



Oportunidades en materia de transición  
energética de cara a los planes de desarrollo  
(Nacional, Departamental, Distrital y Municipal)

# Créditos

## Autor:

Andrés Eduardo Mantilla Zárate  
Fundador y CEO

Energy, Food and Water Nexus S.A.S



Elaborado para:

**prosantander**

Diciembre 2023

# Santander como eje central de la transición energética y la adaptación climática

## Oportunidades en materia de transición energética de cara a los planes de desarrollo (Nacional, Departamental, Distrital y Municipal)

En este documento presentamos dos grandes propuestas que están **en línea con las premisas de la política pública** del actual Gobierno Nacional, que de una parte, se centrará en **tres pilares: Paz, Justicia Social y Justicia Ambiental**; y de otra parte, **impulsará la productividad** a partir de la **construcción de una sociedad basada en el conocimiento**, de manera abierta a un **modelo de “Estado emprendedor”** como el propuesto por Mazzucato, que **invierte en iniciativas de innovación para solucionar desafíos transversales de la sociedad** a través de **alianzas público-privadas de largo plazo** orientadas a resolverlos, generando beneficios sociales y económicos.

Uno de dichos desafíos transversales y objetivo de país —plasmado en la Política Nacional de Cambio Climático— es el de incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas, para **avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y bajo en carbono, que reduzca riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que éste genera.**

**Santander ha desarrollado una agenda exitosa enfocada en innovación de base científica y tecnológica orientada a la transición energética y la justicia ambiental, fácilmente asimilable al modelo de Estado**

emprendedor. Gracias a ello, ofrece opciones de alto impacto para contribuir a la solución de este desafío, en frentes que aportan a la productividad basada en el conocimiento; y a metas ambientales y energéticas de Colombia. Para construir esta propuesta hemos consultado la última Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC, por sus siglas en inglés) a la mitigación del cambio climático; y el *Assessment Report 6* del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).

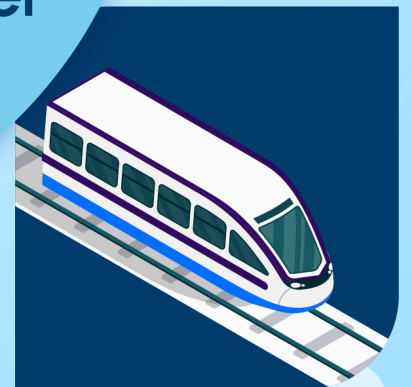
La exitosa ejecución de estas propuestas debe ir acompañada de políticas públicas para la transición energética y la adaptación climática, que atraigan recursos de cooperación, financiación y socios estratégicos. Un mercado de carbono que permita transacciones de bonos en el mercado internacional; y la declaración de Barrancabermeja como Zona Económica y Social Especial (ZESE), que otorga una tarifa diferencial en renta para empresas que generen empleo y lo mantengan durante 10 años, son ejemplos de políticas públicas que pueden apalancar programas de economía regenerativa y protección de ecosistemas en esa geografía; y de encadenamientos productivos orientados a la transición energética.

# Propuesta para la Transición Energética:



**H<sub>2</sub>**

**Complejo de  
innovación y economía  
baja en carbono en el  
Magdalena Medio**



De acuerdo con el IPCC, **el almacenamiento geológico de dióxido de carbono en una escala temporal de miles de años (CCUS, por sus siglas en inglés) y la economía del hidrógeno limpio**, constituyen dos de las opciones de mayor potencial para la mitigación del cambio climático. Investigaciones del Instituto Colombiano del Petróleo han sido fundamentales para establecer que, gracias a las alternativas tecnológicas identificadas, **Santander ofrece la mejor oportunidad en el país para desarrollar un hub de economía baja en carbono**. En Barrancabermeja confluyen fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub> que deben abatirse y reservorios geológicos conocidos — e.g., los yacimientos petroleros— en la vecindad de dichas fuentes (a menos de 20 kilómetros de distancia) que podrían utilizarse para almacenar ese gas de efecto invernadero. En Barrancabermeja confluyen además grandes posibilidades de desarrollar demanda adicional de hidrógeno (H<sub>2</sub>) de bajas emisiones, para producción de fertilizantes, transporte fluvial y férreo de carga y procesamiento de aceites vegetales, entre otros.

