
*Mejores prácticas para mitigar las emisiones de CO₂: estudio de caso del ecosistema energético del País Vasco**

Este trabajo resume las mejores prácticas en reducción de CO₂ en organizaciones con una gran huella de carbono y su respectiva cadena de valor al resaltar la sinergia que se puede dar a través de colaboraciones; utilizando como caso de estudio al País Vasco. El resumen detalla estrategias corporativas para reducir emisiones de una forma sistemática. El trabajo es complementado resaltando las perspectivas obtenidas por medio de entrevistas con actores clave en el País Vasco responsables de implementar una agenda verde. Las entrevistas mencionan proyectos primordiales y enfatizan las fortalezas y retos del trabajo en colaboración. Los resultados indican que las organizaciones están avanzando en implementar sus iniciativas, pero aspectos de gestión, estrategia y regulación pueden dificultar el lograr objetivos.

Lan honek laburbiltzen ditu karbono-aztarna handia uzten duten erakundeetan CO₂ murrizteko egin beharreko jardunbide onenak eta euren balio-katea, lankidetzaren bidez eman daitekeen sinergia nabarmentzen baitu; eta Euskal Autonomia Erkidegoa azterketa-kasu gisa erabiltzen da. Laburpenak isurketak sistematikoki murrizteko estrategia korporatiboak zehazten ditu. Lana osatzeko, agenda berde bat ezartzeko ardura duten Euskal Autonomia Erkidegoko funtsezko aktoreekin egindako elkarrizketen bidez lortutako perspektibak nabarmendu behar dira. Elkarrizketetan funtsezko proiektuak aipatzen dira eta elkarlanaren indarguneak eta erronkak nabarmentzen dira. Eraitzen arabera, erakundeak aurrera egiten ari dira beren ekimenak ezartzen, baina kudeaketa-, estrategia- eta erregulazio-alderdiek helburuak lortzea zaildu dezakete.

This work reviews the best practices to reduce CO₂ emissions in energy intensive organizations and energy value-chains by highlighting the synergy that can be built with like-minded organizations via collaborations; taking the Basque Country as a case study. An academic review covers how corporate strategies are attempting to curtail emissions in a systematic manner. The study is then complimented by findings obtained from interviews of key stakeholders in the Basque Country responsible for playing an important role in implementing a green agenda. The interviews allow us to highlight flagship projects and assess the collaborative framework strengths and challenges. Results indicate that organizations are well underway in implementing and researching low carbon solutions, but issues surrounding governance, strategy, and regulatory challenges can slow progress of goals.

* Traducción de la versión original en inglés.

Índice

1. Introducción
2. Revisión de literatura en mejores prácticas de sostenibilidad
3. Estudio de caso del ecosistema energético del País Vasco
4. Resultados del estudio de caso del País Vasco
5. Conclusión

Referencias bibliográficas

Anexo

Palabras clave: mitigación del carbono, descarbonización, política medioambiental, tecnologías bajas en carbono, mejor práctica de sostenibilidad.

Keywords: carbon mitigation, decarbonisation, environmental policy, low carbon technologies, sustainability best practice.

Nº de clasificación JEL: Q20, Q28, Q30

Fecha de entrada: 19/11/2020

Fecha de aceptación: 23/02/2021

Agradecimientos: Esta investigación ha recibido una subvención del Imperial College London. También nos gustaría agradecer el tiempo y la ayuda prestados por las siguientes organizaciones durante este trabajo de investigación: EVE, Spri Group, Diputación Foral de Bizkaia, Iberdrola, Petronor, Velatia-Ormazabal Group, Gestamp, Cluster de Energia, Ibil, Orkestra, y BC3.

1. INTRODUCCIÓN

Los grandes consumidores de energía tienen la necesidad imperiosa de descarbonizar e implementar mejores prácticas en sus operaciones cotidianas. El Acuerdo Marco de la ONU sobre Cambio Climático (UNFCCC) en 2015 logró alcanzar un compromiso climático para combatir el calentamiento global. 195 países firmaron el Acuerdo de París sobre cambio climático en la COP21, cuyo objetivo era limitar el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C, en comparación con las temperaturas preindustriales (United Nations Climate Change, 2016). Este acuerdo global sobre el cambio climático, legalmente vinculante, cuyo objetivo es reforzar la capacidad de los países de afrontar los impactos del cambio climático y apoyarlos en sus esfuerzos, está conmoviendo los conceptos y estrategias de gestión del carbono.

no en organizaciones con o sin ánimo de lucro (Zhou, 2020). La COP21 aceleró la transición a una economía baja en carbono en todos los sectores, pero en particular en las organizaciones de consumo intensivo de energía que se están volviendo más transparentes y meticulosas en sus métodos de informar sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (GHG), como se comprueba en la iniciativa del Carbon Disclosure Project (CDP, 2020).

Entretanto, casi 500 empresas ya se han comprometido a establecer objetivos basados en la ciencia y ayudando a las organizaciones a contrarrestar el cortoplacismo político y fijando una vía hacia la reducción de emisiones a largo plazo. Los objetivos basados en la ciencia están en consonancia con el nivel de descarbonización fijado por la ciencia climática afianzando al mismo tiempo el crecimiento futuro, tal como se describe en el quinto informe de evaluación del panel intergubernamental sobre cambio climático (IPCC AR5) (Objetivos basados en la ciencia, 2017). Además, una serie de países han mostrado su liderazgo y establecido por ley un objetivo neto-cero (como, por ejemplo, Dinamarca, Francia, Nueva Zelanda, Suecia y Reino Unido), haciendo que los objetivos climáticos de esas naciones estén plenamente en consonancia con la COP21.

La ventaja de establecer objetivos ambiciosos medioambientales es que compañías y gobiernos colaborarán en desarrollar la innovación en la generación y soluciones de suministro de energía sostenibles, evaluando al mismo tiempo las políticas que sustentan su implementación (Rissman *et al.*, 2020). Las soluciones relativas al suministro abarcan desde la electrificación baja en carbono, la bioenergía, combustibles sintéticos, captura de carbono e hidrógeno sin emisiones de carbono. De manera alternativa, opciones importantes de mitigación en lo que a la demanda respecta, incluyen promover la eficiencia energética, la generación energética *in situ*, la sustitución de materiales que generan altas emisiones de carbonos por materiales que generan pocas emisiones; y prácticas de economía circular. La combinación de todas estas soluciones debería garantizar la competitividad de las industrias clave en un futuro en el que las políticas gubernamentales fijarán probablemente precios al carbono y normas de eficiencia energética, logrando al mismo tiempo la neutralidad en emisiones de carbono en el periodo de tiempo fijado en el Acuerdo de París sin sacrificar el desarrollo humano y económico (Hickel, 2020).

Aunque las organizaciones se han fijado objetivos medioambientales, todas ellas tienen sus propios modelos de negocio y desean seguir siendo financieramente viables en el futuro. Por lo tanto, aumentar la rentabilidad o reducir los costes operativos son objetivos clave para cualquier organización. Este objetivo financiero necesita estar alineado con los mecanismos de la empresa para la gestión del carbono, como la innovación, el valor para los accionistas y los riesgos de la cadena de suministro de cara al futuro. Esta combinación de factores debería crear un círculo virtuoso en la organización al buscar proactivamente maneras rentables de reducir las emisiones de carbono y vencer de paso al cortoplacismo, evitando la incertidumbre que resulta de no tomar medidas con vistas a la sostenibilidad (Slawinski *et al.*, 2017).

Aunque las naciones están promulgando lentamente leyes climáticas, las empresas se mueven más deprisa para adaptar y cambiar sus prácticas de negocio en las que la sostenibilidad constituye el núcleo de sus decisiones. Por ejemplo, las organizaciones o «grandes marcas» que producen altas emisiones de carbono como Amazon (Amazon, 2020), Microsoft (Microsoft, 2020), Repsol (Repsol, 2020a), entre otras muchas, se están comprometiendo a avanzar hacia la neutralidad en carbono para 2050. Mientras las empresas de todos los sectores económicos adoptan compromisos para alcanzar la neutralidad en carbono, sus políticas energéticas se enfrentarán a importantes retos para realizar inversiones rentables que sirvan para ofrecer valor a sus accionistas sin alejarse de los objetivos de sostenibilidad que se hayan fijado (Finnerty *et al.*, 2018).

Desarrollar herramientas amplias para diseñar estrategias de inversión óptimas para reducir las emisiones GHG no es un asunto sencillo, y requiere abundantes conocimientos de las actividades y sistemas que generan el carbono y las tecnologías o medidas que pueden contrarrestarlos (Ayoub *et al.*, 2020). Sin embargo, a menos que las organizaciones tengan conocimientos específicos y grandes recursos financieros, la mayoría de ellas carecerán de experiencia interna para tomar decisiones adecuadas sobre cómo abordar mejor los desafíos que plantea la sostenibilidad (Campbell-Árvai *et al.*, 2019). El poder de los partenariados y la colaboración es clave para impulsar la innovación y acelerar la transición hacia una economía baja en carbono.

Implementar las soluciones para una transición rentable hacia una economía baja en carbono no es sencillo, y este artículo pretende resumir y presentar las mejores prácticas en iniciativas de descarbonización y sostenibilidad para ayudarnos a alcanzar la neutralidad en carbono. Se ha puesto el énfasis en las estrategias corporativas sobre el carbono y las vías hacia la descarbonización. Estas mejores prácticas se complementan a continuación con la descripción del enfoque de colaboración y las iniciativas que un ecosistema progresivo de organizaciones del País Vasco está adoptando para reducir las emisiones de carbono. Este trabajo permite a las principales partes interesadas tomar nota de una serie de mejores prácticas sostenibles, pero también les permite ver con mayor claridad los marcos de colaboración productivos mientras toman medidas tangibles para un funcionamiento sostenible. Asimismo, trata de presentar las mejores prácticas que se están aplicando en el País Vasco en lo que concierne a soluciones e instrumentos de colaboración, poniendo de manifiesto los puntos fuertes y los obstáculos.

Este artículo se articula de la manera siguiente: el apartado 2 ofrece un análisis de la literatura que cubre las mejores prácticas en sostenibilidad que las empresas tienen que considerar para impulsar un cambio medioambiental eficaz. El apartado 3 presenta el ecosistema de innovación del País Vasco y explica el enfoque basado en entrevistas realizadas para documentar el estudio de caso. El apartado 4 presenta los resultados de las entrevistas y los analiza comparándolos con el análisis de la literatura. Por último, el apartado 5 presenta las conclusiones de este trabajo de investigación.

2. REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE MEJORES PRÁCTICAS EN SOSTENIBILIDAD

El proceso consistió en identificar la literatura más relevante desde 2016, tras la firma del Acuerdo de París, para verificar el progreso y la innovación que se ha producido en estos últimos años. La literatura revisada por expertos sobre estrategias energéticas corporativas para lograr la reducción de las emisiones de carbono no es abundante, especialmente la que describe enfoques holísticos a largo plazo. De manera similar, se analizó la bibliografía sobre soluciones tecnológicas para la transición hacia una economía baja en carbono. Por lo tanto, la revisión de literatura se centra en resumir el avance realizado en las siguientes áreas relacionadas con las «estrategias de carbono en las organizaciones»:

- Compromisos de neutralidad de carbono.
- Gobernanza.
- Enfoques sobre mitigación.
- Gestión de la energía.
- Política energética pos-Covid-19.
- Promoción de la I+D.
- Soluciones de descarbonización.

