



Unidad de Planeación
Minero Energética



20
25

Plan Indicativo de **Bioenergía del Pacífico**

Una Apuesta de Transformación
Productiva, Internacionalización y Acción
Climática para el territorio y para el país.

Anexo 3

Caracterización Ambiental



En el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 (DNP, 2023), los determinantes ambientales se reconocen como normas de jerarquía superior que orientan la planificación del uso del suelo y la gestión integral del territorio, prevaleciendo sobre las decisiones sectoriales y de inversión. Su aplicación abarca lineamientos estratégicos para la conservación de áreas protegidas, la gestión integral del recurso hídrico, la protección del suelo rural y la adaptación al cambio climático, lo que configura un marco regulatorio y programático para la sostenibilidad territorial.

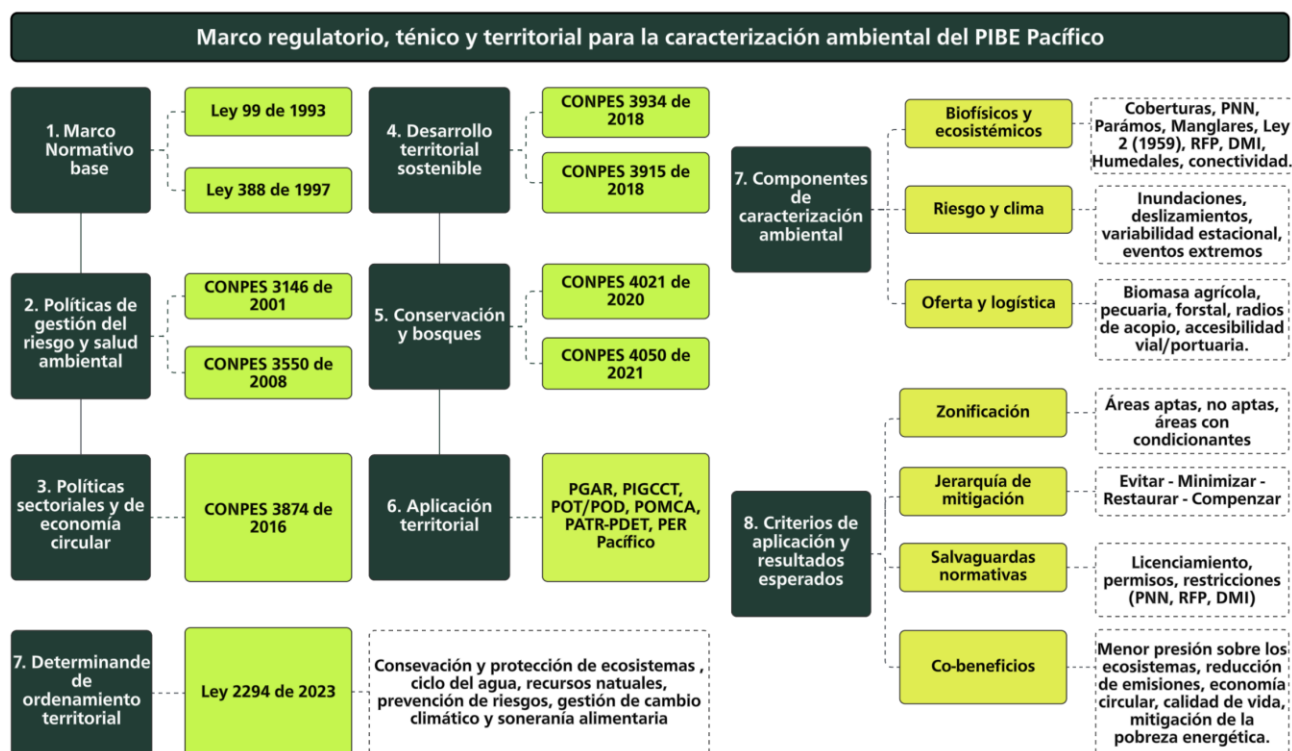
El andamiaje normativo y programático (Figura 1) se fundamenta en la Ley 99 de 1993 (Congreso de la República, 1993), que organizó el Sistema Nacional Ambiental (SINA) con base en principios de integralidad, descentralización y precaución, y en la Ley 388 de 1997 (Congreso de la República de Colombia, 1997), que consolidó el ordenamiento territorial como función pública e incorporó la función social y ecológica de la propiedad. A su vez, diversos documentos CONPES han fortalecido la gestión ambiental sectorial y territorial: el CONPES 3146 de 2001 (Departamento Nacional de Planeación, 2001), sobre prevención de desastres; el CONPES 3550 de 2008 (Departamento Nacional de Planeación, 2008), que formuló la Política Integral de Salud Ambiental; el CONPES 3874 de 2016 (Departamento Nacional de Planeación, 2016), sobre gestión integral de residuos sólidos con enfoque de economía circular; el CONPES 3915 de 2018 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018), que definió lineamientos para el desarrollo sostenible del Macizo Colombiano; el CONPES 3934 de 2018 (Departamento Nacional de Planeación, 2018), que estableció la Política de Crecimiento Verde en articulación con la Agenda 2030 y el Acuerdo de París; el CONPES 4021 de 2020 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2020), que adoptó la Política Nacional de Control de la Deforestación y la Gestión Sostenible de Bosques con meta de deforestación neta cero al 2030; y el CONPES 4050 de 2021 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2021), orientado a la consolidación del SINAP y la protección de más de 31 millones de hectáreas. En conjunto, estos instrumentos configuran un marco de gobernanza ambiental y territorial que busca la coherencia entre la expansión de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), la preservación de la base natural y la reducción de la vulnerabilidad climática, garantizando que el desarrollo bioenergético se alinee con los objetivos nacionales de sostenibilidad y resiliencia.

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, los determinantes ambientales son los “términos y condiciones establecidos por las autoridades ambientales para garantizar la sostenibilidad ambiental de los procesos de ordenamiento territorial”. Estas deben ser incorporadas en la formulación y ajuste de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) y Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT), y se agrupan en cuatro categorías principales: i) determinantes del medio natural, ii) determinantes del medio transformado, iii) determinantes relacionadas con la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático, y iv) determinantes asociadas a las densidades de ocupación del suelo rural.

Así, el PIBE Pacífico concibe la caracterización ambiental como un insumo técnico fundamental para definir dónde, cómo y bajo qué condiciones pueden desarrollarse los proyectos de bioenergía en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca. Este proceso permite identificar los componentes biofísicos y territoriales relevantes —como áreas protegidas, ecosistemas estratégicos (Parques Nacionales y Regionales, páramos, manglares), reservas forestales establecidas por la Ley 2ª

de 1959 (Congreso de la República, 1959), y variables de riesgo y amenaza (inundaciones, deslizamientos e incendios)—, con el fin de establecer una línea base ambiental que oriente la planificación y reduzca la incertidumbre en la toma de decisiones.

