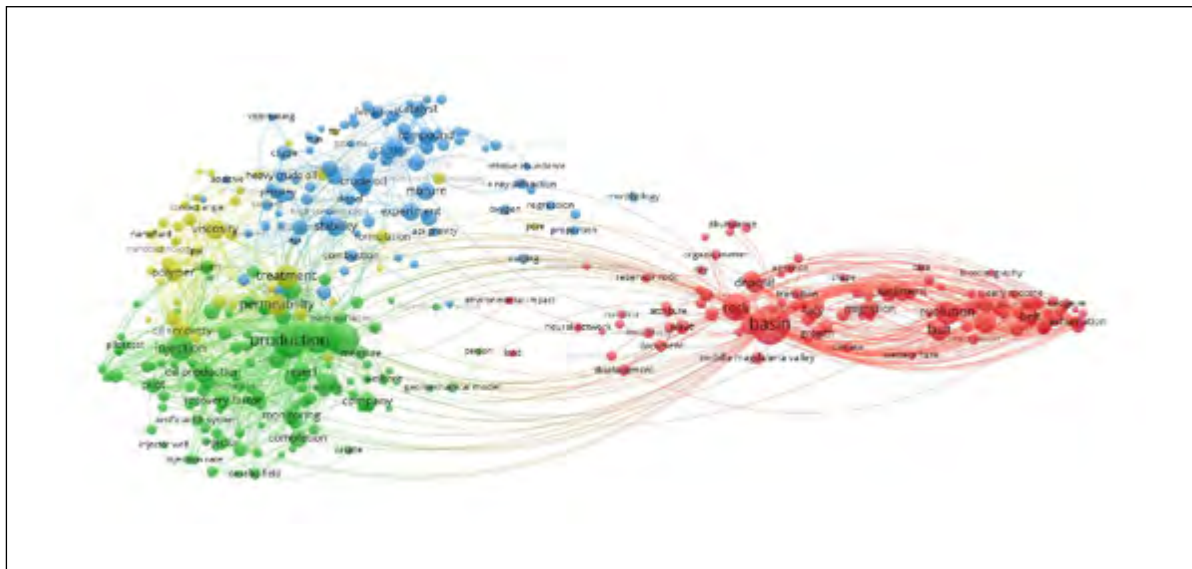
2. Excluyendo publicaciones en las áreas de Medicina, farmacología y profesiones de la salud.

En la figura se observa el crecimiento de las publicaciones científicas a partir de la consolidación del ICP ECP, el efecto de las inversiones en los años de crisis por el precio del barril y el efecto de la estrategia de innovación abierta planteada en la primera década del siglo XXI.

Estas publicaciones se concentran temáticamente en un 71%³ en Energía, Ciencias planetarias y de la tierra, e Ingeniería y en las principales fuentes de financiamiento se destaca el esfuerzo interno de la misma empresa, en segundo lugar, Colciencias (hoy Minciencias) y en tercer lugar la Universidad Industrial de Santander⁴, uno de sus aliados históricos más importantes.

Respecto a los temas objeto de estas investigaciones, a partir de un análisis bibliométrico (Figura 2) se encuentran cuatro grandes nodos que dan cuenta de las capacidades históricas del Instituto frente a: (1) Producción (producción, inyección, completamiento de pozos, recobro, etc); (2) Yacimientos (cuencas, rocas, depósitos, etc); (3) Fluidos (estabilidad, crudos, catálisis, etc) y se observa también tópicos emergentes (4) especialmente alrededor de la nanotecnología.

FIGURA 2. Temáticas en las publicaciones con filiación Ecopetrol



Fuente: Elaboración propia en Bilbiometrix a partir de la base de publicaciones de Scopus con filiación Ecopetrol.