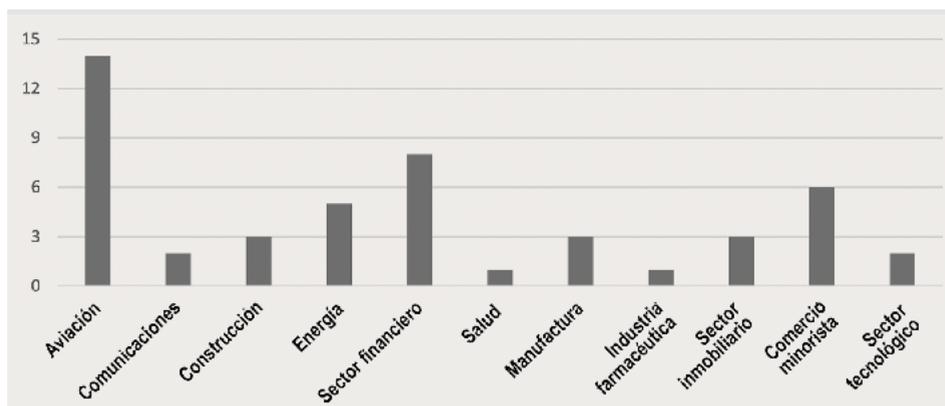
2.1 Compromisos de neutralidad de carbono

La neutralidad en carbono se refiere a alcanzar un equilibrio entre la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero producidas y la cantidad capturada de la atmósfera. Hay dos rutas diferentes para alcanzar la neutralidad en carbono que funcionan en tándem: a) reducir las emisiones existentes y b) eliminar activamente los gases de efecto invernadero (Institute for Government, 2020). Los objetivos son sin duda ambiciosos, y debido a las diferencias intrínsecas de los sectores económicos en los que funcionan las empresas, las soluciones variarán para cada organización, independientemente de que el progreso tangible sea obligatorio y objeto también de escrutinio. La manera en que una empresa alcanza la neutralidad en carbono es tan importante como simplemente llegar a ella. A mayo de 2020 un grupo de 50 empresas ya han anunciado oficialmente su intención de alcanzar las cero emisiones para 2050 (a más tardar) y han comenzado a alinear sus estrategias y operaciones en consonancia con ese objetivo.

Sin embargo, existe una carrera por alcanzar las cero emisiones lo más rápidamente posible y algunas organizaciones están mostrando un alto grado de ambición. Los gráficos 1 y 2 ilustran cómo los compromisos de neutralidad en carbono varían según el sector económico (Carbon Intelligence, 2020). Mace, empresa constructora, destaca por comprometerse a alcanzar la neutralidad en carbono para 2020 mediante la eficiencia energética y la compensación de todas las emisiones (Mace, 2020). Igualmente, merece la pena resaltar que algunas organizaciones como Microsoft y AstraZeneca han dado un paso más y se han comprometido a llegar a tener una huella de carbono negativa. Sea cual sea la meta establecida, fijarse un objetivo

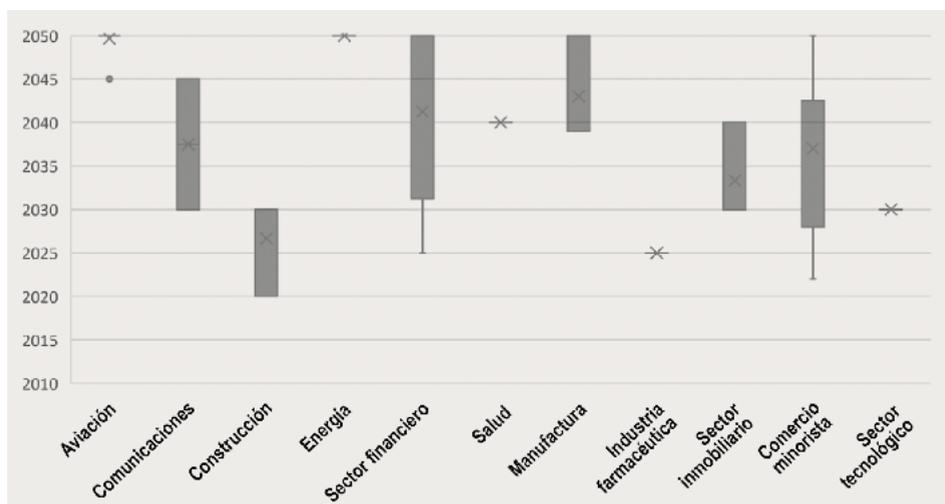
cero emisiones supone que una empresa necesita hacer un trabajo exhaustivo en sus unidades de negocio para desarrollar un mapa de ruta claro y una estructura de gobernanza que ofrezcan una vía rentable y creíble para reducir sus emisiones GHG. Como muestra el Gráfico nº 2, las empresas están adoptando un enfoque ambicioso y proactivo frente al reto climático y la mayoría esperan cumplir sus objetivos ambientales antes de 2050.

Gráfico nº 1. NÚMERO DE COMPROMISOS DE NEUTRALIDAD EN CARBONO DE EMPRESAS POR SECTOR ECONÓMICO



Fuente: Carbon Intelligence, 2020.

Gráfico nº 2. AÑO ESTABLECIDO POR EMPRESAS EN DIVERSOS SECTORES ECONÓMICOS CON CERO EMISIONES



Fuente: Carbon Intelligence, 2020.

2.2. Gobernanza

La gobernanza sobre carbono se refiere a la capacidad de gestión de una empresa para abordar los riesgos y oportunidades relacionados con la mitigación del cambio climático y los mecanismos de gobernanza resultantes. La gobernanza sobre carbono puede desglosarse en varias actividades corporativas que deben ser impulsadas por instituciones; sin embargo, indicamos a continuación las que se consideran más importantes para que se alcancen los objetivos (Caritte *et al.*, 2015):

- **Implicación de la organización:** Una empresa puede asignar roles y responsabilidades sobre cuestiones de cambio climático al personal de diferentes niveles organizativos, cambiando la cultura para aumentar la conciencia sobre el cambio climático y promover una conducta ecológica, ofrecer incentivos monetarios y no monetarios y comprometer a los empleados con los procesos de innovación para reducir las emisiones (Darmert & Baumgartner, 2017);
- **Alineamiento de incentivos:** A pesar de la creciente presión para abordar el cambio climático, las empresas suelen ser lentas a la hora de responder con medidas efectivas debido al cortoplacismo y a la tendencia a evitar riesgos o la incertidumbre debida a la cultura corporativa y la falta de reglamentos adecuados. A corto plazo, las decisiones no se corresponden por lo general con los incentivos para ejecutivos y se consideran que no maximizan los beneficios. Por lo tanto, las empresas necesitan incentivar a directivos y ejecutivos para que adapten su estrategia sobre sostenibilidad para aumentar el valor a largo plazo de las empresas que dirigen (Aggarwal & Dow, 2012).

2.3. Enfoques de mitigación del carbono

La estrategia hacia la neutralidad en carbono tiene dos elementos: una vía de reducción y una vía de captura. Las empresas no deben ser autocomplacientes, sino que deben tratar de poner en práctica ambas vías al mismo tiempo, aunque la prioridad debería recaer sobre la vía de la reducción. Los enfoques de mitigación del carbono pueden agruparse en cuatro categorías (Carbon Intelligence, 2020):

- **Descarbonización:** Reducir las emisiones en términos absolutos a través de mejoras de la eficiencia o mediante soluciones de bajas emisiones de carbono (por ejemplo, pasarse a las renovables) con respecto al abastecimiento, gestión y eliminación de recursos.
- **Captura:** Compensar las emisiones restantes secuestrando carbono mediante actividades que tienen lugar en la cadena de valor de la empresa.
- **Créditos de carbono:** Compensar las emisiones con créditos de carbono de proyectos de eliminación de carbono o proyectos para evitar las emisiones de carbono.

- Emisiones evitadas: Compensar las emisiones con emisiones evitadas vendiendo productos o servicios.

El enfoque de mitigación del carbono adoptado por las empresas tiene que ser transformador. Este principio implica que el enfoque aplicado por una empresa para alcanzar las cero emisiones debería formar parte de las estrategias e inversiones a largo plazo, ofreciendo al mismo tiempo la seguridad a los inversores y a otras partes interesadas de que el modelo de negocio de la empresa seguirá siendo viable en una economía neutra en carbono. Esto significa que las empresas tienen que crear una estrategia y un canal de proyectos que formen parte de su programa de inversiones para la reducción o eliminación del carbono. Para poder cumplir estos apremiantes requisitos, la comunidad de investigadores está proponiendo nuevos marcos de modelado que ofrecen un plan de acción que permita a las empresas desarrollar estrategias a medida hacia una economía baja en carbono. Ayoub *et al.* (2020) presentan un marco de modelado de una vía hacia la reducción del carbono para desarrollar programas de inversión de descarbonización rentables que abordan la cuestión de emisiones de carbono por calefacción y electricidad en organizaciones con múltiples instalaciones para 2050. De manera similar, Hart *et al.* presentan un marco de modelado de estrategias de inversión óptimas para ayudar a la industria minorista de la alimentación a hacer la transición de sistemas de refrigeración por hidrofluorocarburo (HFC) a sistemas de menor potencial de calentamiento global para 2030, de acuerdo con la legislación de la UE (Hart *et al.*, 2020). Este tipo de trabajos ofrecen valiosa información sobre los aspectos complejos y características técnico-económicas que requieren los mapas de ruta de bajas emisiones de carbono para cumplir los criterios de los responsables de la toma de decisiones.

2.4. Prácticas de gestión energética

Implementar las mejores prácticas de gestión energética es vital en la agenda global para mejorar el rendimiento energético y la reducción de gases de efecto invernadero en las organizaciones. Los procesos y medidas de las organizaciones en gestión energética y ambiental pueden estar englobados en dos áreas principales que mejoran la competitividad de un negocio: estrategia y operaciones (ISO, 2020).

Evidentemente existen obstáculos a los que incluso las organizaciones más proactivas y comprometidas deben enfrentarse y superar para implementar prácticas eficaces de gestión energética. Hay muchos trabajos publicados en este campo y su análisis sugiere los siguientes obstáculos más comunes en la industria (Finnerty *et al.*, 2018):

- Poca disponibilidad de capital: Debido a una falta de visión o un orden diferente de prioridades, las empresas no asignan suficientes recursos a inversiones relacionadas con la energía, dado que pueden considerarlas demasiado arriesgadas o con una baja rentabilidad.

- **Riesgo de alteración de la producción o actividades comerciales:** La amenaza de una pérdida de ingresos por implementar un proyecto relacionado con la energía puede hacer descarrilar iniciativas prometedoras.
- **Falta de apoyo:** Una falta de apoyo del reglamento para incentivar a los consumidores mediante mecanismos de políticas para impulsar la eficiencia energética y reducir las emisiones GHG puede ralentizar la innovación.

2.5. Política energética pos-Covid-19

Naturalmente, las empresas no actúan en el vacío y necesitan el apoyo de los gobiernos a través de políticas progresivas que les permitan poner en práctica soluciones para reducir las emisiones de carbono. En mayo de 2020, más de 150 empresas globales que secundan los Objetivos Basados en la Ciencia reclamaron a los dirigentes mundiales una recuperación de la Covid-19 neutra en carbono (Science Based Targets, 2020). Ignacio Galán, Presidente y CEO de Iberdrola, dijo: «El mundo debe estar unido para abordar la actual crisis sanitaria. Y mientras salimos de la crisis, debemos centrar la recuperación económica en actividades relacionadas con prioridades clave, como la lucha contra el cambio climático y reactivar la actividad económica y el empleo de forma rápida y sostenible. Perseguir la sostenibilidad medioambiental será esencial para la recuperación económica a largo plazo». Esa declaración se produce mientras los gobiernos de todo el mundo preparan paquetes de estímulos financieros para ayudar a las economías a recuperarse de los impactos de la pandemia de la Covid-19 y a presentar planes nacionales climáticos mejorados según el Acuerdo de París.