**La Refinería de Barrancabermeja representa una gran fracción de la demanda de hidrógeno del país**. Con el proceso actual de producción se utiliza como insumo gas metano y se emiten a la atmósfera 11 toneladas de dióxido de carbono por tonelada de hidrógeno (11 TON CO<sub>2</sub>/Ton H<sub>2</sub>). Existen alternativas tecnológicas maduras que permitirían producir hidrógeno y CO<sub>2</sub> de alta pureza a partir de corrientes residuales del petróleo, de bajo valor y cada vez más difícil mercado. Si el CO<sub>2</sub> de alta pureza se utiliza, o se comprime y posteriormente se inyecta a reservorios en el subsuelo —bajo el esquema CCUS—, **la Refinería podría reducir entre 300 y 500 kTon CO<sub>2</sub>/año de emisiones**; la huella de carbono de los combustibles producidos

allí se reduciría en alrededor de un 10%; y el hidrógeno producido se clasificaría como hidrógeno azul, o de bajas emisiones.

Las exigencias del mercado financiero a industrias intensivas en emisiones en cuanto a compromisos de sostenibilidad, al igual que los compromisos gubernamentales de reducción de emisiones, permiten que el almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub> en torno al *hub* propuesto sea una buena alternativa para que empresas con altas emisiones cumplan con sus planes de descarbonización. Barrancabermeja cuenta con campos petroleros donde no solo se podría almacenar el CO<sub>2</sub> producido en la generación de hidrógeno azul, sino también el que a futuro se capture de chimeneas de combustión —de la misma Refinería o de otras industrias—, lo que **permitiría atraer progresivamente a la región empresas de industria pesada con necesidad de abatimiento de emisiones mediante CCUS**.

**El hub de innovación y economía baja en carbono** del Magdalena Medio, además de darle sostenibilidad a la Refinería de Barrancabermeja, **permitirá desarrollar cadenas de valor de productos con baja huella de carbono, que utilicen el H<sub>2</sub> azul o el CO<sub>2</sub> como materia prima**. El factor indispensable y decisivo para ello es el **compromiso del Gobierno Nacional de destinar volúmenes de hidrógeno azul y CO<sub>2</sub> de alta pureza al establecimiento de cadenas productivas que los utilicen**, detonando con ello oportunidades de innovación y transformación industrial, y contribuyendo a la generación de empleo, la diversificación económica y la estabilidad fiscal futura de Barrancabermeja, el Magdalena Medio y Santander. Por ejemplo, **los excedentes de H<sub>2</sub> que podría producir la planta de gasificación (unos 150 millones de pies cúbicos de H<sub>2</sub>/día) pueden utilizarse para:**

La fabricación de amoníaco y urea en una **nueva planta de fertilizantes** —industria que estuvo activa en Barrancabermeja hasta hace poco.

Combustible limpio para **transporte eléctrico por vías fluviales o férreas** —modos de bajo costo que impulsarían el comercio y la conectividad regional y permitirían fabricar localmente componentes de esos sistemas, habilitando en Santander el primer tren y las primeras barcas de celda de combustible ensambladas en Barrancabermeja.

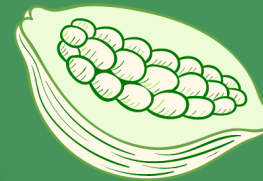
La **industria de hidrotatamiento de ceras naturales**, que tiene el potencial de generar encadenamientos productivos en sectores como los de combustibles renovables, alimentos y bioscosméticos, con enfoque diferencial hacia mujeres emprendedoras; y que usando desarrollos tecnológicos locales, puede incorporar esencias de nuestra biodiversidad,

contribuyendo a protegerla.