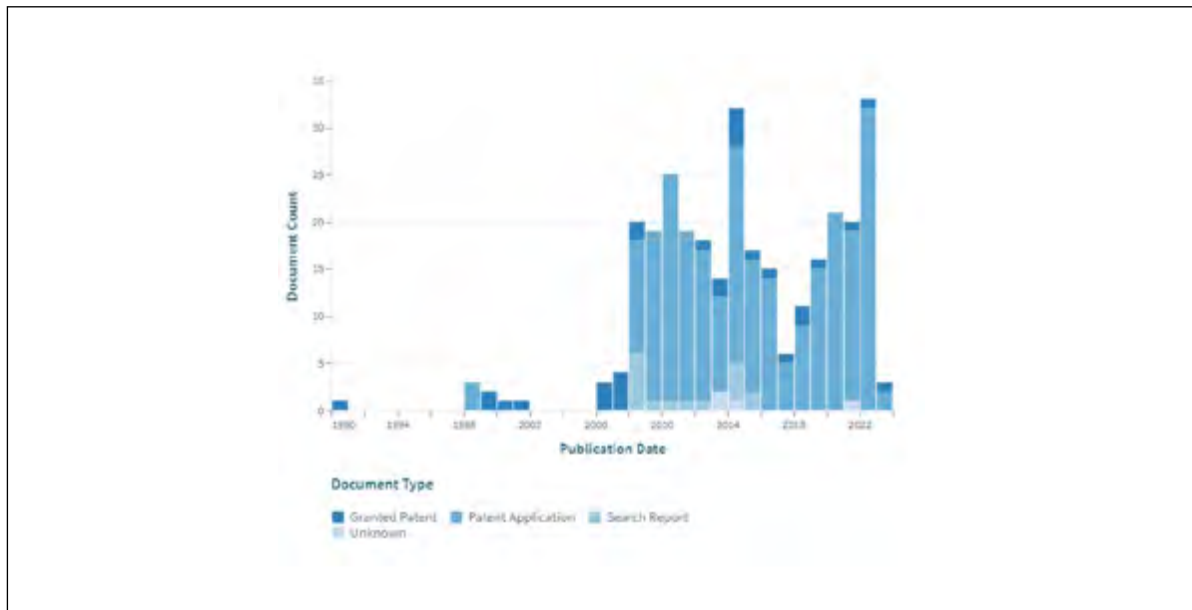
La empresa cuenta con un inventario de cerca de 455 productos tecnológicos, 124 patentes otorgadas vigentes a 2022 (Superintendencia de industria y comercio), en Colombia, México, Brasil, Estados Unidos, Nigeria y Rusia.

Particularmente frente a las patentes, con un total de 287 registros, en la Figura 3 se observa la evolución histórica de dichas patentes con titularidad de Ecopetrol.

3. Fuente: Reporte generado en Scopus. Filiación Ecopetrol* (septiembre 2, 2022).

4. Ibid.

FIGURA 3. Histórico de patentes Ecopetrol



Fuente: Elaboración propia a partir del reporte en Lens patents para titularidad Ecopetrol (mayo 2023).

Llama la atención el crecimiento importante en el crecimiento de las patentes de titularidad de la Empresa, a partir del periodo de creación de Ecopetrol S.A. coincidente también con la estrategia de incentivar la innovación abierta.

La primera patente de la Empresa se obtiene en el año 1990, cinco años después de la creación del ICP, y después de algunas experiencias particularmente en el área de Biorremediación, es a partir del año 2006 donde el crecimiento en la protección de nuevo conocimiento se hace evidente.

A diciembre de 2022, la Empresa contaba con un portafolio de 124 Patentes de invención, gestionadas desde el ICP cerca del 90%. Así mismo, en el período 2014-2021 la empresa ha suscrito 23 contratos de licenciamiento de tecnología con 50 tecnologías asociadas.

5.2. Etapa 2 (E2) Innovación en cooperación territorial

En el año 2003 el gobierno colombiano reestructuró la Empresa Colombiana de Petróleos, con el objetivo de internacionalizarla y hacerla más competitiva en el marco de la industria mundial de hidrocarburos (Ecopetrol, 2022). La apuesta estratégica de esta etapa de la compañía requirió la convergencia de todos los vehículos disponibles para adquirir y aprovechar nuevos recursos (Rivera-Santos, M., Inkpen, 2009): Desarrollo interno, Adquisición externa (Contratación de bienes y servicios), Adquisición total (empresas conjuntas) y Relaciones Interorganizacionales, dentro de las cuales se encuentran las Alianzas de Cooperación en innovación.