La Agencia Internacional de la Energía (IEA) ha declarado recientemente: «La Covid-19 no cambia los elementos del paquete de políticas de innovación para alcanzar la neutralidad de emisiones de carbono, pero algunos de los elementos merecen atención inmediata mientras los gobiernos preparan políticas para reparar, estimular y recuperar la actividad económica. El papel central del gobierno como apoyo de la innovación energética está bien establecido, especialmente en relación a la naturaleza de bien común del I+D, y también está ampliamente aceptado que abordar la externalidad de los gases de efecto invernadero necesitará una fuerte intervención del gobierno en las próximas décadas. La innovación energética ofrece una oportunidad para impulsar la actividad económica dañada por la pandemia de la Covid-19 y al mismo tiempo ayudar con la transición hacia la neutralidad en carbono». En otras palabras, la falta de inversión en innovación energética y transiciones sostenibles tendrá graves consecuencias y complicará el cumplimiento del Acuerdo de París sobre cambio climático (IEA, 2020). El Cuadro nº 1 muestra las recomendaciones de la IEA para impulsar la inversión a corto y a largo plazo en soluciones sostenibles en países desarrollados y en vías de desarrollo.

Cuadro nº 1. MEDIDAS ESTRATÉGICAS PARA UNA RECUPERACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE POS-COVID-19

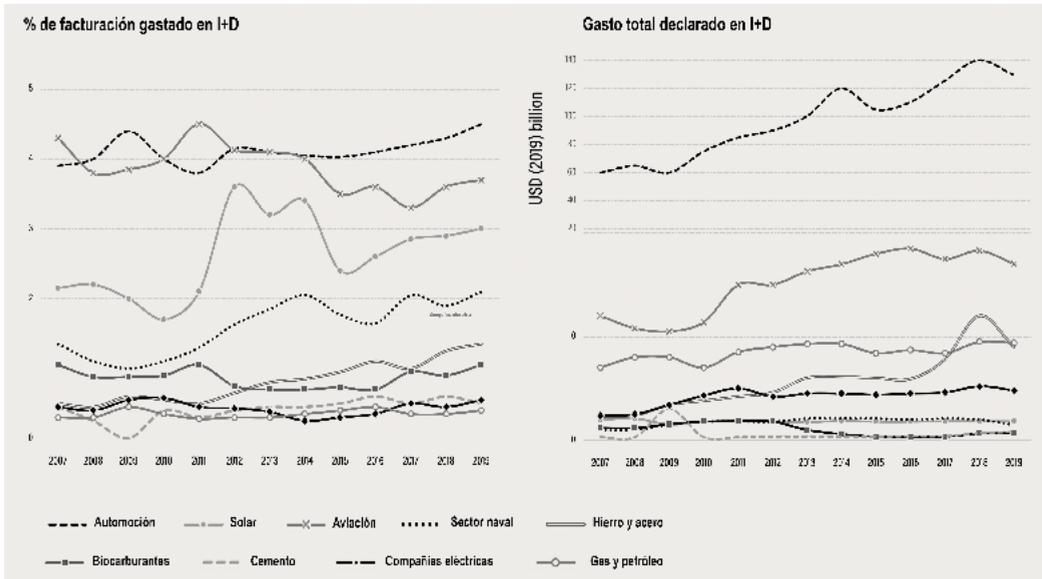
Sector	Medida
Edificios	<ul style="list-style-type: none"> – Implementar programas de renovación a gran escala para edificios públicos, subvencionar las renovaciones privadas. – Implementar programas de renovación de electrodomésticos para sustituir los aparatos no eficientes, instalar bombas de calor y sistemas de energía renovable que utilicen calentadores de agua solares y calderas de biomasa. – Apoyar el acceso a formas limpias de cocinar ofreciendo cocinas modernas y desarrollar sistemas avanzados de gas licuado de petróleo y biomasa.
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> – Implementar programas de renovación de vehículos para acelerar la adopción de coches eléctricos y eficientes. – Impulsar los trenes de alta velocidad e incentivar la compra de nuevos camiones, aviones y barcos eficientes. – Acelerar el despliegue de redes de recarga para vehículos eléctricos, mejorar el transporte público y mejorar la infraestructura para caminar y moverse en bicicleta.
Industria	<ul style="list-style-type: none"> – Incentivar la eficiencia energética industrial, especialmente motores eléctricos para la industria ligera y realizar mejoras en las bombas de calor. – Mejorar la recogida de residuos y los índices de recuperación de materiales reciclables, especialmente donde los procesos de recogida de residuos son informales. – Promover las bombas agrícolas eficientes.
Electricidad	<ul style="list-style-type: none"> – Invertir en mejoras de la red eléctrica; en particular, refuerzo y modernización del sistema de distribución. – Minimizar el riesgo y acelerar el despliegue de nueva tecnología fotovoltaica solar y eólica. – Ampliar el periodo vital de plantas nucleares cercanas a su cierre y repotenciar instalaciones hidroeléctricas existentes.
Combustibles	<ul style="list-style-type: none"> – Apoyo a las industrias de biocombustibles si cumplen los criterios adecuados de sostenibilidad. – Implementar programas de detección de fugas de metano para solucionarlas a partir de las operaciones iniciales de gas y petróleo. – Reformar las subvenciones a combustibles fósiles poco eficientes sin aumentar los precios de uso final.

Fuente: IEA, 2020.

2.6. Promover la I+D

Las empresas activas en tecnologías de energías renovables han aumentado su gasto en I+D más rápidamente que otras empresas del sector de la tecnología energética: aumentaron su gasto en I+D en el 74% entre 2010 y 2019, sumando más de 2.500 millones de dólares USD para iniciativas de mejora de sus tecnologías. Las empresas han seguido aumentando su gasto en los últimos años, con políticas públicas y presiones de la competencia que les ha conducido a centrarse más en la eficiencia energética y los vehículos eléctricos, como se representa en el Gráfico nº 3 con el análisis hecho por la IEA, que describe el gasto en I+D en sectores clave de la energía. Otros sectores –en especial el cemento, biocombustibles, empresas eléctricas y hierro y acero– invierten mucho menos en I+D en proporción a sus ingresos. Las empresas eléctricas y las industrias pesadas son por lo general consumidoras de tecnología, asociándose con proveedores para el desarrollo tecnológico.

Gráfico n.º 3. **GASTO EN I+D CORPORATIVO GLOBAL POR SECTOR DESDE 2007 A 2019 (en % sobre facturación)**



Fuente: IEA, 2020.

2.7. Soluciones de descarbonización

Una variedad de tecnologías bajas en carbono, opciones de diseño de productos y enfoques operativos pueden reducir de forma rápida y rentable el consumo de energía y las emisiones GHG en una amplia gama de industrias (Kramer & Haigh, 2009). Además, todas estas tecnologías e intervenciones pueden mejorarse mediante el diseño de sistemas integrados. De manera que es posible lograr grandes reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero industriales centrándose en una serie limitada de mejoras de procesos y productos. Este apartado presenta una breve descripción de las soluciones y desarrollos que se espera permitan soluciones viables para 2050, tanto en lo que respecta a la oferta como a la demanda –resumido en el Cuadro n.º 2–. Estas soluciones necesitan el soporte de políticas estratégicas bien diseñadas que aceleren la innovación y ofrezcan incentivos para el despliegue de tecnología (Griffin & Hammond, 2019). Las políticas de alto valor incluyen precios al carbono con mecanismos de ajuste en frontera u otras señales de precio; sólido apoyo del gobierno a la investigación, desarrollo y despliegue de tecnologías; y estándares sobre emisiones o eficiencia energética (Rissman *et al.*, 2020). Las tecnologías se desplegarán probablemente en oleadas, predominantemente hasta 2035, con intervenciones de la demanda y tecnologías eficientes ya comercializadas, los cambios estructurales se volverán más pronunciados entre 2030 y 2050 y tecnologías emergentes como el hidrógeno que adquirirán importancia posteriormente.

Cuadro nº 2. SOLUCIONES PARA LA MITIGACIÓN DEL CARBONO ESPERADAS PARA 2050

Tema	Soluciones clave para la mitigación del carbono
En el sector de la oferta: Materiales y captura de carbono	<ul style="list-style-type: none"> – Reducir las emisiones de proceso del cemento. – Reducir las emisiones térmicas relacionadas con el combustible del cemento. – Reducir las emisiones de carbono de la producción de acero. – Nuevas tecnologías de producción química para evitar combustibles fósiles. – Uso de materias primas de biomasa y productos químicos reciclados. – Cadenas de valor del hidrógeno y la biomasa. – Reutilización del CO₂ para la producción de productos químicos. – Separaciones químicas. – Captura y almacenaje de carbono (CCS/CCU) para tratar el CO₂ residual. – Renovación de edificios a nivel de casas pasivas.
En el sector de la oferta: Energía	<ul style="list-style-type: none"> – Generación de energía renovable a través de centrales geotérmicas, eólicas, solares y de mareas. – Generación de energía a partir de desechos (AD), biogás, biomasa y biometano. – Procesos eficientes de recuperación de calor y vapor. – Electrificación de servicios clave, como calefacción y transporte. – Sistemas energéticos distribuidos integrados para distritos energéticos locales que soportan calefacción, refrigeración y transporte. – Producción y uso de hidrógeno con cero emisiones de carbono. – Producción sostenible de amoníaco, metano y metanol.
En el sector de la demanda: Intervenciones	<ul style="list-style-type: none"> – Mejoras de la eficiencia energética para calefacción, refrigeración y otros servicios en edificios domésticos, comerciales e industriales. – Implementación de estrategias de control avanzadas para cambiar la demanda por medio de precios dinámicos de la energía y previsiones meteorológicas. – Aplicaciones de aprendizaje automático para eficiencia y controles energéticos. – Sustitución de los sistemas de transporte con combustibles fósiles. – Fabricación aditiva para la industria 4.0 (Impresión 3D). – Materiales de bajo contenido en carbono. – Prácticas de economía circular: longevidad, transferencia, reformar, reciclar.

Fuentes: (Acha, 2013), (Acha, 2013), (Delangle et al., 2017), (Efstratiadi et al., 2019), (Chakrabarti et al., 2019), (Bustos et al., 2014), (Bustos et al., 2015), (Bustos et al., 2016), (Langshaw et al., 2020), (Acha et al., 2016), (Gonzato et al., 2019), (Cedillos et al., 2016), (Mariaud et al., 2017), (Acha et al., 2018), (O'Dwyer et al., 2019), (Olympios et al., 2020), (Rissman et al., 2020), (Sunny et al., 2020), (Tapia et al., 2019), (Sarabia et al., 2019), (Maouris et al., 2019), (Acha et al., 2020).

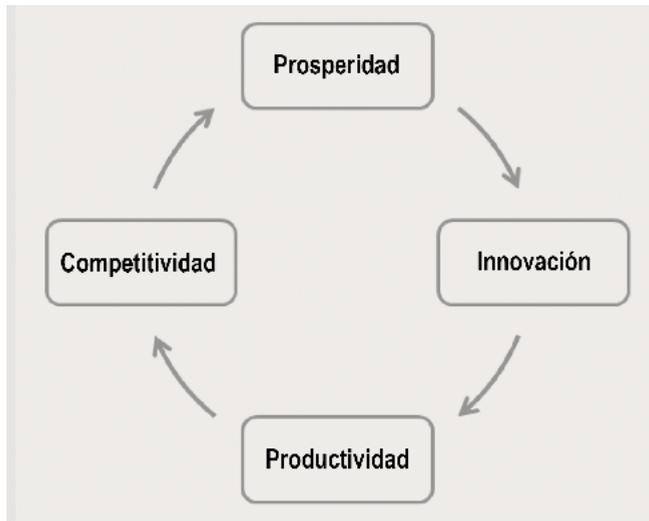
3. ESTUDIO DE CASO DEL ECOSISTEMA ENERGÉTICO DEL PAÍS VASCO

Este apartado describe los diferentes actores e instrumentos de colaboración que han hecho del País Vasco un polo industrial europeo de primer orden y explica el enfoque de entrevistas adoptado para implementar iniciativas de mitigación de carbono y su marco de colaboración.