**El hub de innovación y economía baja en carbono impulsaría la implementación de la hoja de ruta del hidrógeno** del Ministerio de Minas, donde se estima que la nueva demanda de H<sub>2</sub> puede equiparar la demanda actual en 2030, con 120 kTon H<sub>2</sub>/año; y crecería a 790 kTon H<sub>2</sub>/año en 2040 y 1850 kTon H<sub>2</sub>/año en 2050, con destinación del 47% y 64% para transporte en esos respectivos años.

El almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub> requiere del trabajo conjunto de la industria, la academia y el gobierno nacional para construir reglamentación ambiental para los procesos de CCUS. Este proceso debe estar enmarcado en un trabajo de socialización anticipada con la comunidad —dada la novedad de las tecnologías— para comunicar los beneficios de la economía baja en carbono y las precauciones a tener con las tecnologías a utilizar.

# Propuesta para la **Adaptación Climática:**



Programa de  
**economía regenerativa  
y protección de  
ecosistemas en  
Santander**



La ampliación de la frontera agropecuaria en Santander durante el último siglo ha conllevado a una intensa deforestación, la degradación o eliminación de bosques primarios y humedales, la progresiva degradación de suelos y el avance hacia la desertificación de importantes áreas del departamento. **Un programa orientado a la protección de ecosistemas remanentes y la restauración de suelos degradados bajo esquemas de economía regenerativa, se convierte en una gran oportunidad de sostenibilidad socioeconómica y ambiental.**

De una parte, Santander tiene una importante riqueza de ecosistemas, con una pérdida incremental en las últimas décadas que amenaza con exceder los límites de la resiliencia socioecológica<sup>1</sup>. Particularmente, los páramos y los humedales son considerados sumideros de carbono relevantes en los trópicos<sup>2</sup> y su conservación efectiva es una oportunidad en términos de servicios ecosistémicos y territorios climáticamente inteligentes. Esa riqueza representa un gran potencial **un primer frente del programa, que impulse el desarrollo de proyectos tipo REDD+**

**para la protección, expansión y restauración de ecosistemas nativos y secundarios** — que pueden ser sostenibles mediante el desarrollo de oferta muy bien planeada y administrada de ecoturismo; el pago por servicios ecosistémicos; y a través de bonos de carbono de alto valor agregado, transables en mercados internacionales. Existen estrategias de conservación desde el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)<sup>3</sup> pero no están adecuadamente financiadas y la oferta de instrumentos económicos e incentivos financieros para su consolidación (incluyendo iniciativas privadas o del tipo Sistemas Locales de Áreas Protegidas - SILAP<sup>4</sup>), es limitada.

De otra parte, solo un 13,8% de los suelos de Santander son considerados aptos para el desarrollo agrícola. Existen más de 700.000 hectáreas afectadas por sobrexplotación<sup>5</sup>, que, sumada al impacto del cambio climático sobre las capacidades productivas<sup>6,7</sup>, hacen necesario desarrollar nuevas formas de abordar los sistemas productivos en la región. Los esquemas de agricultura regenerativa, que abarcan alternativas como sistemas agroforestales, silvopastoriles,

<sup>1</sup> Ogden, L., Heynen, N., Oslender, U., West, P., Kassam, K.-A., & Robbins, P. (2013). Global assemblages, resilience, and Earth Stewardship in the Anthropocene. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(7), 341-347. <https://doi.org/10.1890/120327>

<sup>2</sup> Lasso, E., Matheus-Arbeláez, P., Gallery, R. E., Garzón-López, C., Cruz, M., Leon-García, I. V., ... & Curiel Yuste, J. (2021). Homeostatic response to three years of experimental warming suggests high intrinsic natural resistance in the páramos to warming in the short term. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 55.

<sup>3</sup> Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP | Parques Nacionales Naturales de Colombia: <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/> Revisado: 28/12/2021

<sup>4</sup> Áreas Protegidas Locales - ASOCARS: <https://www.asocars.org/areas-protegidas-locales/> Revisado: 28/12/2021

<sup>5</sup> <https://igac.gov.co/es/noticias/que-tan-productivas-son-las-tierras-santandereanas>. Revisado: 29/12/2021

<sup>6</sup> Kurukulasuriya, P., & Rosenthal, S. (2003). Climate change and agriculture: a review of impacts and adaptations. Work. Pap. 78739, Washington DC: Environ. Dep., World Bank.