Figura 1. Marco regulatorio, técnico y territorial para la planificación ambiental del PIBE Pacífico



Fuente: Elaboración UPME basada en (Congreso de la República, 1959; Congreso de la República, 1993; Congreso de la República de Colombia, 1997; Departamento Nacional de Planeación, 2001, 2008, 2016, 2018; DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018, 2020, 2021)

A partir de esta base, se facilita el análisis de los cambios derivados de la intervención y la focalización en soluciones tecnológicas sostenibles, tales como biogás y biometano, cogeneración a partir de bagazo y residuos agrícolas, calor renovable y biocombustibles avanzados. De igual forma, la caracterización ambiental se articula con el componente de cambio climático, orientado al análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de los sistemas productivos y bioenergéticos, fortaleciendo así la planificación integral del desarrollo territorial bajo criterios de sostenibilidad, resiliencia climática y eficiencia en el uso de los recursos naturales.

Con base en ello, el PIBE Pacífico delimita zonas aptas, aptas con condicionantes y no aptas para la localización de proyectos, de acuerdo con las determinantes ambientales del medio natural y de riesgo. Este proceso se enmarca en el cumplimiento normativo y orienta las decisiones sobre áreas con restricciones o condicionantes (como la sustracción de zonas bajo la Ley 2ª de 1959, cuando proceda), considerando que categorías como Parques Nacionales, Parques Regionales y Reservas Forestales Protectoras imponen restricciones estrictas, mientras que las DMI permiten usos sostenibles condicionados.

La caracterización ambiental integrada a la planificación sectorial y territorial reduce la incertidumbre en la toma de decisiones y potencia los cobeneficios de la transición energética regional. Entre ellos destacan la disminución de la presión sobre los ecosistemas forestales, la reducción de emisiones, el aprovechamiento circular de residuos y la mejora de la calidad de vida de comunidades con pobreza energética mediante soluciones limpias, sostenibles y culturalmente pertinentes. Asimismo, la articulación de esta perspectiva con las dimensiones étnicas, demográficas y territoriales del Pacífico colombiano orienta el desarrollo bioenergético hacia la conservación de ecosistemas estratégicos, la mitigación de riesgos y el fortalecimiento de la resiliencia climática, garantizando un equilibrio entre la sostenibilidad ambiental y el desarrollo energético regional.

Determinantes ambientales del medio natural

En el PIBE Pacífico, las determinantes ambientales se entienden como los términos y condiciones fijados por la autoridad ambiental para garantizar la sostenibilidad del ordenamiento, con jerarquías de restricción diferenciadas: los Parque Nacionales Naturales, los Parques Regionales Naturales y las Reservas Forestales Protectoras imponen regímenes más estrictos de conservación; los Distritos de Manejo Integrado admiten usos sostenibles condicionados; y las Reservas de Ley 2da de 1959, aunque no son áreas protegidas, establecen restricciones de acuerdo al tipo (A, B, C, Áreas con Previa Decisión de Ordenamiento -APDO) que, en casos específicos, pueden gestionarse mediante sustracción ante el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible cuando la norma lo permite. A diferencia de las determinantes, las condicionantes ambientales no prohíben el proyecto, pero exigen requisitos adicionales debido a características del medio (pendientes, suelos erosionables, acuíferos, proximidad a centros poblados y páramos, entre otras). La caracterización ambiental permite identificar las potencialidades y limitaciones de cada territorio en relación a la singularidad de las condiciones ambientales para cada departamento facilitando la toma de decisiones informadas para el desarrollo de proyectos del sector energético; también permite la identificación de las determinantes de ordenamiento territorial de nivel 1 que son las determinantes relacionadas con la conservación, la protección del ambiente y los ecosistemas, el ciclo del agua los recursos naturales, la prevención de amenazas y riesgos de desastres, la gestión del cambio climático y la soberanía alimentaria, conforme a lo dispuesto en el artículo 32 de la Ley 2294 de 2023 que modifica el artículo 10 de la Ley 388 de 1997. Al conocer las características ambientales de cada región, es posible reconocer y comprender los riesgos naturales asociados, como inundaciones, sequías, deslizamientos de tierra, entre otros. Esto permite considerar las zonas de vulnerabilidad al riesgo y suministrar la información necesaria para la planeación del sector. La información utilizada procede de fuentes oficiales como el RUNAP, SIAC e IDEAM, con el propósito de identificar los posibles condicionantes y determinantes de ordenamiento territorial de nivel 1 (ambientales) que se localizan en los departamentos. En la (Tabla 1) se listan las determinantes del medio natural.

Tabla 1. Determinantes ambientales del medio natural.

Categoría	Componentes específicos
SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS - SINAP	Sistema de Parques Nacionales Naturales - PNN, PNR
	Reservas Forestales Protectoras - RFPN, RFPR

Categoría	Componentes específicos
	Parques Naturales Regionales - PNR
	Distritos de Manejo Integrado - DMI
	Distritos de Conservación de Suelos - DCS
	Áreas de Recreación - AR
	Reservas Naturales de la Sociedad Civil - RNSC
	Santuario de Flora y Fauna - SFF
ÁREAS DE ESPECIAL IMPORTANCIA ECOSISTÉMICA Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS	Páramos
	Nacimientos de agua
	Zonas de recarga de acuíferos
	Rondas hídricas
	Humedales (incluidos los humedales RAMSAR)
	Pantanos
	Lagos
	Lagunas
	Ciénagas
	Manglares
	Ecosistemas y Bosques Secos
	Bosques naturales
	Áreas forestales protectoras
RESERVAS FORESTALES DE LEY 2DA DE 1959	7 reservas forestales establecidas por la Ley 2da de 1959

Fuente: Elaboración UPME basada en (CVC, 1959; Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2021; Parques Nacionales Naturales de Colombia., 2025; RUNAP, 2024)