3.1. Ecosistema empresarial del País Vasco

Tras un difícil periodo económico con altos índices de desempleo y baja productividad en las décadas de 1970 y 1980, debido a un sector industrial y manufacturero anticuado, el País Vasco se reinventó en la década de 1990 mediante la creación de clústeres tecnológicos y parques industriales que promovieron la innovación y el conocimiento, sacando el máximo partido de sus sólidos conocimientos técnicos (Grupo SPRI Taldea, 2020a). Este replanteamiento se originó a partir de una planificación tecnológica estratégica a cargo de expertos del Gobierno vasco, la industria y las cámaras de comercio. Gracias a la frecuente revisión del plan tecnológico, las metas están claramente alineadas con el esfuerzo por maximizar el potencial económico de la región, creando una situación beneficiosa para el crecimiento empresarial, el empleo y el bienestar social.

Gráfico nº 4. **ELEMENTOS DETERMINANTES DE LA VENTAJA COMPETITIVA DE LAS INDUSTRIAS**



Fuente: Pressman (1991).

Tal como se describe en el Gráfico nº 4, el ecosistema empresarial prospera mejorando las capacidades de innovación para impulsar la productividad y la competitividad, cuyo resultado es la prosperidad para todos. La competitividad depende en última instancia de mejorar la capacidad microeconómica de la economía y la sofisticación de la competencia local (Pressman, 1991). Este marco de políticas ha producido crecimiento económico a lo largo de los años y ayudado a las empresas vascas a convertirse en actores importantes en sectores clave como, por ejemplo, la energía: Iberdrola, Petronor, Velatía Ormazabal; las telecomunicaciones: Euskaltel;

la manufactura: Gestamp, Siemens-Gamesa; y la aeronáutica: ITP. Estos planes tecnológicos estratégicos se han completado mediante políticas a medida que apoyan su puesta en práctica y que consisten en los elementos siguientes:

- El Concierto Económico Vasco, que regula la autonomía tributaria, financiera y política (Bizkaia Foru Aldundia Diputación Foral, 2020).
- Estructura integrada y equilibrada.
- Adaptable a las condiciones económicas.
- Fuerte apoyo a los estímulos del desarrollo industrial.
- Ecosistema industrial centrado en I+D, clústeres, financiación y emprendimiento.
- Apoyo a las políticas de larga duración mediante incentivos fiscales para inversión empresarial.
- Colaboración continua público-privada.

3.2. Agentes energéticos del País Vasco

El Grupo SPRI del Departamento de Infraestructuras y Desarrollo Económico del Gobierno Vasco ha sido un pilar clave para impulsar planes tecnológicos y ayudar a las empresas a tener acceso a recursos para que puedan innovar y mantenerse a la vanguardia de sus sectores (Grupo SPRI Taldea, 2020b). El Grupo SPRI coordina 22 clústeres en el País Vasco, facilitando la comunicación de sus planes de acción con centenares de organizaciones con y sin ánimo de lucro. La evolución de estos clústeres se ha orientado hacia el desarrollo gradual de la pirámide de cooperación de sus áreas estratégicas de acción. Su objetivo es promover la cooperación entre sus miembros para abordar los retos estratégicos de cada clúster con un enfoque centrado en reforzar a las pymes. Este apoyo a los clústeres entre áreas como energía, fabricación avanzada, sector del automóvil y aeronáutica, es fundamental para promover la ventaja competitiva.

En particular, el Clúster Energético Vasco se compone de las principales empresas del sector situadas en el País Vasco (es decir, operadores energéticos, fabricantes de equipos y componentes), agentes de la Red Vasca de Innovación, Tecnología y Ciencia y organismos de la administración pública en el campo energético (Cluster Energía, 2019). El Cluster es una organización sin ánimo de lucro que se estableció a finales de 1996 dentro del marco de la política del Gobierno Vasco de promover la competitividad del sector industrial. Actualmente se compone de 160 empresas y entidades activas en el sector de la energía que utilizan su capacidad de promover partenariados y la visibilidad del sector tanto local como internacionalmente.

Los miembros pertenecen a cinco grupos principales:

- *Empresas motoras*: Definidas como usuarios finales y clientes potenciales que supervisan las soluciones.

- *Grandes empresas*: Son empresas de tamaño importante dentro de la cadena de valor y con capacidad I+D.
- *Pymes*: Pequeñas empresas y *start-ups* que promueven la innovación y buscan el crecimiento.
- *Agentes de conocimiento*: Organizaciones dentro de la universidad o de centros de investigación que pueden proporcionar conocimientos e independencia a los avances en investigación y formación especializada.
- *Agencias del gobierno*: Su papel consiste en apoyar al cluster (por ejemplo, EVE, SPRI, etc).

En su plan tecnológico más reciente, «EnergíBasque», que describe la estrategia de desarrollo, industria y tecnológica del «Cluster Energía», se han resaltado las siguientes áreas estratégicas: a) energía eólica, b) energía solar, c) energía undimotriz, d) petróleo y gas, e) redes inteligentes, f) electromovilidad, y g) eficiencia energética y servicios energéticos avanzados. Estas áreas cubren toda la cadena de valor (es decir, generación, transporte y distribución y consumo) y las últimas tecnologías que promueven la digitalización, la economía circular y materiales, etc. La estrategia se implementa a través de grupos de trabajo que se forman a partir de un pequeño grupo de agentes/empresas interesados en desarrollar iniciativas o proyectos en cooperación con otros como respuesta a la búsqueda de un desafío compartido.

3.3. Enfoque de las entrevistas y temas debatidos

Hemos captado y sintetizado las perspectivas de la cadena de valor energética a través de una serie de entrevistas extensas con los principales agentes que promueven mejores prácticas en el País Vasco. Estas interacciones nos permiten resumir los planes, desafíos e iniciativas de las empresas en su camino hacia la transición a una economía baja en carbono, ya sea reduciendo su propia huella de carbono u ofreciendo productos o servicios a sectores o usuarios finales con gran consumo de energía. Los resultados de las entrevistas nos permiten identificar los problemas a los que se enfrentan esos agentes empresariales mientras ejecutan su agenda verde, resaltando al mismo tiempo los marcos de colaboración en los que se embarcan en su búsqueda de conocimientos técnicos a través de colaboraciones. Comprender lo que impulsa el proceso de colaboración y el valor que esta proporciona, permite hacerse una idea de cómo evolucionarán los ecosistemas.

El Gráfico nº 5 describe algunas de las organizaciones más representativas del ecosistema energético del País Vasco. Los principales hallazgos de las entrevistas presentan la diversidad de formas de pensar, enfoques e iniciativas diseñadas para avanzar más rápidamente hacia las soluciones de mitigación. Se ha puesto el énfasis en sus diferentes perspectivas, señalando al mismo tiempo los beneficios que aportan los partenariados y colaboraciones en el marco de un clúster. Los agentes principales entrevistados pertenecen a las siguientes categorías:

- Agencias energéticas, clúster de la energía y otros organismos del gobierno.
- Empresas de suministro y generación de energía.
- Proveedores de servicios e infraestructura energética y pymes.
- Centros de investigación y universidades.

Gráfico nº 5. ORGANIZACIONES DEL ECOSISTEMA ENERGÉTICO DEL PAÍS VASCO



Fuente: Elaboración propia.

Debido a las difíciles condiciones derivadas de la pandemia de la Covid-19, todas las entrevistas realizadas se hicieron a través de videoconferencia. La serie de entrevistas realizadas con más de 10 organizaciones en el País Vasco tiene el objetivo de describir los resultados derivados de conversaciones abiertas e incluyentes que representan el relato y las distintas perspectivas de los agentes entrevistados. Todas las entrevistas siguieron una estructura similar, pero se adaptaron ligeramente para comprender el punto de vista de cada agente. Los temas tratados en la entrevista se plantearon como preguntas abiertas que abarcaban los temas siguientes:

- Papel de las organizaciones en la transición hacia la sostenibilidad.
- Perspectiva de los retos a los que se enfrenta la industria.
- Proyectos *flagship* sostenibles en la cadena de valor energética.
- Ecosistema de colaboración del País Vasco.

4. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CASO DEL PAÍS VASCO

Los resultados de las entrevistas describen las perspectivas de cada parte interesada y se presentan bajo temas diferentes. En primer lugar, se trata del papel de las organizaciones en la transición hacia la sostenibilidad, seguido de proyectos *flagship* que se están llevando a cabo. Tras detallar estos aspectos, se resalta un resumen de las áreas de fortalezas y oportunidades, mientras un apartado de exposición presenta más datos sobre cómo el ecosistema energético del País Vasco puede aprender de las acciones emprendidas en el extranjero.

4.1. Papel de las organizaciones en la transición hacia la sostenibilidad

El ecosistema energético del País Vasco se basa en organizaciones clave que han actuado como pilares gracias al apoyo del Gobierno Vasco a pesar de los ciclos políticos que se producen cada pocos años.

El papel principal del Ente Vasco de la Energía (EVE) es coordinar con el Gobierno Vasco y es responsable de sentar las bases de las estrategias y políticas energéticas del territorio con un énfasis en la eficiencia energética, uso de renovables, infraestructuras inteligentes, gestión de la demanda, generación distribuida y electromovilidad, así como desempeñar un papel principal para apoyar proyectos de sostenibilidad en los que se necesite la intervención pública. Una de las principales virtudes del EVE es que financia sus actividades a través de los ingresos generados por los proyectos que emprende con las empresas. Al actuar como ancla para facilitar la ejecución de proyectos innovadores, el EVE ofrece un sólido trampolín para que las organizaciones privadas puedan desarrollar nuevos modelos energéticos de negocio. Cuando estos partenariados público-privados crecen, maduran y se vuelven sostenibles, es el momento en que el EVE sale del negocio y vende su participación.

El EVE está apoyado por organizaciones que representan y apoyan su agenda. Como se describe en el apartado 3, el Grupo SPRI y el Cluster de Energía son dos organizaciones clave que tratan de apoyar a organizaciones privadas para reforzar su ventaja competitiva, financiando o apoyando actividades que mejoran sus conocimientos técnicos. La SPRI también ayuda a las empresas a alinear sus actividades con las mejores prácticas sostenibles, dirigiendo su estrategia corporativa hacia una «agenda verde», apoyándolas también para que aumenten su visibilidad a nivel internacional. Pero lo más importante de todo es que la SPRI tiene como prioridad promover la colaboración entre grandes empresas como Iberdrola, y pymes y *start-ups* que pretenden transformar la industria. A través de estas actividades, el Grupo SPRI atrae a empresas para que formen parte del Cluster de Energía y les hace apreciar los beneficios de la colaboración. A continuación, el Cluster de Energía es responsable de apoyar a sus miembros financiando convocatorias y otras oportunidades de colaboración para que pymes, *start-ups* y empresas orientadas a la investigación puedan mejorar sus modelos de negocio y transformarse en empresas de pleno derecho. Al obtener fondos para emprender actividades, las partes interesadas

das y el ecosistema de conocimientos se benefician al reforzar al sector, desarrollar conocimientos técnicos y mejorar sus perspectivas de repercusión internacional.