<sup>7</sup> Herrero, M., Wirsenius, S., Henderson, B., Rigolot, C., Thornton, P., Petr Havl'ík de Boer, I., & Gerber, J. P. (2015). Livestock and the environment: what have we learned in the past decade?. *Annual Review of Environment and Resources*, 40, 177-202. [doi.org/10.1146/annurev-environ-031113-093503](https://doi.org/10.1146/annurev-environ-031113-093503)



o de permacultura, hacen parte de las Soluciones Naturales del Clima<sup>8,9</sup> y surgen como **alternativa para mitigar el cambio climático, rehabilitar suelos, regular el ciclo del agua, almacenar carbono, conservar la biodiversidad, prevenir la desertificación y mantener la resiliencia socioecológica, con un enfoque de producción agroalimentaria**<sup>10, 11</sup>.

**Actores de ciencia y tecnología de Santander han definido paquetes tecnológicos de agroforestería** —i.e., para el cultivo de cacao fino de sabor y aroma bajo sistemas agroforestales con especies nativas amenazadas, desarrollado por AGROSAVIA en asocio con FEDECACAO— **y de esquemas silvopastoriles** —como los desarrollados por la U. Santo Tomás, UNIPAZ o la U. Cooperativa de Colombia—, que **son la base para un segundo frente del programa, orientado a la economía regenerativa**. El potencial va más allá, ya que por ejemplo, bajo esquemas silvopastoriles se

pueden promover cultivos que pueden servir de materia prima para fabricar biocombustibles avanzados, como el combustible sostenible para aviación (SAF, por sus siglas en inglés); (SAF, por sus siglas en inglés); y bajo sistemas de producción agroforestales, se produce ya materia prima para la transformación en productos semielaborados y elaborados de cacao y café, industrias de transformación que pueden escalarse en toda la región Santandereana.

No obstante, la aplicación masiva de este tipo de sistemas requiere diseñar políticas regionales, así como promover entre las comunidades y el empresariado la educación y la divulgación. Adoptar este tipo de estrategias en la región involucra, además, integrar cultura, valores e identidad que operan a escala individual, familiar y comunitaria<sup>12</sup>.

---

<sup>8</sup> TNC. 2021. Portafolio definitivo de viabilidad técnica, económica, financiera y ambiental de las soluciones naturales del clima y alternativas de compensación de carbono forestal, que incluya los mecanismos y arreglos para implementarlas en áreas disponibles de propiedad de Ecopetrol, en proyectos forestales adelantados en las regiones (ecoreservas), en las áreas de inversión del 1% y compensación disponibles y potenciales, y en los proyectos de conservación, protección, restauración y reforestación de interés nacional. Acuerdo de cooperación – AC No.1 (3027367) derivado del Convenio Marco – CM No. 3021182 – Componente 2 – Producto 2.2.1

<sup>9</sup> Griscom, B. W., Busch, J., Cook-Patton, S. C., Ellis, P. W., Funk, J., Leavitt, S. M., ... & Worthington, T. (2020). National mitigation potential from natural climate solutions in the tropics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 375(1794), 20190126.

<sup>10</sup> Rodale, R. (1987). Why regenerative agriculture has a bright future. *Agricultural Libraries Information Notes*. Volume 13, number 8, August 1987. USDA, USA.

<sup>11</sup> Rhodes, C. J. (2017). The imperative for regenerative agriculture. *Sci. Prog.* 100, 80–129. doi: 10.3184/003685017X14876775256165

<sup>12</sup> Gosnell, H., Gill, N., & Voyer, M. (2019). Transformational adaptation on the farm: processes of change and persistence in transitions to 'climate-smart' regenerative agriculture. *Global Environmental Change*, 59, 101965.



prosantander