Es así como política de la Empresa se han fortalecido las interrelaciones con diferentes organizaciones del Sistema Nacional y Sectorial de Innovación. En el periodo 2017 - 2021 según reporte del sistema de información de la Empresa, se suscribieron 227 convenios de cooperación tecnológica. De una muestra de 74 convenios tecnológicos gestionados desde el ICP⁵, se suscribieron con Universidades (51,4%), con Empre-

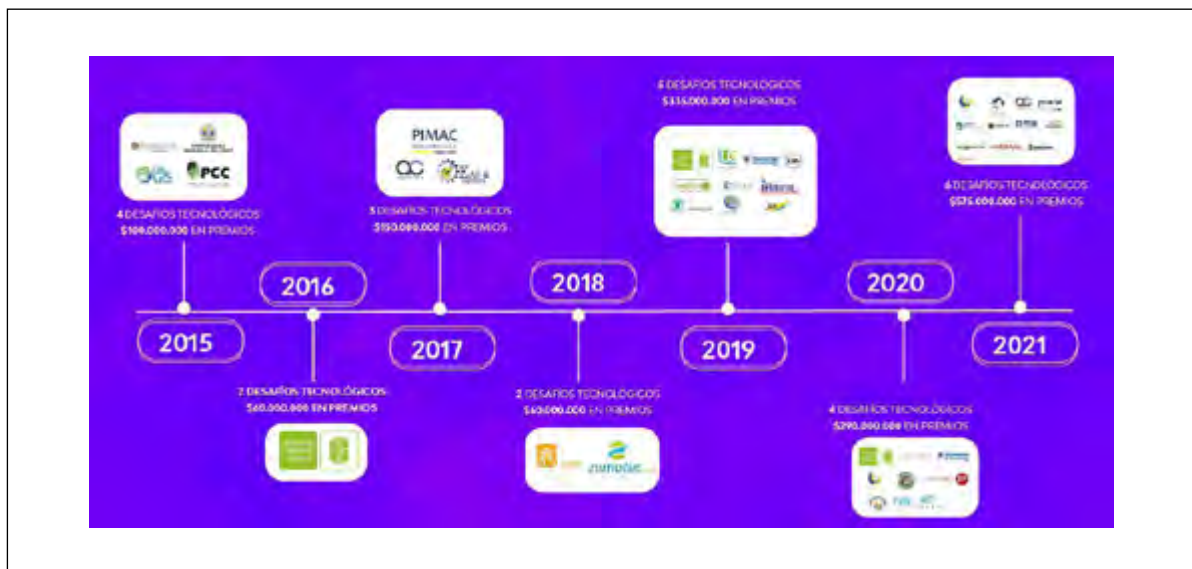
5. Fuente: Base de datos de convenios 2022 del ICP.

sas (18,92%); Instituciones Gubernamentales (10,81%); Instituciones no gubernamentales (10,81%); Cooperación internacional (4,05%). Estos convenios fueron administrados por 34 funcionarios, concentrados en tres gerencias y la dirección general del ICP.

Dentro de estas experiencias, y en el marco de la ley 1286 2009 de ciencia y tecnología, se destaca el convenio de cooperación “bajo el mismo techo”⁶, operacionalizado a través de 27 acuerdos de cooperación en el período 2015-2021 en las temáticas de: Corrosión e integridad de líneas de transporte, Metodologías analíticas, Geofísica, Factor de recobro, Productividad y estabilidad de pozos, Mejoramiento de crudos pesados, Nanocompuestos y nanotecnología, Exploración en cuencas colombianas, Petrofísica, y Sostenibilidad ambiental. Con la participación de 25 grupos de investigación se generaron 13 tecnologías, 4 tesis doctorales, 22 solicitudes de derecho de autor, 42 tesis de maestría, 48 artículos científicos publicados, y 120 trabajos de pregrado.