También merece la pena destacar que el EVE, en su misión de sostenibilidad, recibe el apoyo de la organización Ihobe, una empresa pública del Gobierno Vasco que asiste al Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, implementando políticas ambientales y colaborando con las partes interesadas para impulsar la agenda de sostenibilidad en organizaciones público-privadas, estableciendo de forma efectiva una red de alianzas (Ihobe, 2020).

Cuadro nº 3. ROL DE LAS ORGANIZACIONES PRIVADAS EN LA TRANSICIÓN A LA SOSTENIBILIDAD DEL PAÍS VASCO

Sector	Medida
Proveedores de energía	<ul style="list-style-type: none"> – Descarbonizar las operaciones y el suministro energético a los clientes para 2050. – Invertir en tecnologías renovables como la eólica, fotovoltaica (PV) y sistemas térmicos fotovoltaicos (PVT). – Apoyar la I+D en proyectos de combustible sintético, biometano e hidrógeno verde. – Si se tiene que seguir empleado combustibles fósiles, se empleará tecnología CCS y CCU para garantizar que se limitan las emisiones de carbono.
Proveedores de servicios energéticos	<ul style="list-style-type: none"> – Prestar servicios que sean de carbono cero manteniendo el potencial de los servicios digitales, reduciendo al mismo tiempo la huella de carbono asociada a productos en su cadena de suministro.
Empresas de consultoría	<ul style="list-style-type: none"> – Orientan y permiten a los clientes alinear sus estrategias de sostenibilidad con soluciones efectivas y oportunidades de financiación para promover dicho cambio.
Pymes	<ul style="list-style-type: none"> – Desempeñan un papel catalizador en su nicho de mercado, ya sean redes inteligentes, electromovilidad o proyectos de energía renovable, etc.
Consumidores	<ul style="list-style-type: none"> – Aunque todavía no se han comprometido con la neutralidad en carbono, están trabajando en marcos sólidos que les facilitan reducir su huella de carbono. Estas medidas incluyen adoptar la excelencia operativa, establecer normas ISO 14001 y metas alineadas con la Agenda for Sustainable Development and the European Green Deal.
Centros de investigación	<ul style="list-style-type: none"> – Comprometidos con una relación de colaboración con la industria y el gobierno; compartiendo una estrategia tecnológica para lograr la financiación/propuestas de mayor valor añadido y conocimientos técnicos para impulsar la competitividad y beneficiar a la sociedad a través de actividades educativas, publicaciones y de I+D.

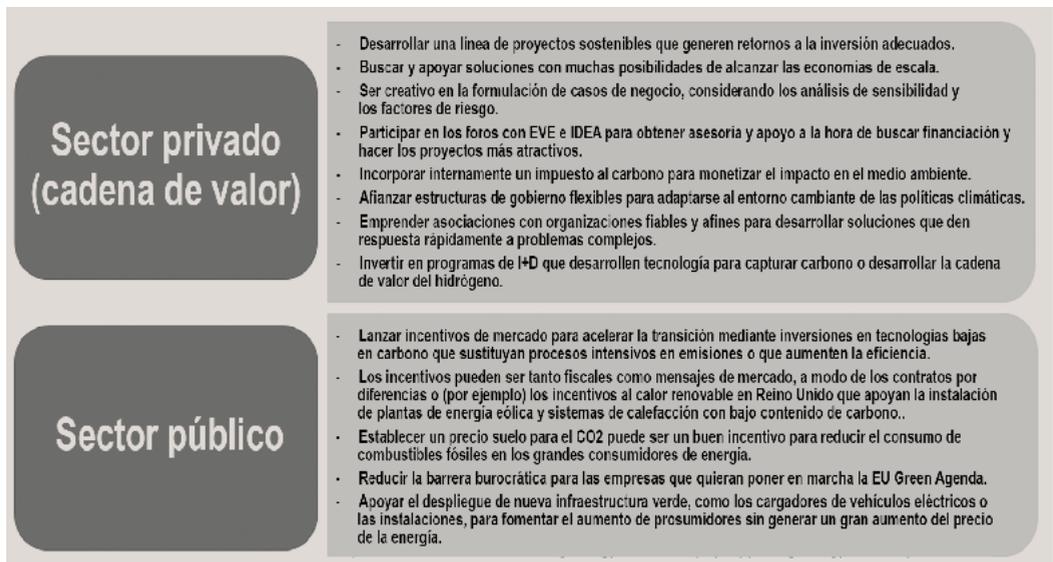
Fuentes: (Gestamp, 2019), (Vidrala, 2019), (BC3, 2020), (Orkestra, 2020), (Fundacion Tecnalia Research and Innovation, 2018).

Desde un punto de vista más autónomo, merece la pena resaltar que las tres provincias territoriales del País Vasco (Araba, Bizkaia y Gipuzkoa) están comprometidas con la estrategia del EVE, a través de sus diversas instituciones forales y municipales, al promulgar la ley de «Energía Sostenible» (Eusko Jauriaritza-Gobierno Vasco, 2019). Esta ley establece el tono y las medidas obligatorias para la auditoría de los servicios y el transporte públicos y las impulsa a hacer esfuerzos concretos para reducir su demanda, hacer la transición a flotas eléctricas y obtener el 100% de su energía a través de Acuerdos Verdes (PPAs). Esta reglamentación crea de manera inadvertida un mercado para soluciones bajas en carbono. El Cuadro nº 3 detalla el papel de la industria privada a la hora de apoyar las transiciones sostenibles.

4.2. Una perspectiva de los retos a los que se enfrenta la industria

Los retos son muchos. Desde las agencias del gobierno y organismos públicos, la principal tarea es mantener la colaboración fluida y dinámica y avanzar a pesar de las dificultades económicas que la pandemia de la Covid-19 provoca en los presupuestos de las organizaciones públicas y empresas privadas. Por ejemplo, el EVE sigue evaluando proyectos innovadores y está considerando en cuáles merece la pena embarcarse. Además, el EVE se está asegurando de que el plan 3E2030 avanza adecuadamente en lo que respecta a las metas de eficiencia energética y energía renovable, y actualmente mantiene debates para diseñar un plan más ambicioso con respecto al Acuerdo de París sobre el cambio climático. Mientras tanto, el

Gráfico nº 6. LISTA DE ACCIONES Y ENFOQUES PARA PROMOVER UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Fuente: Elaboración propia.

Grupo SPRI está trabajando activamente para ayudar a sus clústeres bajo la tormenta pandémica, mientras impulsa la agenda «EnergiBasque» que está apoyando el desarrollo de industrias competitivas: a) energía eólica, b) energía solar, c) energía undimotriz, d) petróleo y gas, e) redes inteligentes, f) electromovilidad, y g) eficiencia energética y servicios energéticos avanzados. Además, la SPRI también apoya los esfuerzos en biociencias y actividades de la industria 4.0. Naturalmente, las pymes y start-ups son las que requieren más apoyo y pueden encontrar una oportunidad en la crisis de la pandemia con el impulso del Pacto Verde de la UE, desarrollando productos y/o servicios energéticos innovadores. El Gráfico nº 6 presenta algunas cuestiones que necesitan ser abordadas para promover una transición sostenible en el ecosistema energético del País Vasco. Han sido planteadas por la industria y los responsables de formular políticas.

4.3. **Proyectos *flagship* sostenibles en la cadena de valor energética**

Hay muchos signos alentadores de que el ecosistema de colaboración en el País Vasco está consiguiendo resultados positivos. Durante las entrevistas se resumieron proyectos clave que están en curso o en proyecto; la mayoría de ellos están disponibles y son de dominio público. En este apartado mencionamos los más prometedores, y están resumidos en el Cuadro nº 4.

Cuadro nº 4. **PROYECTOS EN COLABORACIÓN PARA LA MITIGACIÓN DEL CARBONO QUE ESTÁN SIENDO DESARROLLADOS POR ORGANIZACIONES EN EL ECOSISTEMA ENERGÉTICO DEL PAÍS VASCO**

Proyecto	Dirección	Asociados	Alcance
Combustibles neutros en carbono (Parte 1)	Petronor	EVE, Aramco	Una de las mayores plantas del mundo para fabricar combustibles cero emisiones netas (por ejemplo, sintéticos), utilizando CO ₂ capturado y también produciendo hidrógeno verde con energía renovable.
Combustibles neutros en carbono (Parte 2)	Petronor	EVE, Aramco	Planta para la generación de biogás y biometano de residuos urbanos que sustituye los combustibles tradicionales utilizados en el proceso de producción de Petronor.
Hidrógeno verde	Iberdrola	Fertiberia	La planta de hidrógeno de Puertollano (al sur de Madrid) consistirá en una planta solar fotovoltaica de 100 MW, un sistema de baterías de ion de litio con una capacidad de almacenaje de 20 MWh y uno de los mayores sistemas de producción de hidrógeno electrolítico del mundo (20 MW); un proyecto futurista que requiere una inversión de 150 millones de euros. Fertiberia actualizará su plan de amoníaco para poder utilizar el hidrógeno verde producido para fabricar fertilizantes verdes.

.../...

.../...

Proyecto	Dirección	Asociados	Alcance
Servicios de carga rápida de vehículos eléctricos	IBIL	EVE, Petronor	La historia de Ibil es el ejemplo de cómo un partenariado público-privado ha crecido hasta convertirse en una empresa de pleno derecho, una organización centrada en facilitar una red de carga rápida de vehículo eléctrico (VE) y servicios de electromovilidad. Ibil tiene ahora partenariados con el Banco Santander y colabora en proyectos como E-Vía Flex-E, CIRVE.
AlGeCo	Petróleos del Norte	Ingeteam, IBIL, Basque Government, EU, Petronor, Euskaltel, Tecnalia, Izertis	Proyecto agregador inteligente para fomentar la generación activa y participación de la demanda. Actividades I+D de la cadena de valor del sistema energético local que abarcan servicios de agregación, carga inteligente, dispositivos de electrónica de potencia y desarrollo de software.
eMovLab	Petronor	Begas Motor, IBIL, Ingartek, Ingeteam, Ekide, Masermic, Ziv, Tecnalia, Energy Cluster	eMovLab tiene como objetivo conceptualizar y desarrollar tecnologías y empresas innovadoras, permitiendo a la industria vasca adaptarse a futuros escenarios en movilidad y energía sostenibles. eMovLab tiene un presupuesto de 5 millones de euros y está financiada por el Programa Hazitek del Gobierno Vasco, con apoyo del Fondo de Desarrollo Regional de la UE.
Basque Electrical Laboratories Alliance	Velatia-Ormazabal	Arteche, Tecnalia, Energy Cluster	Esta colaboración tiene como objetivo hacer I+D y pruebas para mejorar la competitividad del equipo T&D. Los productos desarrollados serán certificados y comercializados, listos para su instalación.
Energy Intelligence Center (EIC)	Gobierno Vasco y Diputación Foral de Bizkaia	Iberdrola, Petronor, Siemens Gamesa, Sener, Ingeteam, Ormazabal, Arteche, Zigor, Cegasa, Solarpack	Polo de I+D público-privado que se especializará en tecnologías innovadoras de hidrógeno, redes inteligentes, generación eólica y gas y petróleo. Además, se pondrán a prueba y desarrollarán conceptos de fabricación avanzada y de la industria 4.0.
Bidelek Sareak	Iberdrola Distribution	EVE, Velatia-Ormazabal, ZIV, Arteche, Tecnalia, Elecnor, Schneider Electric	Este proyecto pretende instalar redes inteligentes en ciudades y pueblos para aumentar la seguridad y la eficiencia del suministro de energía eléctrica.
Competitividad territorial diversa	Orkestra	SPRI, EVE, Iberdrola, Euskaltel, Petronor, Tecnalia	Proyectos multidisciplinares entre instituciones académicas y de investigación para realizar estudios que influyan en la formulación de políticas e informen sobre la naturaleza de transiciones tecno-económicas y ambientales de éxito que promuevan el crecimiento económico y el bienestar social.