Análisis de las determinantes ambientales del medio natural

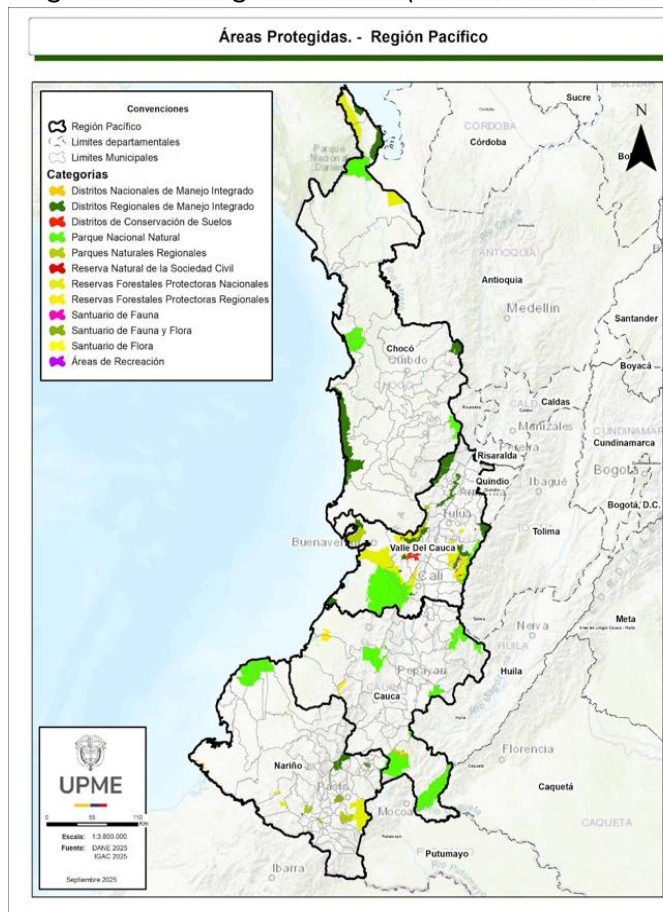
- **Áreas Protegidas.**

En el Pacífico colombiano, la cobertura bajo figuras de conservación constituye un condicionante clave para el PIBE. La proporción del territorio departamental bajo la categoría de área protegida es la siguiente: Valle del Cauca con un 29,6%, Cauca con 9,0%, Chocó con 8,3% y Nariño con 7,0%. En Valle del Cauca, la mayor contribución proviene del Parque Nacional Natural – PNN con 10,9% y de las Reservas Forestales Protectoras Nacionales – RFPN con 7,9%, seguidas de Distritos Regionales de Manejo Integrado – DRMI con 6,3%. En Chocó, dominan los DRMI con 3,5% y los Parques Nacionales Naturales – PNN con 2,9%, con presencia adicional de RFPN en un 1,7%. En Nariño, la mayor área está en PNN con un 2,9% y RFPN con 1,8%, complementados por Parques Naturales Regionales – PNR en un 0,8% y Distritos de Manejo con 1,1% (acumulados entre nacional y regional). En Cauca, la figura de Parque Nacional Natural – PNN representa el 7,9% y las RFPN el 0,6%, seguida de los Parques Naturales Regionales – PNR con 0,3%.

Estas figuras definen zonas de exclusión y corredores ecológicos en los que el desarrollo bioenergético (cultivos, plantas, logística) debe evitar superposiciones y prever distancias de resguardo. Las líneas de acción deberán priorizar suelos transformados y áreas con menor sensibilidad, incorporar compatibilidades de uso de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y lineamientos del Sistema

Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y planear la gestión de permisos cuando haya proximidad a áreas protegidas.

Figura 2. Áreas protegidas en la Región Pacífico (Cauca, Chocó, Nariño, Valle del Cauca).



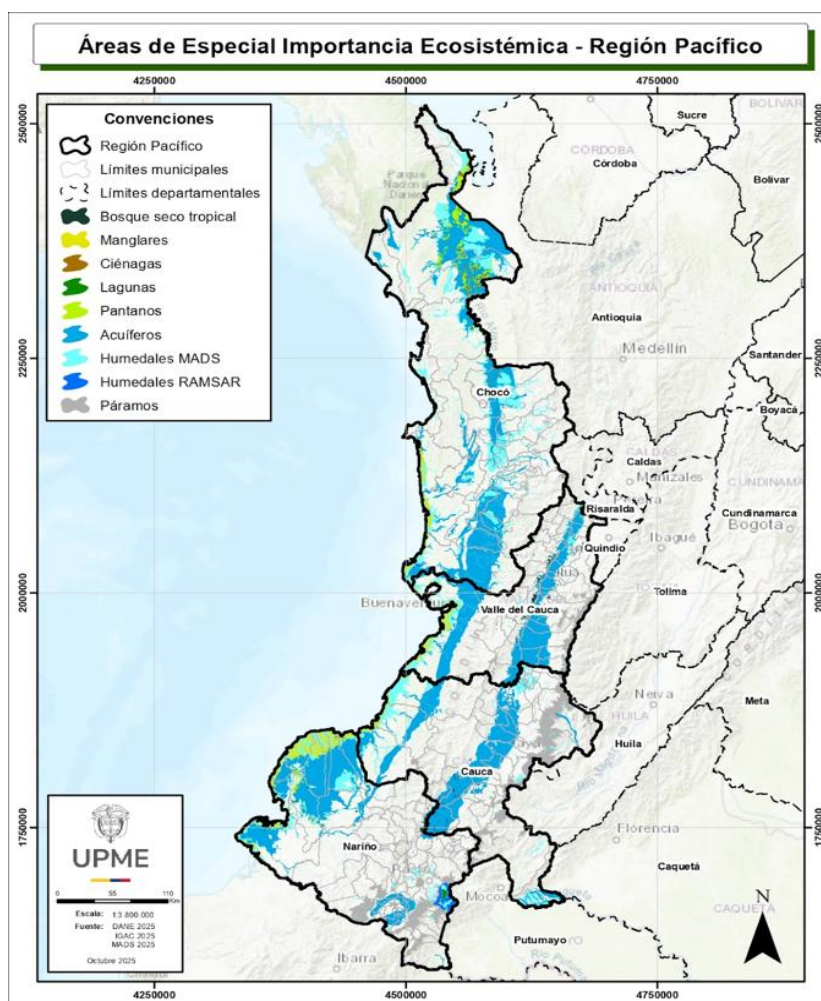
Fuente: UPME - MADS, 2025 (CVC, 1959; Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2021; Parques Nacionales Naturales de Colombia., 2025; RUNAP, 2024).

- **Áreas de especial importancia ecosistémica y ecosistemas estratégicos**

Las áreas de especial importancia ecosistémica y los ecosistemas desempeñan funciones de regulación hídrica, almacenamiento de carbono y de biodiversidad, por lo que operan como determinantes ambientales. En Chocó destacan bosques naturales ($\approx 3,94$ millones de ha) y humedales ($\approx 1,33$ millones de ha), con presencia de manglares y sitios Ramsar; esta magnitud sugiere altas restricciones para la ocupación intensiva y una priorización de bioenergía basada en residuos (forestales o agroindustriales) y esquemas comunitarios de bioinsumos frente a nuevos cambios de uso del suelo. En Nariño predominan humedales (≈ 708 mil ha) y bosques naturales (≈ 414 mil ha), con manglares (≈ 104 mil ha) y acuíferos; ello condiciona la localización hacia laderas transformadas, valles interandinos y zonas periurbanas, con menor presión sobre humedales y manglares. Para Valle del Cauca y Cauca, los bloques de páramos y humedales son determinantes críticos (3,8% y 11,8%, respectivamente) y (8,8% y 9,2%, respectivamente).