De manera simultánea, en el año 2015 en alianza con la red de instituciones de educación, investigación y desarrollo del oriente colombiano -UNIRED, se realiza la primera de 8 versiones del concurso de innovación “Innovate” con el fin de encontrar soluciones innovadoras a desafíos tecnológicos planteados para el sector energético, fortalecer el sistema de innovación a través de la promoción de Alianzas Universidad-Empresa; promover el emprendimiento de base tecnológica y el desarrollo del país; y acercar la investigación de las universidades a las necesidades de la industria (UNIRED Ecopetrol, n.d.). Este concurso se orientó a Empresas de Base Tecnológica, Empresas de Manufactura, Alianzas Interinstitucionales, Centros de Desarrollo Tecnológico, Centros de Desarrollo Productivo e Instituciones de Educación Superior con sus Grupos y/o Centros de Investigación. Los resultados de las primeras 7 ediciones se muestran en la Figura 4.

FIGURA 4. Premios y ganadores del concurso Innovate



Fuente: Figura tomada de Concurso Innovate 2022 - UNIRED⁷

6. Convenio Marco de Cooperación Tecnológica y Científica No. 5222395 UIS-ECP 2015.

7. Ver <https://concursoinnovate.com/>

Adicionalmente en esta etapa, dadas sus capacidades científico-tecnológicas, el ICP ECP fue reconocido por el Ministerio de Ciencia, tecnología e Innovación de Colombia, según Resolución No. 1542 del 10 de agosto del 2021, como Centro de Desarrollo Tecnológico.

5.3. Etapa 3 (E3) Innovación abierta nacional - internacional

En el año 2022 se formula y divulga la estrategia 2040 de Ecopetrol con la visión de la empresa frente a la coexistencia de su negocio tradicional de petróleo y gas y la apuesta a la diversificación de su portafolio en el horizonte de tiempo planteado. Así mismo, la complejidad de las condiciones geopolíticas, las particularidades del sector, el riesgo que representa la competencia (Global data, 2021), así como la flexibilidad requerida para afrontar la volatilidad del mercado, implican para la compañía la necesidad de continuar fortaleciendo sus capacidades de innovación.

En desarrollo de este plan estratégico, se formula la política de Ciencia, Tecnología e Innovación de Ecopetrol y con ella una reforma organizativa que incorpora al Instituto Colombiano del Petróleo (Centro de tecnología e innovación de ECP) y a la Vicepresidencia de transformación digital de la compañía, en la Vicepresidencia de Ciencia, Tecnología e Innovación con el propósito de articular los esfuerzos de la Investigación y desarrollo del proceso con los avances en transformación digital que fueron catalizados en los últimos dos años, entre otras razones, por las condiciones generadas en la emergencia sanitaria del año 2020.

Con la creación de la Vicepresidencia de Ciencia, tecnología e innovación en el año 2022, el ICP se transforma en el Centro de Desarrollo tecnológico de Ecopetrol y se organiza alrededor de seis clústeres. Cuatro de ellos nuclean a su vez, diversas temáticas que se muestran en la Figura 5. En algunas de las cuales la empresa tiene capacidades ya consolidadas y en algunas en las que pretende hacer desarrollos en los próximos años.

FIGURA 5. Áreas temáticas de los clústeres del CIT ECP 2022



Fuente: Adaptado reporte CDIT-ECP (noviembre 2022).

De esta forma, y a partir de las capacidades desarrolladas, la política CTI contempla continuar trabajando en dos frentes: Primero con los agentes del Sistema nacional de innovación, es así como el 17 de febrero

de 2023 Ecopetrol realiza el lanzamiento de Econova⁸, la red de cooperación abierta de Ecopetrol, un espacio físico y virtual donde convergen empresas, emprendedores, gremios, academia, instituciones públicas y comunidad para pensar e implementar soluciones disruptivas a retos comunes. Esta red cuenta con cinco nodos distribuidos en 5 regiones de Colombia: Santander (Descarbonización), Bogotá (Quinta revolución industrial), Antioquia (Energía Eléctrica), Caribe (Transición energética y economía circular) y Meta (Sostenibilidad). De manera complementaria se lanza la iniciativa 'Reto 100x100'⁹ dirigida al ecosistema digital del país para resolver 100 retos de negocio a partir de soluciones digitales basadas en tecnologías como Inteligencia Artificial, Analítica y Robótica, entre otras. (Ecopetrol, 2022).