.../...

.../...

Proyecto	Dirección	Asociados	Alcance
Investigación de almacenamiento en batería	CIC energiGUNE	Energy cluster, Ingeteam, Solarpack	Proyectos de investigación multidisciplinares que abarcan la cadena de valor de sistemas de almacenaje de energía térmica y electroquímica, así como la conversión de potencia y dispositivos de control que pueden permitir su uso.
Basque Research & Technology Alliance (BRTA)	Red Vasca de la Ciencia	16 centros de investigación apoyados por el Gobierno Vasco y las diputaciones forales	La BRTA tiene la misión de crear instrumentos de colaboración para aprovechar recursos para afrontar los retos industriales. Igualmente, esta alianza permite una mayor capacidad para atraer financiación, dado que las competencias de los diversos centros crean sinergias y facilitan la transmisión del conocimiento.
Climate Change Research	Basque Centre for Climate Change (BC3)	Ikerbasque, Ihobe, UPV, Basque Government, Excelencia Maria de Maeztu	BC3 es un centro de investigación sobre las causas y consecuencias del cambio climático. Produce conocimientos multidisciplinares para apoyar la toma de decisiones hacia un desarrollo sostenible a nivel internacional. BC3 es un líder mundial en apoyar las partes significativas del ciclo vital de la investigación transdisciplinar del cambio climático.

Fuentes: (Repsol, 2020b), (Iberdrola, 2020), (Ibil, 2020), (Ingeteam, 2019), (CIC energiGUNE, 2019).

4.4. Fortalezas y oportunidades del ecosistema energético del País Vasco

Aunque son muchas las virtudes del ecosistema colaborativo en el País Vasco, el sistema tiene elementos mejorables. El gráfico nº 7 describe las fortalezas y oportunidades mencionadas con más frecuencia que han sido identificadas por las partes interesadas.

Como sugiere la figura anterior, las partes interesadas parecen estar de acuerdo en que los principales elementos del marco de colaboración establecido por el Cluster de la Energía, SPRI, EVE y el Gobierno Vasco, tienen muchos elementos positivos. En particular, el alineamiento con autoridades locales (ver Cuadro A.1 del Anexo), industria y pymes para desarrollar una fuerte cadena de valor que ofrezca las soluciones requeridas. Sin embargo, las áreas de oportunidades indican que las políticas pos-pandemia necesitan estar bien enfocadas para revitalizar una industria que pueda defender la competitividad. Igualmente, se destaca que se han promulgado políticas progresivas y programas de bonos verdes para financiar la innovación, lo mismo que han hecho las autoridades locales o regionales escandinavas o de EE.UU. con considerable éxito. Algunos comentarios notables hechos por los entrevistados también indicaron lo siguiente:

- Fortalezas.
 - Seguir incentivando a las compañías de servicios energéticos y grandes consumidores para que inviertan en tecnologías eficientes energéticamente y/o tecnologías renovables a través del EVE o IDEA para apoyar el mercado, aliviando la carga que dichas inversiones de capital tienen en la hoja de balance.

Gráfico nº 7. **FORTALEZAS Y OPORTUNIDADES MENCIONADAS EN LAS ENTREVISTAS CON AGENTES DEL ECOSISTEMA ENERGÉTICO DEL PAÍS VASCO**

Fortalezas		Oportunidades	
El cluster de la energía empodera a las empresas mediante las colaboraciones en I+D.	Gran apoyo a la producción de hidrógeno verde y a las tecnologías de captura y uso del carbono.	Establecer mecanismos para incentivar la implantación de soluciones sostenibles en las empresas y sus cadenas de suministro para mantener su competitividad.	Relanzar la industria pos-COVID estableciendo objetivos cero en emisiones para descarbonizar la industria pesada.
Ayuda por parte de las instituciones públicas para incentivar en sus procesos de compra, los suministros de productos y servicios sostenibles.	La estrecha coordinación entre agentes promueve iniciativas colaborativas, especialmente en la comparación de datos y el desarrollo de plataformas de acceso abierto.	Refinar los marcos colaborativos para agilizar las asociaciones, principalmente con las universidades y centros de investigación.	Implementar políticas progresivas para habilitar servicios energéticos digitales.
Se ponen a disposición de las pymes y <i>spin-offs</i> de las universidades líneas de financiación.	Se premian los objetivos más estrictos en eficiencia energética dentro del sector público.	Mantener el sistema de bonos verdes para financiar proyectos de renovables.	Aumentar los incentivos fiscales para favorecer la sustitución de equipos intensivos en emisiones o poco eficientes.
	Las administraciones públicas son socios fiables que apoyan a la industria y están alineados con la estrategia de la UE.		Aumentar la comunicación público-privada para alinear la estrategia tecnológica de las empresas.

Fuente: Elaboración propia.

- Deben continuar mejorando los canales de comunicación, para llegar a convertirse en mejores prácticas, que permitan a las empresas estar bien informadas de las actividades de la competencia y de los cambios en los procesos reglamentarios en los países en los que tienen lugar las operaciones.
- Bizkaia está ofreciendo apoyo a las *start-ups*, y los mecanismos de apoyo tienen que ser mejorados y aumentados para fomentar la innovación y el crecimiento económico.
- Oportunidades.
 - Muchas organizaciones retrasan las inversiones dado que dichas obras interrumpen operaciones clave y crean una pérdida de ingresos, ¿se puede introducir un mecanismo para aliviar esa pérdida de producción?
 - Promover las mejores prácticas de «presentación de informes sobre sostenibilidad corporativa» (CSR) en las empresas del País Vasco para que puedan informar sobre el impacto ambiental de sus actividades y desarrollar vías para la mitigación del carbono.
 - Los gobiernos tienen que conceder más poder a los órganos reguladores que no tengan poderes suficientes para promulgar una agenda de sostenibilidad, de lo contrario se producirá un retraso en las inversiones.

- Revisar las políticas de utilización del suelo y la renovación de infraestructuras que podrían incrementar la viabilidad de proyectos de energía renovable.
- El Energy Cluster podría reconsiderar su estrategia incluyendo la producción de bioenergía e hidrógeno para reducir la dependencia de combustibles fósiles, digitalización de servicios energéticos para aumentar el compromiso del usuario final, revisar las infraestructuras de transmisión a niveles de alto voltaje para buscar interconectores de alta potencia desde los que se podría suministrar energía renovable.

4.5. **Exposición**

Las organizaciones públicas y privadas deben cumplir su papel para impedir los peores impactos del cambio climático, pero las soluciones son muy complejas. Se necesitan sólidos procesos de toma de decisiones y adopción de soluciones y apoyar el desarrollo tecnológico a través de marcos de colaboración con terceras partes (por ejemplo, gobiernos, órganos reguladores, pymes, etc.) para impulsar la innovación y poner en práctica soluciones rentables.

Como ha demostrado este estudio de investigación, los compromisos de neutralidad en carbono están de moda y es cuestión de tiempo que los principales agentes se pregunten si los resultados de tantas inversiones prometedoras se corresponden con la retórica. Es fundamental que cada organización desarrolle herramientas adecuadas para tomar decisiones que nos permitan identificar el momento correcto para invertir, dónde invertir y qué instalar. Otro punto que conviene mencionar es el arduo tema de cómo mitigarán las organizaciones las emisiones que no pueden reducir directamente. Hay que realizar una evaluación cuidadosa para asegurarse de que los créditos de carbono, las compensaciones y las soluciones de eliminación aplicadas no tengan consecuencias inesperadas que anulen la reducción de la huella de carbono que pretenden lograr. Por lo tanto, es fundamental integrar mejores prácticas de sostenibilidad, concienciar sobre el impacto del carbono y crear una cultura laboral comprometida con tener un impacto ambiental positivo para impulsar un cambio en las organizaciones. Este último punto adquiere más relevancia a medida que el mundo se recupera de los efectos económicos generados por la Covid-19. Más que nunca, gobiernos, instituciones y empresas deben liderar con el apoyo de los ciudadanos para promover una recuperación verde que ofrezca crecimiento económico reduciendo al mismo tiempo las emisiones de carbono.

Los países que están promulgando leyes para alcanzar objetivos de neutralidad en carbono para 2050 están dando un prometedor ejemplo de liderazgo. De esos países, Reino Unido es el que más está impulsando la gama de soluciones tecnológicas que permitirán una «revolución verde» (Afry, 2020). El apoyo y la claridad son apreciados por todas las partes interesadas, ya que establecen el rumbo a seguir y confirman que las leyes sobre neutralidad en carbono darán próximamente paso a proyectos importantes. No obstante, esos pronunciamientos no detallan las políticas de apoyo que se

aplicarán para impulsar la «revolución», pero pueden ayudar a producir subvenciones e inversiones para tecnologías nicho. En Reino Unido, la estrategia de descarbonización apoyará probablemente el desarrollo de las siguientes tecnologías:

- Proyectos de parques eólicos en tierra y alejados de la costa.
- Generación, infraestructura y mercado de hidrógeno.
- Centrales nucleares de grande y pequeña escala.
- Vehículos eléctricos, baterías e infraestructura de carga rápida.
- Transporte público, bicicletas y desplazarse a pie.
- Transportes marítimos y aviación más ecológicos.
- Renovación de hogares y edificios públicos y mejora de los sistemas de calefacción.
- Secuestro y captura de carbono en centrales eléctricas alimentadas por combustibles fósiles.
- Programas de plantación masiva de árboles.
- Financiación verde.

Las soluciones anteriores deberían impulsar un recorrido empresarial en Reino Unido que promueva la colaboración y programas de I+D para perfeccionar soluciones que sean adecuadas para sus fines, efectivas, escalables e implementables. De hecho, lo que se pondrá a prueba es el clúster de colaboración entre organizaciones académicas, públicas y privadas. De manera similar, al igual que en el País Vasco, gobiernos y regiones de todo el mundo tendrán que activar programas de financiación y leyes que apoyen la agenda verde. La política pública debe desempeñar un papel clave para activar y acelerar esta transición a la neutralidad en carbono.

Las partes interesadas en el País Vasco mostraron un notable grado de optimismo ante el futuro que nos aguarda, dado que creen que el impulso hacia la sostenibilidad es imparable. El reto de la descarbonización debe transformarse en una gran oportunidad para impulsar los conocimientos técnicos desarrollados hasta la fecha y utilizados para soluciones sostenibles innovadoras que harán competitivas a las organizaciones y reforzarán su posición como líderes en su campo, asegurando el crecimiento económico que beneficia a la sociedad en general.

Aprovechar al máximo el Pacto Verde de la UE es indispensable, dado que actúa como trampolín para impulsar la innovación y sirve para superar las actuales mejores prácticas. El ecosistema energético vasco tiene que estar preparado para aprovechar esta oportunidad, embarcándose en proyectos de colaboración estimulantes y demostrando que es posible desarrollar modelos de negocio que no dependen de combustibles fósiles. Atraer la inversión a la región vasca de múltiples fuentes también es clave para permitir el florecimiento de soluciones sostenibles que procuran crecimiento económico. Ya sea a través de incentivos fiscales o mecanismos de financiación verdes, autoridades y empresas tienen que encontrar fórmulas ganadoras que pongan la innovación en el centro del ecosistema energético en el País Vasco.