Para el desarrollo de proyectos de bioenergía, esta categoría denota áreas de exclusión en páramos, manglares y humedales; en acuíferos, adoptar franjas de protección y criterios de recarga; en bosque natural, aplicar la no conversión y, cuando corresponda, silvicultura de bajo impacto y/o aprovechamiento de residuos. La priorización territorial debe favorecer los suelos ya intervenidos, los entornos periurbanos, las zonas agropecuarias y los corredores logísticos existentes para reducir los impactos.

Figura 3. Ecosistemas Estratégicos en la Región Pacífico (Cauca, Chocó, Nariño, Valle del Cauca).



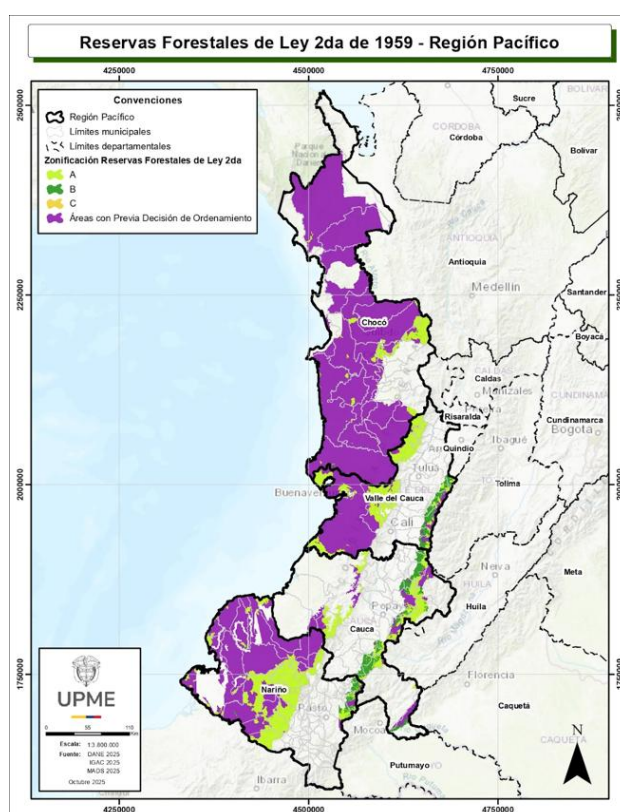
Fuente: UPME - MADS, 2025.

- **Reservas forestales de ley 2da de 1959**

Las Reservas Forestales (Ley 2ª/1959) imponen restricciones de uso y, en caso de requerir nuevos desarrollos, el trámite de sustracción. La participación de Reserva en el área departamental es de Valle del Cauca ≈54,1% (≈1,12 millones de ha) con Áreas con Previa Decisión de Ordenamiento ≈30,6%, Cauca ≈19,1% (≈596 mil ha; Tipo A ≈7,7% y Tipo B ≈4,5%, además del rubro de “Áreas con Previa Decisión” ≈6,8%), Chocó ≈73,3% (con Previa Decisión ≈69,9%) y Nariño ≈62,1% (Previa Decisión ≈41,3%).

En Chocó y Nariño, la amplitud de la Reserva estrecha el margen para la localización de proyectos y sugiere enfocarse en modelos dispersos (bioenergía comunitaria, digestión anaerobia en fincas, biogás en rellenos o PTAR) y en el aprovechamiento de residuos en sitio. En Valle del Cauca, pese a la alta participación de Reserva, existe una actividad agroindustrial consolidada: el desarrollo deberá apoyarse en encadenamientos con residuos (bagazo, vinazas, poda, estiércoles) y en la gestión de sustracciones solo cuando sea estrictamente necesario y ambientalmente viable. En Cauca, la mezcla de Tipo A y B y de áreas con decisión previa exige planeación anticipada (cartografía de detalle, verificación predial) y coordinación con MinAmbiente/CAR para compatibilidades y, de requerirse, sustracciones con compensaciones.

Figura 4. Reservas Forestales de Ley 2da en la Región Pacífico (Cauca, Chocó, Nariño, Valle del Cauca).



Fuente: UPME - MADS, 2025

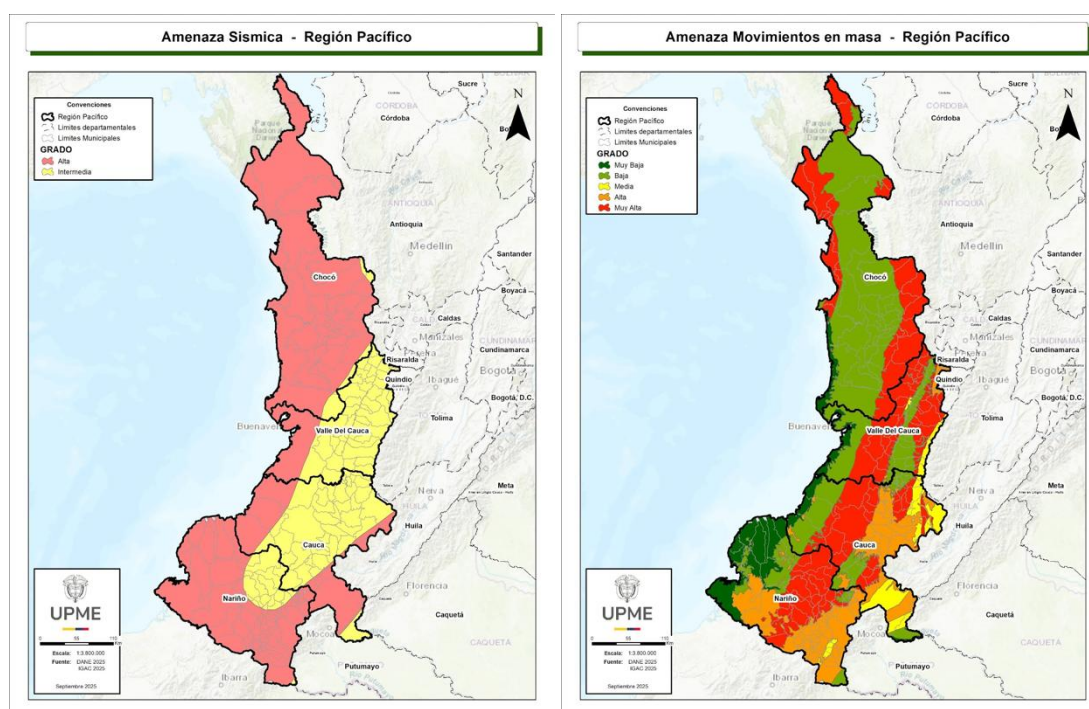
Determinantes ambientales de Riesgo y Amenaza