Y el segundo frente corresponde a la creación de la filial tecnológica en España, Econova Technology & Innovation la cual estará controlada en un 100% por Ecopetrol con el propósito de acceder de forma anticipada a tecnología en desarrollo y a fuentes de financiación internacional.

6. Algunas lecciones aprendidas

Usualmente las empresas gestionan sus alianzas a partir de los procedimientos, instrumentos y rutinas propias de la contratación de bienes y servicios, sin embargo, la cooperación en innovación implica reglas de negocio y modelos de gobernanza particulares.

Adicional a los gestores y expertos temáticos de la compañía y sus contrapartes en la organización cooperantes, en los procesos de aprendizaje para la gestión de la innovación abierta resulta necesario incluir: a los contratistas que participan en los proyectos de manera ocasional y/o regular en los acuerdos de colaboración y a los asesores jurídicos de las organizaciones participantes.

Se prevé que la innovación abierta y particularmente la cooperación tecnológica jugará un papel fundamental en el plan estratégico ECP 2040, frente a lo cual decisiones tales como ¿qué tecnología continuar desarrollando localmente en colaboración y cuál no?, ¿con qué aliados nacionales o internacionales desarrollar qué tipo de tecnología?, ¿qué capacidades tecnológicas representan plataformas para el desarrollo de nuevas capacidades?, entre otras, representan nuevos desafíos en la gestión de la innovación de la organización.

La madurez de los sistemas de protección a la propiedad intelectual de las partes involucradas en la innovación abierta, se convierten en factores facilitadores o inhibidores según sea el caso, en la efectividad de la innovación abierta.

Las organizaciones cooperantes deben desarrollar capacidades frente a la valoración de sus activos intangibles y la valoración del riesgo en proyectos CTI.

Es reiterativa la importancia de la confianza estratégica, técnica y personal para llevar adelante proyectos de innovación conjuntos.

Los objetivos tradicionales de la cooperación en innovación relacionados con la reducción de costos y la distribución del riesgo están siendo complementados con la posibilidad de acceso a recursos, el desarrollo de capacidades y el valor reputacional; lo que representa la necesidad de desarrollar nuevas métricas para valorar estos beneficios.

La inducción y reinducción del personal en la dinámica de la gestión de procesos de innovación resulta clave para el avance y buen término de las iniciativas de esta naturaleza.

8. Ver <https://econova.co/>

9. Ver https://www.youtube.com/watch?v=tFMjuPLAyyI&ab_channel=EcopetrolOficial

Ecopetrol debe continuar trabajando con los sistemas regionales de innovación no sólo por su política de responsabilidad social empresarial, por el valor compartido en las áreas de influencia, sino también porque la transición energética del país requiere múltiples, diversas y dinámicas acciones económicas, sociales y ambientales.

La selección de los aliados para innovar implica la necesidad de identificar la compatibilidad y complementariedad entre organizaciones no sólo en términos tecnológicos sino también en términos culturales.

La transición energética trae consigo desafíos intersectoriales y de altas implicaciones en recursos por lo cual la cooperación global resulta indispensable.

7. Competitividad tecnológica

La incorporación de las prácticas de innovación abierta en Ecopetrol representa una oportunidad tanto para la Empresa como para las diferentes regiones de Colombia. El estudio de Mckenzey Global Institute (Lund et al., 2019) al examinar las industrias productoras de bienes y de servicios en 43 países concluyen que las cadenas de valor son cada vez más intensivas en conocimiento y cada vez más regionales. En este sentido, la orientación de la política CTI de la empresa atiende las demandas del mercado global y al mismo tiempo su papel social en el país.