Las transiciones energéticas no son sencillas debido a su naturaleza perturbadora, por lo que prever consecuencias inesperadas también debería ser una prioridad. Quizás ofrecer apoyo para financiar inversiones o reducir la pérdida generada por la reducción de la producción haría que las empresas aceleraran su transición hacia la neutralidad en carbono. Además, la velocidad a la que se puede realizar la transición –su calendario o dinámica temporal– es un elemento crítico a tener en cuenta. Si analizamos transiciones previas de tecnologías desarrolladas desde la revolución industrial, se podría sostener que cumplir las metas climáticas para 2050 será muy difícil, dado que habría que adaptar las tendencias políticas, reglamentarias, sociológicas y socio-tecnológicas (Sovacool, 2016).

Muchos agentes entrevistados esperan que el Gobierno Vasco, a través del EVE, establezca pronto ambiciosas metas para la mitigación del carbono relacionadas con el Acuerdo de París sobre cambio climático, que articulen las diversas vías, mecanismos y enfoques disponibles para hacer viable un futuro con cero emisiones netas. Quizás se pueda introducir un impuesto sobre el carbono, un gravamen sobre combustibles fósiles o un precio al carbono con el apoyo de las autoridades de la UE para enviar una señal clara.

Hacer posible un entorno más competitivo a través de innovaciones para alcanzar cero emisiones netas parece tener mucho sentido en el País Vasco y predicar mediante proyectos flagship enviaría una señal de que las organizaciones están listas para acometer los desafíos que les aguardan. Un gran ejemplo sería invertir y desarrollar clústeres industriales cero emisiones netas (por ejemplo, verdes) en áreas en las que muchas empresas desarrollan sus operaciones como las petroquímicas, clústeres de fabricación y parques tecnológicos; de ese modo se beneficiarían no solo los usuarios que consumen mucha energía sino también la cadena de valor de empresas que ofrecen productos y servicios. Alcanzar esas metas a través de la colaboración y el partenariado sería muy positivo ya que tienen el efecto de transformar la gobernanza y son incluyentes, lo cual aumenta la capacidad de resolver problemas complejos a escala (McAllister & Taylor, 2015).

5. CONCLUSIÓN

Las organizaciones públicas y privadas deben desempeñar su papel para impedir los peores impactos del cambio climático, reduciendo sus emisiones de gases de efecto invernadero para cumplir el Acuerdo de París sobre el clima. Últimamente, muchas naciones han promulgado leyes sobre el clima y también son muchas las organizaciones privadas que se han comprometido a cumplir objetivos de emisiones cero o están siguiendo marcos de objetivos basados en la ciencia. El impulso positivo para una «revolución verde» es evidente y debemos aprovecharlo. Hay que gestionar con cuidado las expectativas y los resultados tangibles obtenidos para que no haya pérdida de confianza y que el impulso positivo hacia la sostenibilidad no pierda fuerza y apoyo. Por consiguiente, las organizaciones tienen que implementar

procesos eficientes y progresivos de toma de decisiones para asegurar que sus programas de inversiones están alineados con su estrategia a largo plazo. Captar la dinámica de esta transición a tiempo no es una empresa sencilla, especialmente para aquellas organizaciones con una elevada huella de carbono distribuida en muchas instalaciones y con grandes y complejas cadenas de suministro.

Este trabajo ha revisado las mejores prácticas para reducir las emisiones de CO₂ en grandes consumidores de energía a lo largo de toda su cadena de valor, subrayando las sinergias que se pueden crear con organizaciones afines a través de colaboraciones y tomando el País Vasco como estudio de caso. Este artículo describe cómo las estrategias corporativas están intentando reducir las emisiones de manera sistemática. El estudio se completa a continuación con los hallazgos obtenidos en entrevistas con partes interesadas clave en el País Vasco y que desempeñan un papel importante en la puesta en práctica de una agenda verde. Las entrevistas nos han permitido presentar a las organizaciones clave que impulsan la transición hacia la sostenibilidad, resaltar los proyectos emblema y evaluar los puntos fuertes y los desafíos del marco de la colaboración. Los resultados indican que las organizaciones están ya poniendo en práctica e investigando soluciones bajas en carbono, pero las cuestiones que rodean la gobernanza, la estrategia y los desafíos legislativos pueden retrasar el avance hacia las metas. Algunos proyectos, como los de Petronor e Iberdrola, ya indican el giro hacia explorar soluciones de próxima generación, como el hidrógeno verde, mientras otras empresas están fomentando los conocimientos técnicos mediante colaboraciones público-privadas en servicios energéticos digitales y electrificación del transporte.

Aunque los desafíos están presentes, el ecosistema energético del País Vasco está alineado con los objetivos ambientales de la UE y se espera que las principales partes interesadas, como el EVE, establezcan una estrategia clara para alcanzar las metas de emisiones cero netas para 2050. Establecer un marco de incentivos y reglamentario adecuado no será tarea fácil, pero la relación de colaboración entre organizaciones público-privadas sitúa al País Vasco en una buena posición para lograr que la región sea un ejemplo en cuanto a soluciones de emisiones cero netas en las próximas décadas. Convertirse en una región industrial referente que funcione con bajas emisiones de carbono es una ambición que merece la pena perseguir para hacer posible el cambio transformador, desarrollar una ventaja competitiva y generar prosperidad económica. Un giro hacia las emisiones cero netas situaría al País Vasco a la vanguardia de otros nodos regionales europeos, haciendo que sus productos y servicios sean un artículo deseado en todas partes.

ANEXO

Autoridades locales

Cuadro A1. INSTRUMENTOS DE POLÍTICAS ENERGÉTICAS DISPONIBLES PARA LAS AUTORIDADES LOCALES EN EL PAÍS VASCO

Instrumentos políticos disponibles para las autoridades locales	Edificios privados			Edificios públicos		
	Nuevos	Renovados	Existentes	Nuevos	Renovados	Existentes
Reglamento sobre eficiencia energética mínima	++	++	-	+	+	-
Incentivos y créditos fiscales	++	++	+	+	+	-
Información y formación	++	++	++	++	++	++
Promoción de buenas prácticas	++	++	+	++	++	+
Edificios de muestra	++	++	-	++	++	-
Promoción de auditorías energéticas	-	++	++	-	++	++
Reglamentos y planes de desarrollo urbano	++	+	-	++	+	-
Aumento del porcentaje de rehabilitación	-	++	-	-	++	-
Impuestos sobre la energía	+	+	+	+	+	+
Coordinación de políticas con autoridades a diferentes niveles	++	++	++	++	++	++

Nota: ++ Muy relevante + Relevante - No muy relevante.

Fuente: EVE, 2017.

Abreviaturas

AD	Digestión anaeróbica
AR5	5º informe de evaluación
BC3	Basque Centre for Climate Change
BEIS	Business, Energy & Industrial Strategy
BELA	Basque Electrical Laboratories Alliance
BRTA	Basque Research & Technology Alliance
CAPEX	Gastos de capital
CCS	Secuestro y captura de carbono
CCU	Unidad de captura de carbono
CDP	Carbon disclosure project

.../...

.../...

CHP	Combined heat and power
COP21	Conferencia del Cambio Climático de las Naciones Unidas 2015
CO	Monóxido de carbono
CO ₂ e	Equivalente de dióxido de carbono
CPPA	Corporate power purchase agreement
ECA	Enhanced capital allowance
EVE	Ente Vasco de la Energía
GDP	Producto interior bruto
GHG	Gases de efecto invernadero
HFC	Hidrofluorocarbono
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
KPI	Key Performance Indicators
Ktoe	Kilo toneladas equivalentes de petróleo
LNG	Gas natural licuado
LSE	London School of Economics
MW	Megavatio
NO _x	Óxidos de nitrógeno
PV	Fotovoltaico
PVT	Fotovoltaico térmico
RIS3	Estrategia de especialización inteligente de innovación regional
R&D	Investigación y desarrollo
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UPV	Universidad del País Vasco

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHA, S. (2013): Modelling distributed energy resources in energy services networks. The Institution of Engineering and Technology; 2013. doi:978-1-84919-559-1.
- ACHA, S.; LE BRUN, N.; DAMASKOU, M.; FUBARA, T.C.; MULGUNDMATH, V.; MARKIDES, C.N.; SHAH, N. (2020): Fuel cells as combined heat and power systems in commercial buildings: A case study in the food-retail sector. *Energy*, 206, 118046. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118046>
- ACHA, S.; MARIAUD, A.; SHAH, N.; MARKIDES, C.N. (2018): Optimal design and operation of distributed low-carbon energy technologies in commercial buildings. *Energy*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.10.066>
- AFRY (2020): «2050 Holistic & Efficient Roadmap for a Zero-Emissions EU Energy» https://afry.com/sites/default/files/2020-05/afry_managementconsulting_publicreport_05072020.pdf (Accessed: 18 October 2020).
- AGGARWAL, R.; DOW, S. (2012): Corporate governance and business strategies for climate change and environmental mitigation. *European Journal of Finance*, 18(3-4), 311–331. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2011.579745>
- AMAZON (2020): «Reaching Net Zero Carbon by 2040». Available at <https://sustainability.aboutamazon.com/> (Accessed: 4 September 2020).
- AYOUB, A.; GAIGNEUX, A.; LE BRUN, N.; ACHA, S.; SHAH, N. (2020): The development of a low-

- carbon roadmap investment strategy to reach Science Based Targets for commercial organisations with multi-site properties. *Building and Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107311>
- BC3 (2020): «Basque Centre for Climate Change». https://www.bc3research.org/about_us.html (Accessed: 16 November 2020).
- BIZKAIA FORU ALDUNDIA – DIPUTACION FORAL DE BIZKAIA (2020): «Concierto Economico». <https://web.bizkaia.eus/es/concierto-economico> (Accessed: 31 July 2020).
- BUSTOS-TURU, G.; VAN DAM, K.H.; ACHA, S.; MARKIDES, C.N.; SHAH, N. (2016): «Simulating residential electricity and heat demand in urban areas using an agent-based modelling approach», 2016 IEEE International Energy Conference (ENERGYCON), Leuven, 2016, pp. 1-6, doi: 10.1109/ENERGYCON.2016.7514077.
- BUSTOS-TURU, G.; VAN DAM, K.H., ACHA, S.; SHAH, N. (2014): «Estimating plug-in electric vehicle demand flexibility through an agent-based simulation model», IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies, Europe, Istanbul, 2014, pp. 1-6, doi: 10.1109/ISGT Europe.2014.7028889.
- (2015): «Integrated planning of distribution networks: interactions between land use, transport and electric vehicle charging demand», presented at the 23rd International Conference on Electricity Distribution (CIRED), Lyon, France, 2015.
- CAMPBELL-ÁRVAI, V.; BESSETTE, D.; KENNEY, L.; ÁRVAI, J. (2019): Improving decision making for carbon management initiatives. *International Journal of Risk Assessment and Management*, 22(3-4), 342–358. <https://doi.org/10.1504/IJRAM.2019.103338>
- CARBON DISCLOSURE PROJECT (CDP) (2020): «CDP Scores». Available at <https://www.cdp.net/>. (Accessed: 10 August 2020).
- CARBON INTELLIGENCE (2020): «Companies that have set net zero targets». Available at <https://carbon.ci/insights/companies-with-net-zero-targets/> (Accessed: 31 August 2020).
- CARITTE, V.; ACHA S.; SHAH, N. (2015): «Enhancing Corporate Environmental Performance Through Reporting and Roadmaps». *Business Strategy and the Environment*, Volume 24, Issue 5, pp. 289-308. <https://doi.org/10.1002/bse.1818>
- CEDILLOS ALVARADO, D.; ACHA, S.; SHAH, N.; MARKIDES, C.N. (2016): A Technology Selection and Operation (TSO) optimisation model for distributed energy systems: Mathematical formulation and case study. *Applied Energy*, 180, 491-503. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.08.013>
- CHAKRABARTI, A.; PROEGLHOEF, R.; TURU, G.B.; LAMBERT, R.; MARIAUD, A.; ACHA, S.; MARKIDES, C.N.; SHAH, N. (2019): Optimisation and analysis of system integration between electric vehicles and UK decentralised energy schemes. *Energy*, 176, 805-815. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.03.184>
- CIC ENERGIGUNE (2019): «CIC energiGUNE website». <https://cicenergigune.com/en> (Accessed: 18 September 2020).
- CLUSTER ENERGIA (2019): «Strategic Areas». <http://www.clusterenergia.com/strategic-areas> (Accessed: 10 September 2020).
- DAMERT, M.; PAUL, A.; BAUMGARTNER, R.J. (2017): Exploring the determinants and long-term performance outcomes of corporate carbon strategies. *Journal of Cleaner Production*, 160, 123-138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.206>
- DELANGLE, A.; LAMBERT, R.S.C.; SHAH, N.; ACHA, S.; MARKIDES, C.N. (2017): Modelling and optimising the marginal expansion of an existing district heating network. *Energy*, 140. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.08.066>
- EFRATIADI, M.; ACHA, S.; SHAH, N.; MARKIDES, C.N. (2019): Analysis of a closed-loop water-cooled refrigeration system in the food retail industry: A UK case study. *Energy*, 174, 1133-1144. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.03.004>
- EVE (2017): «Basque Energy Strategy 2030». <https://www.eve.eus/Conoce-la-Energia/La-energia-en-Euskadi/Energy-Policy-2030?lang=en-gb> (Accessed: 15 August 2020).
- EUSKO JAURLARITZA – GOBIERNO VASCO (2019): «LEY 4/2019, de 21 de febrero, de Sostenibilidad Energética de la Comunidad Autónoma Vasca». <https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/eli/es-pv/1/2019/02/21/4/dof/spa/html/> (Accessed: 15 August 2020).
- FINNERTY, N.; STERLING, R.; CONTRERAS, S.; COAKLEY, D.; KEANE, M.M. (2018): Defining corporate energy policy and strategy to achieve carbon emissions reduction targets via energy management in non-energy intensive multi-site manufacturing organisations. *Energy*, 151, 913–929. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.03.070>