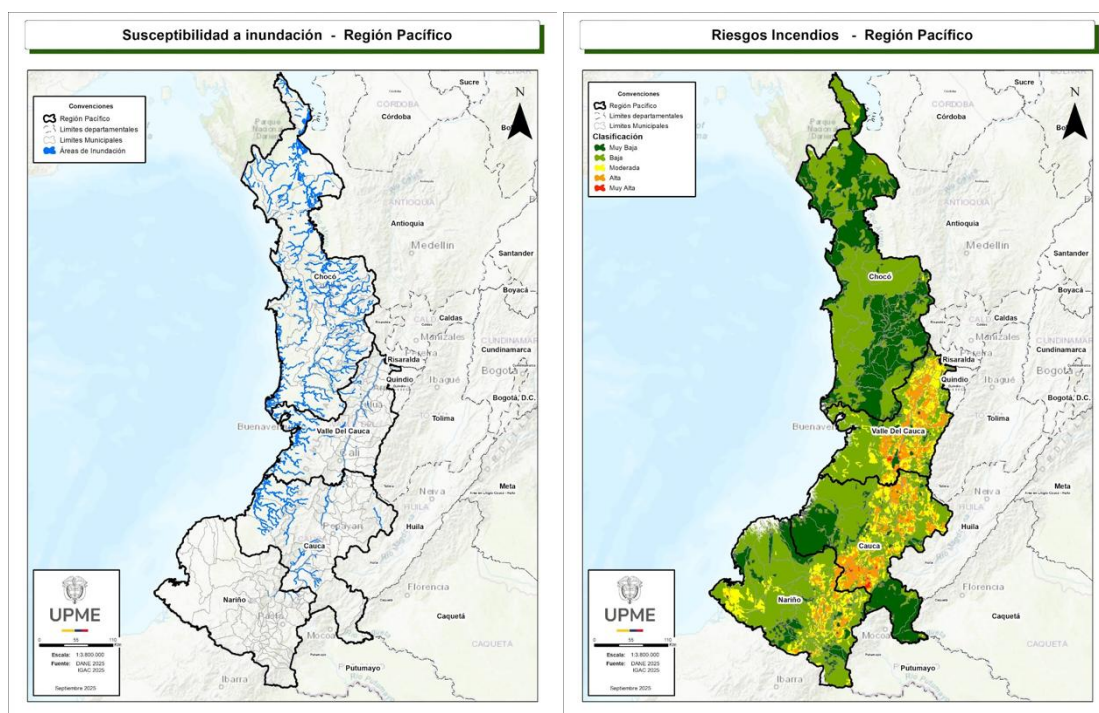
Las amenazas naturales condicionan la viabilidad técnica y la resiliencia de la infraestructura bioenergética. En Cauca, la sismicidad se distribuye entre intermedia ($\approx 1,97$ millones de ha) y alta ($\approx 1,12$ millones de ha); los movimientos en masa concentran media/alta ($\approx 1,02$ y $\approx 1,81$ millones de ha), con presencia de muy alta (≈ 260 mil ha) y de susceptibilidad a inundación (≈ 235 mil ha). En Nariño, la sismicidad alta alcanza $\approx 1,12$ millones de ha y la intermedia $\approx 1,33$ millones de ha; se suman zonas con inundación (≈ 562 mil ha) y susceptibilidad a incendios de gradaciones altas (≈ 152 mil ha) y muy altas (≈ 1000 ha). En Valle del Cauca, la sismicidad intermedia ($\approx 1,56$ millones de ha) supera a la alta ($\approx 0,50$

millones de ha); en movimientos en masa prevalecen media/alta ($\approx 0,91$ y $\approx 1,00$ millones de ha) y existen franjas con inundación (≈ 190 mil ha) e incendios desde muy baja hasta muy alta (≈ 8171 ha), con énfasis en baja/moderada ($\approx 1,51$ millones de ha). Para Chocó, los movimientos en masa se concentran en media/alta ($\approx 3,46$ y $\approx 0,83$ millones de ha), las áreas susceptibles de inundación ($\approx 1,24$ millones de ha), y existen franjas con susceptibilidad de incendio desde muy baja ($\approx 2,04$ millones de ha) hasta muy alta (≈ 4932 ha).

El criterio de localización debe orientarse a evitar o minimizar la ocupación de zonas clasificadas con amenaza alta o muy alta por fenómenos de movimientos en masa e inundaciones. En áreas con sismicidad elevada, se deben implementar diseños sismo-resistentes y medidas de redundancia operativa que garanticen la continuidad del servicio. La infraestructura energética y logística, incluidas plantas, centros de acopio, vías de acceso y líneas de interconexión térmica o eléctrica, deberá ubicarse preferiblemente sobre mesoladeras estables, terrazas aluviales o suelos con baja susceptibilidad a la inundación, sustentando su selección en un análisis detallado de micrositio. Además, se deberán incorporar planes de gestión del riesgo que contemplen obras de drenaje y estabilización de taludes, el establecimiento de franjas de protección y, cuando sea aplicable, la implementación de instrumentos financieros de mitigación, como seguros paramétricos u otros mecanismos de transferencia del riesgo.

Figura 5. Riesgo y amenaza en la Región Pacífico (Cauca, Chocó, Nariño, Valle del Cauca).





Fuente: UPME - IGAC, 2025.

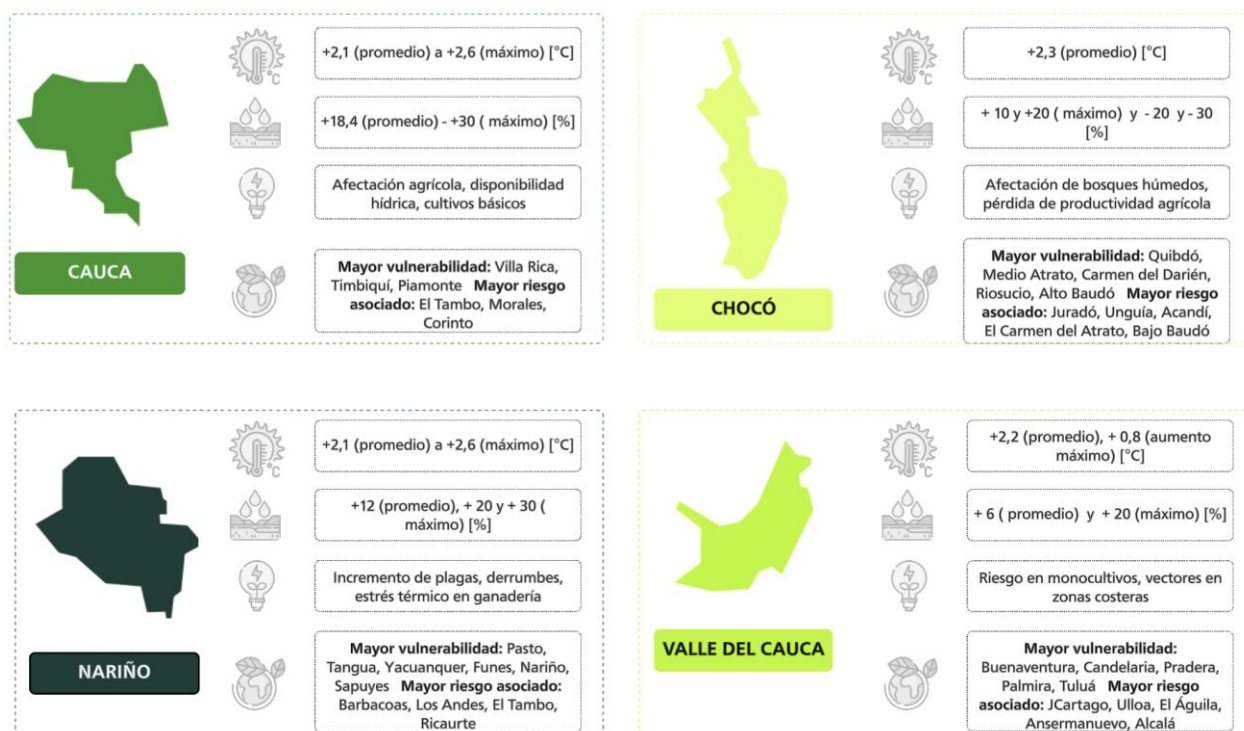
Determinantes ambientales de cambio climático