8. Movilizando el ecosistema de innovación

El relacionamiento del ICP ECP con los demás agentes del Sistema regional de innovación, a través de los diferentes mecanismos de cooperación, ha influido en: la formación de talento humano en diferentes áreas disciplinares y niveles de formación; en la generación y sistematización de nuevo conocimiento especialmente en áreas de ingeniería, petroquímica y geología; en el incremento de la oferta de los servicios tecnológicos, y en el fortalecimiento de capacidades para realizar actividades de I+D, incluyendo la cooperación en innovación. Lo anterior ha representado una importante contribución a las capacidades CTI del Departamento; sin embargo, se espera incrementar la incidencia en otras regiones del país a partir de Econova.

Referencias bibliográficas

- ANDI-INNPULSA-VTSAS (2018). *Cierre de brechas de innovación y tecnología*.
- ANDI (2021). *Innovación Empresarial 2021*. <https://www.andi.com.co/Uploads/PPTRANKING2022-Nuevos.pdf>
- Azeem Azhar (2021). *The Exponential Age: How Accelerating Technology is Transforming Business, Politics and Society*.
- British Petroleum Co. (2021). *BP Statistical Review of World Energy*.
- Chesbrough, H. (2003). The logic of open innovation: managing intellectual property. *California Management Review*.
- Colombia, S. de S. de (2022). *Informe 1000 empresas más grandes*.
- DANE (2019). *Capacidades Gerenciales e indicadores de innovación*.
- Departamento Nacional de Planeación. (2022, 29 de marzo). *POLÍTICA DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA (Documento CONPES 4075)*. Bogotá D.C., C. D. (2022). *CONPES 4075*.
- Ecopetrol (2022). *Ecopetrol SA*. <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal>

- Fedesarrollo (2021). *Transición Energética y Retos del sector energético en Colombia*.
- Global data (2021). *Financial and Strategic SWOT Analysis Review*. Ecopetrol S.A. (Issue July).
- Lund, S., Manyika, J., Woetzel, J., Bughin, J., Krishnan, M., Seong, J., Muir, M., Lund, S., Bughin, J., Woetzel, J., Stamenov, K. y Dhringra, D. (2019). Globalization in transition: the future of trade and value chains. En *McKinsey & Company* (Issue January).
- McKinsey & Company. (2007). *Reporte interno de McKinsey and Company para Shell Oil Company citado en NPC Global Oil & Gas Study*. <https://studylib.net/doc/11641599/oil-and-gas-technology-development-t-p>
- Mestre, S. A. (1987). (1987). El Instituto Colombiano del Petróleo presencia de ECOPETROL en el área metropolitana de Bucaramanga. *Revista Facultad de Administración de Empresas*, 04(06), 48. <http://hdl.handle.net/20.500.12749/15247>
- National Petroleum Council (2007). *OIL AND GAS TECHNOLOGY DEVELOPMENT*. <https://studylib.net/doc/11641599/oil-and-gas-technology-development-t-p>
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., Etienne, F. y Smith, A. (2020). *The Invincible Company: Business Model Strategies From the World's Best Products, Services, and Organizations*. 400.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and Theory. *Research Policy*, 13, 13. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit>
- Rivera-Santos, M., Inkpen, A. (2009). The SAGE handbook of international marketing (pp. 198–217). <https://doi.org/10.4135/9780857021007>
- Roland Berger Strategie Consulting (2014). *Innovation In oil and gas overcoming conventional approaches to unconventional*.
- Ruelas-Gossi, A. y Sull, D. (2006). Orquestación estratégica: la clave para la agilidad en el escenario global. *Harvard Business Review*.
- Unidad de Planeación Minero-energética - UPME (2020). *Balance Energético Colombiano 2019*.
- Unidad de Planeación Minero Energética - UPME (2019). *Plan Energetico Nacional 2020-2030*.
- UNIREC Ecopetrol (n.d.). *Concurso innovate*. <https://concursoinnovate.com/#informacion>
- Yergin, D. (2020). *The New Map: Energy, Climate, and the Clash of Nations*.