- FUNDACION TECNALIA RESEARCH AND INNOVATION (2018): «2018 ANNUAL REPORT». https://www.tecnalia.com/images/stories/Informes_anuales/2018/INFORME_ANUAL_2018_INGLES_PAGINAS_DOBLES.pdf (Accessed: 16 November 2020).
- GESTAMP (2019): «Gestamp Sustainability Report 2019». <https://www.gestamp.com/Gestamp11/media/GestampFiles/Sustainability/Sustainability%20Report/2019/Gestamp-Sustainability-Report-2019.pdf?ext=.pdf> (Accessed: 16 November 2020).
- GONZATO, S.; CHIMENTO, J.; O'DWYER, E.; BUSTOS-TURU, G.; ACHA, S.; SHAH, N. (2019): Hierarchical price coordination of heat pumps in a building network controlled using model predictive control. *Energy and Buildings*, 202, 109421. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109421>
- GRIFFIN, P.W.; HAMMOND, G.P. (2019): Industrial energy use and carbon emissions reduction in the iron and steel sector: A UK perspective. *Applied Energy*, 249(May), 109-125. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.04.148>
- GRUPO SPRI TALDEA (2020a): «SPRI Group Working Framework». <https://www.spri.eus/en/who-we-are/> (Accessed: 31 July 2020).
- (2020b): «SPRI Group Cluster Policy». <https://www.spri.eus/en/ris3-euskadi/cluster-policy/> (Accessed: 31 July 2020).
- HART, M.; AUSTIN, W.; ACHA, S.; LE BRUN, N.; MARKIDES, C.N.; SHAH, N. (2020): «A roadmap investment strategy to reduce carbon intensive refrigerants in the food retail industry». *Journal of Cleaner Production*, Vol. 275, pp. 123039. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123039>
- HICKEL, J. (2020): The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the anthropocene. *Ecological Economics*, 167(March 2019), 106331. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.05.011>
- IBIL (2020): «Ibil About Us» <https://www.ibil.es/en/quienes-somos/> (Accessed: 31 August 2020).
- INGETEAM (2019): «Ingeteam and Solarpack sign an agreement to supply 200 MVA to PV plants». <https://www.ingeteam.com/Presroom/Corporate/tabid/1574/articleType/ArticleView/articleId/2404/Ingeteam-and-Solarpack-sign-an-agreement-to-supply-200-MVA-to-PV-plants.aspx> (Accessed: 17 September 2020).
- IEA (2020): *Energy Technology Perspectives 2020 - Special Report on Clean Energy Innovation Accelerating technology progress for a sustainable future*. *Energy Technology Perspectives 2020*, 61-89. <https://doi.org/10.1787/9789264109834-en>
- IHOBE (2020): «About Ihobe». <https://www.ihobe.eus/about-ihobe> (Accessed: 10 October 2020).
- INSTITUTE FOR GOVERNMENT (2020): «UK Net Zero Target». Available at <https://www.instituteforgovernment.org.uk/explainers/net-zero-target> (Accessed: 9 August 2020).
- ISO (2020): «ISO 50001 Energy management». Available at <https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html>. (Accessed: 1 October 2020).
- KRAMER, G.; HAIGH, M. (2009): No quick switch to low-carbon energy. *Nature* 462, 568-569 (2009). <https://doi.org/10.1038/462568a>
- LANGSHAW, L.; AINALIS, D.; ACHA, S.; SHAH, N.; STETTLER, M.E.J. (2020): Environmental and economic analysis of liquefied natural gas (LNG) for heavy goods vehicles in the UK: A Well-to-Wheel and total cost of ownership evaluation. *Energy Policy*, 137 (December 2019), 111161. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111161>
- MACE (2020): «Mace announces it will be net zero carbon in 2020». Available at <https://www.macegroup.com/media-centre/200129-mace-announces-it-will-be-net-zero-carbon-in-2020> (Accessed: 21 July 2020).
- MARIAUD, A.; ACHA, S.; EKINS-DAUKES, N.; SHAH, N.; MARKIDES, C.N. (2017): Integrated optimisation of photovoltaic and battery storage systems for UK commercial buildings. *Applied Energy*, 199. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.04.067>
- MAOURIS, G.; SARABIA ESCRIVA, E.J.; ACHA, S.; SHAH, N.; MARKIDES, C.N. (2020): CO2 refrigeration system heat recovery and thermal storage modelling for space heating provision in supermarkets: An integrated approach. *Applied Energy*, 264(March), 114722. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114722>
- MICROSOFT (2020): «Microsoft will be carbon negative by 2030». Available at <https://blogs.microsoft.com/blog/2020/01/16/microsoft-will-be-carbon-negative-by-2030/#:~:text=By%202030%20Microsoft%20will%20be,goal%20but%20a%20detailed%20plan> (Accessed: 25 June 2020).
- O'DWYER, E.; PAN, I.; ACHA, S.; SHAH, N. (2019): Smart energy systems for sustainable smart ci-

- ties: Current developments, trends and future directions. *Applied Energy*, 237(November 2018), 581–597. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.024>
- OLYMPIOS, A.V.; LE BRUN, N.; ACHA, S.; SHAH, N.; MARKIDES, C.N. (2020): Stochastic real-time operation control of a combined heat and power (CHP) system under uncertainty. *Energy Conversion and Management*, 216 (May), 112916. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.112916>
- ORKESTRA (2020): «Basque Institute of Competitiveness». <https://www.orkestra.deusto.es/en/about-orkestra/basque-institute-competitiveness> (Accessed: 16 November 2020).
- PRESSMAN, S. (1991): Book Review: The Competitive Advantage of Nations. *Journal of Management*, 17(1), 213–215. <https://doi.org/10.1177/014920639101700113>
- REPSOL (2020a): «Repsol será compañía cero emisiones netas en 2050». <https://www.repsol.com/es/sala-prensa/notas-prensa/2019/repsol-sera-compania-cero-emisiones-netas-en-2050.cshtml> (Accessed: 12 November 2020).
- (2020b): «Repsol to develop two major emissions-reductions projects in Spain». <https://www.repsol.com/en/press-room/press-releases/2020/repsol-to-develop-two-major-emissions-reductions-projects-in-spain.cshtml> (Accessed: 12 October 2020).
- RISSMAN, J.; BATAILLE, C.; MASANET, E.; ADEN, N.; MORROW, W.R.; ZHOU, N.; ELLIOTT, N.; DELL, R.; HEEREN, N.; HUCKESTEIN, B.; CRESKO, J.; MILLER, S.A.; ROY, J.; FENNEL, P.; CREMMINS, B.; BLANK, T.K.; HONE, D.; WILLIAMS, E.D.; DE LA RUE DU CAN, S.; SISSON, B.; WILLIAMS, M.; KATZENBERGER, J.; BURTRAW, D.; SETHI, G.; PING, H.; DANIELSON, D.; LU, H.; LORBER, T.; DINKEL, J.; HELSETH, J. (2020): «Technologies and policies to decarbonize global industry: Review and assessment of mitigation drivers through 2070». *Applied Energy*, Vol. 266, 114848. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114848>
- SARABIA ESCRIBA, E.J.; ACHA, S.; LE BRUN, N.; SOTO FRANCES, V.; PINAZO OJER, J.M.; MARKIDES, C.N.; SHAH, N. (2019): Modelling of a real CO₂ booster installation and evaluation of control strategies for heat recovery applications in supermarkets. *International Journal of Refrigeration*, 107(April 2014), 288–300. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2019.08.005>
- SCIENCE BASED TARGETS (2017): «Companies Taking Action». Available at: <https://sciencebasedtargets.org/companies-taking-action/> (Accessed 8 September 2020).
- (2020): «Over 150 global corporations urge world leaders for net-zero recovery from COVID-19». Available at <https://sciencebasedtargets.org/2020/05/18/uniting-business-and-governments-to-recover-better/> (Accessed: 11 June 2020).
- SLAWINSKI, N.; PINKSE, J.; BUSCH, T.; BANERJEE, S.B. (2017): The Role of Short-Termism and Uncertainty Avoidance in Organizational Inaction on Climate Change: A Multi-Level Framework. *Business and Society*, 56(2), 253–282. <https://doi.org/10.1177/0007650315576136>
- SOVACOO, B.K. (2016): How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions. *Energy Research and Social Science*, 13, 202–215. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.020>
- SUNNY, N.; MAC DOWELL, N.; SHAH, N. (2020): What is needed to deliver carbon-neutral heat using hydrogen and CCS? *Energy & Environmental Science*, 4204–4224. <https://doi.org/10.1039/d0ee02016h>
- TAPIA, J.F.D.; SAMSATLI, S.; DOLIENTE, S.S.; MARTINEZ-HERNANDEZ, E.; GHANI, W.A.B.W.A.K.; LIM, K.L.; SHAFRI, H.Z.M.; SHAHARUM, N.S.N.B. (2019): Design of biomass value chains that are synergistic with the food-energy-water nexus: Strategies and opportunities. *Food and Bioproducts Processing*, 116, 170–185. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2019.05.006>
- VIDRALA (2019): «Vidrala 2019 Sustainability Report» https://www.vidrala.com/default/documentos/1077_en-sustainability_statement_2019.pdf (Accessed: 5 August 2020).
- UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE (2016): «The Paris Agreement». Available at <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>. (Accessed: 25 September 2020).
- ZHOU, S.W.W. (2020) : Carbon Management for a Sustainable Environment. In *Carbon Management for a Sustainable Environment*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-35062-8>