El carácter y la magnitud de los impactos asociados al cambio y la variabilidad climática en la región Pacífico reflejan las formas en que las comunidades se relacionan con su entorno y el grado de exposición frente a las amenazas climáticas. La interacción entre estos factores —relación con el territorio, exposición y amenaza— configura la vulnerabilidad regional, expresada en la sensibilidad y la capacidad adaptativa de los sistemas productivos y ambientales.

- **Proyección de cambios por cambio climático**

Según los escenarios climáticos modelados por la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC), hacia finales del siglo los departamentos del Pacífico colombiano experimentarán incrementos significativos de temperatura y precipitación (Figura 6), lo que podría incidir de manera directa sobre la base agroecológica y energética, incrementando la presión sobre los ecosistemas y la sostenibilidad de las actividades productivas.

Figura 6. Proyecciones climáticas en la Región Pacífico (Cauca, Chocó, Nariño, Valle del Cauca).



Fuente: Elaboración propia basada en (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Ministerio Federal del Medio Ambiente, 2022b, 2022d, 2022a, 2022c).

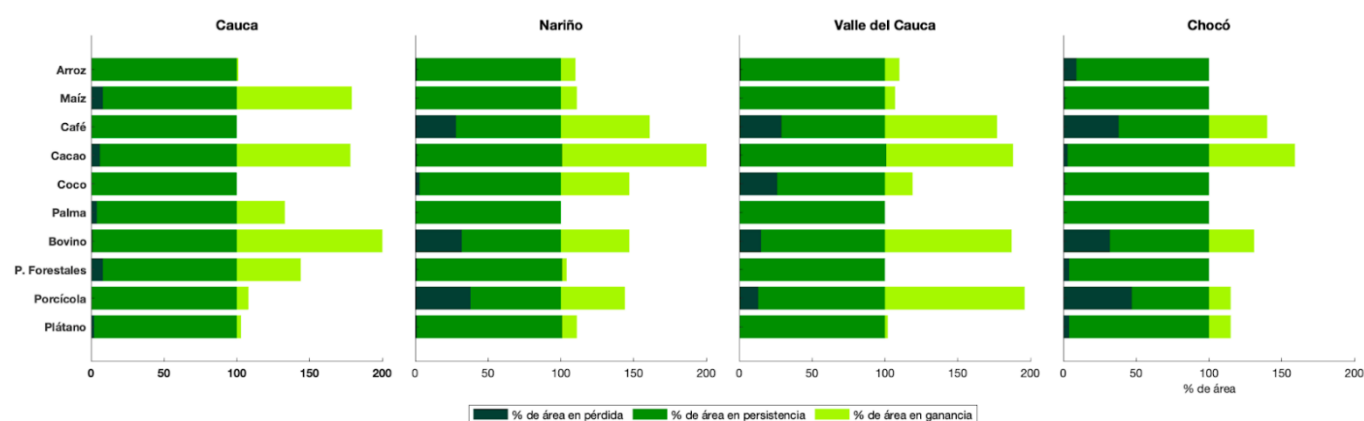
Los escenarios climáticos proyectados para la región Pacífico evidencian incrementos graduales de temperatura y variabilidad en los patrones de precipitación, lo que reconfigura la base agroenergética regional. Estas variaciones inciden en la productividad y disponibilidad de biomasa residual proveniente de cultivos estratégicos como caña, café, plátano, cacao y coco, modificando su distribución espacial y estacional. No obstante, este contexto constituye una oportunidad para optimizar la gestión de los recursos bioenergéticos mediante la incorporación de tecnologías adaptativas, la diversificación de las matrices de aprovechamiento y la modernización de los procesos productivos. En consecuencia, la bioenergía se consolida como un componente estratégico para la adaptación y la mitigación del cambio climático, al fortalecer la resiliencia territorial, promover la eficiencia energética y contribuir a la transición hacia sistemas productivos bajos en carbono, en coherencia con los lineamientos de la política energética y climática nacional.

● Impacto del cambio climático en las cadenas de valor

El impacto del cambio climático sobre las cadenas productivas se expresa en la variación proyectada de las áreas idóneas de cultivo frente a los cambios en los regímenes de temperatura y precipitación regionales, condicionando la disponibilidad, estabilidad y productividad del territorio. El análisis integrado de las cadenas de arroz, maíz, café, cacao, coco, palma, plátano, plantaciones forestales, bovina y porcícola evidencia una estructura productiva caracterizada por alta persistencia (80–100 %) y niveles de pérdida bajos a moderados (0–38 %), acompañados de ganancias diferenciales (8–96 %) que reflejan

la capacidad adaptativa de los sistemas agroproductivos frente a escenarios climáticos futuros (Figura 7). En los cultivos de arroz y café predomina una estabilidad agroclimática sostenida, con expansión marginal de áreas aptas y bajo nivel de riesgo; mientras que maíz y cacao registran pérdidas localizadas en zonas cálidas y húmedas, compensadas por la ampliación de superficies idóneas en pisos térmicos medios, lo que evidencia plasticidad ecológica y potencial de diversificación bioenergética. Las cadenas de palma y bovina presentan incrementos sustanciales de la aptitud (30–120 %), consolidándose como ejes estratégicos para ampliar la oferta de biomasa residual y coproductos energéticos, bajo esquemas sostenibles de intensificación y de manejo integral del suelo. Las plantaciones forestales muestran pérdidas parciales (8–38 %) y ganancias superiores al 40 %, lo que ratifica su rol estructurante en la captura de carbono, la restauración de suelos y la provisión de insumos bioenergéticos. Por su parte, las cadenas porcícola y de plátano mantienen una alta estabilidad (>95 %) ante las variaciones térmicas e hídricas proyectadas, mientras que el coco conserva potencial de expansión en las zonas costeras del Pacífico medio y sur. En conjunto, la región Pacífico presenta un escenario de amenaza climática moderada y alta resiliencia productiva, sustentado en la diversificación de sistemas agroenergéticos, la consolidación de cadenas estratégicas de valor y la integración de criterios de sostenibilidad y adaptación en la planificación territorial y energética.

Figura 7. Proyección de Áreas Idóneas y Amenaza Climática por cadena, Región Pacífico



Fuente: Elaboración propia a partir de (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Ministerio Federal del Medio Ambiente, 2022c, 2022d, 2022a, 2022b).

● Análisis de riesgo y vulnerabilidad por cambio climático

De acuerdo con la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017), el análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia constituye el marco metodológico de referencia para la evaluación en la región Pacífico. La categorización de vulnerabilidad y amenaza de los departamentos que la conforman se adapta a indicadores derivados de dicho análisis, incorporando la relación entre el sector bioenergético, el territorio y las actividades asociadas a la bioenergía en el contexto de la diversificación productiva. En este marco, los indicadores evaluados se categorizan según su relevancia para el sector bioenergético, estructurados en tres grupos (Tabla 2), indicadores de amenaza, indicadores de sensibilidad e indicadores de capacidad adaptativa. Esta clasificación se articula con dimensiones estratégicas fundamentales como la seguridad alimentaria,

la gestión integral del recurso hídrico, la conservación de la biodiversidad, y la infraestructura, permitiendo una interpretación sistémica de la vulnerabilidad y el riesgo climático en el territorio, en coherencia con los lineamientos de planificación sectorial y territorial.

Tabla 2. Indicadores de análisis del Riesgo por cambio climático para el sector bioenergético

Indicadores	Amenaza	Sensibilidad	Capacidad Adaptativa
SA [1]	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de Arroz	Porcentaje del PIB de otros cultivos a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al PIB total departamental	Grado de asistencia técnica prestada por UPA (AGR)
SA [2]	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de Plátano	Porcentaje del PIB cultivo del café a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al PIB total departamental	Acceso a maquinaria agrícola por UPA (AGR)
SA [3]	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de Caña Panelera	Porcentaje de área asegurada respecto al total de área sembrada	Acceso a maquinaria pecuaria por UPA (GAN)
SA [4]	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de Maíz	Porcentaje del PIB de la producción pecuaria a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al total del PIB departamental	Créditos otorgados por departamento / superficie agrícola total
SA [5]	Cambio proyectado en oferta/demanda de agua para uso agrícola		
RH [1]	Índice de disponibilidad hídrica	Índice de presión hídrica al ecosistema	Índice de eficiencia en el uso del agua
RH [3]		Índice de retención y regulación hídrica	
BD [1]	Cambio proyectado en % de área con vegetación natural	% del área del Municipio correspondiente a Bosque	
BD [2]	Cambio proyectado en la superficie con aptitud forestal	% de área por Municipio correspondiente a ecosistema natural	
BD [3]	Cambio proyectado en la cobertura del ecosistema de Manglar por CLC	Porcentaje del PIB de la silvicultura, extracción de madera y actividades conexas a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al PIB departamental	
IE [1]	Cambio proyectado en la disponibilidad del recurso hídrico para generación hidroeléctrica en el SIN	% de usuarios conectados al SIN respecto al total de usuarios por municipio	Demanda energética no atendida no programada/demanda total energética
IE [2]	Cambio proyectado en el consumo eléctrico por habitante por variación de temperatura	Consumo eléctrico municipal por habitante por PIB municipal	Potencial de Generación de Energía eólica
IE [3]			Potencial de Generación de Energía Solar

Fuente: Elaboración propia basada en (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017).

○ **Amenaza por cambio climático**

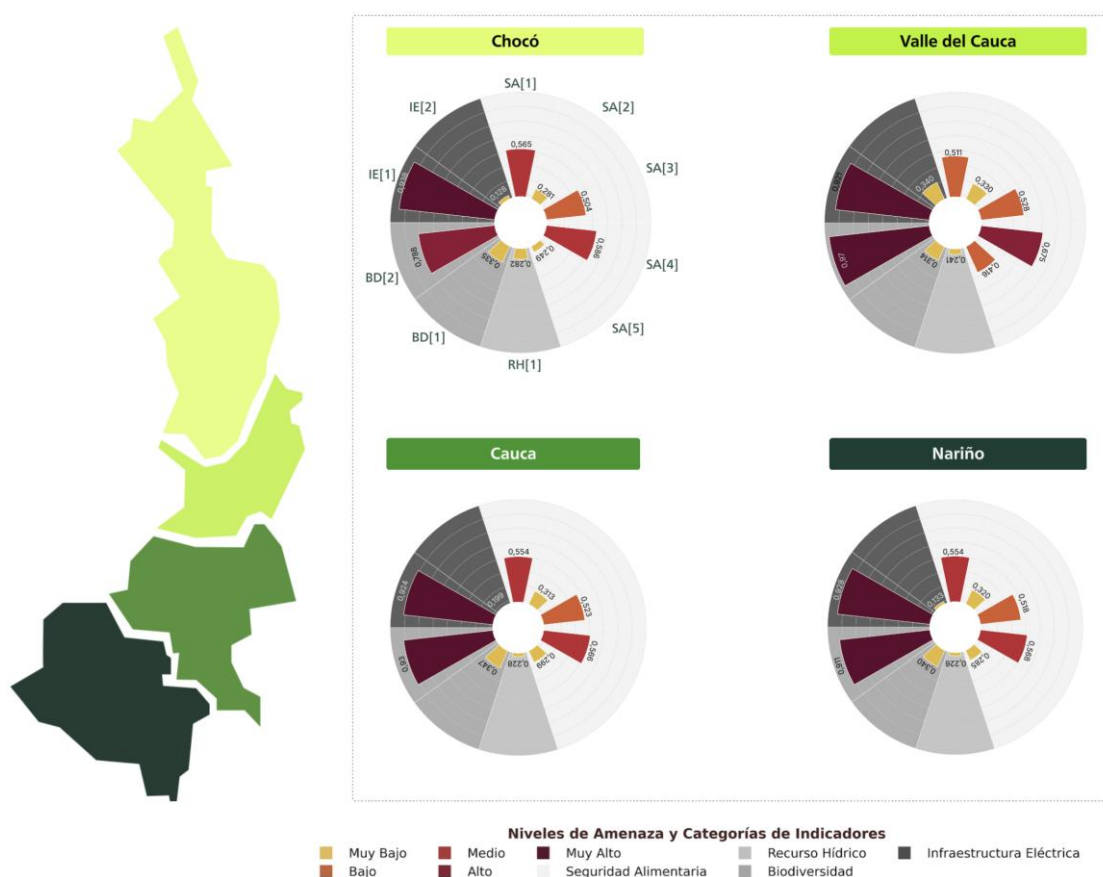
La región Pacífico colombiano presenta una amenaza climática general de media a alta, con comportamientos diferenciados según la dimensión y el territorio. En seguridad alimentaria, los departamentos de Valle del Cauca y Nariño registran niveles medios a muy altos de amenaza debido al desplazamiento de las zonas óptimas para cultivos estratégicos como arroz, maíz, caña de panela y café, asociado al incremento térmico y a la variabilidad en los patrones de precipitación. Los indicadores SA[1], SA[2], SA[3] y SA[4] presentan valores entre 0,33 y 0,67, lo que refleja una pérdida sostenida de aptitud agroclimática y una disminución del rendimiento en las áreas de piedemonte y ladera. En Cauca, los valores promedian entre 0,31 y 0,56, correspondientes a niveles medios y altos de amenaza, vinculados a la alta dependencia de la agricultura familiar, la limitada tecnificación y la exposición a eventos extremos. En Chocó, la amenaza se mantiene entre media y alta, con municipios como Bahía Solano, Juradó y Bajo Baudó que registran valores cercanos a 0,62, lo que evidencia vulnerabilidad ante inundaciones y cambios en los regímenes de humedad.

En la dimensión de recursos hídricos, el indicador RH[1] se sitúa entre 0,22 y 0,35, lo que corresponde a un nivel de amenaza muy bajo en toda la región Pacífico, lo que evidencia una alta disponibilidad natural de agua en la mayoría de los territorios. Sin embargo, aunque la amenaza cuantitativa es reducida, se identifican focos de vulnerabilidad funcional en áreas específicas del Chocó, donde la abundancia de recursos hídricos se combina con una marcada variabilidad estacional y con episodios de inundación que afectan los sistemas agrícolas y la estabilidad de los suelos.

En biodiversidad y servicios ecosistémicos, el indicador BD[2] muestra valores comprendidos entre 0,78 y 0,97, correspondientes a niveles muy altos de amenaza en toda la región. Este comportamiento refleja la pérdida de cobertura natural, la deforestación y la expansión agropecuaria, especialmente crítica en Chocó, donde la minería y el cambio de uso del suelo reducen la capacidad de regulación ecosistémica y la conectividad de los bosques húmedos tropicales. En el Valle del Cauca se destaca la disminución de la aptitud forestal en el corredor Calima–Dagua–Buenaventura, lo que limita la disponibilidad de suelos con potencial para la silvicultura energética y la restauración ecológica, mientras que en Cauca y Nariño se observan procesos de fragmentación de ecosistemas secundarios que incrementan la vulnerabilidad ecológica.

En la dimensión de infraestructura eléctrica, el IE[1] presenta valores altos, entre 0,78 y 0,98, lo que indica una mayor exposición de los sistemas energéticos a la reducción hídrica y al aumento térmico, especialmente en Buenaventura, Dagua, Tuluá, Trujillo y zonas costeras del Cauca y del Chocó. En contraste, el IE[2] muestra valores bajos en general, aunque con exposición elevada en Guapi, López de Micay, Timbiquí (0,946) y en Cali, Buga, Bugalagrande, Candelaria, Cartago, Ginebra, Palmira, Yumbo y Zarzal (0,979).

Figura 8. Promedios departamentales de la Región Pacífico de los indicadores analizados por dimensión de amenaza



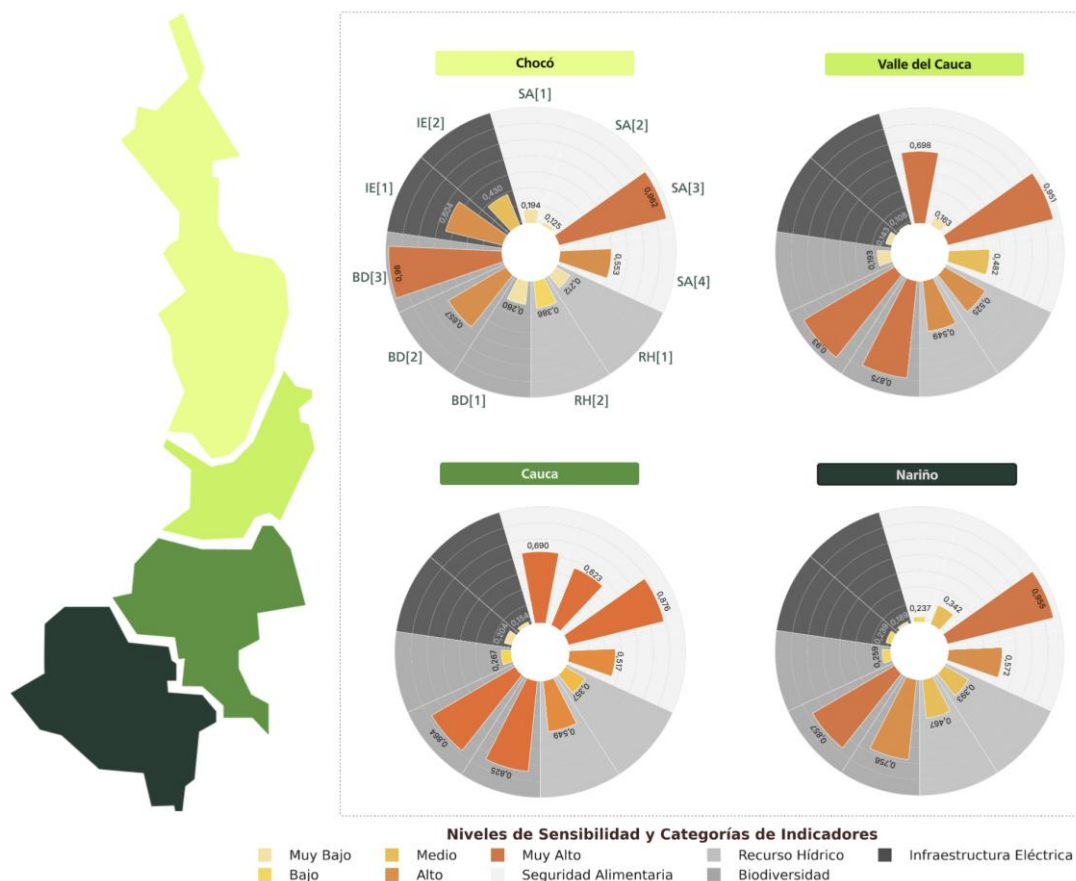
Fuente: Elaboración UPME basada en (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017).

○ Sensibilidad por cambio climático

El análisis integral de la región Pacífico colombiana evidencia una sensibilidad media-alta al cambio climático, determinada por la interacción sinérgica entre la dependencia agroproductiva, la fragilidad ecosistémica y la presión diferenciada sobre los recursos hídricos. Esta condición estructural constituye un factor crítico para el desarrollo bioenergético regional, requiriendo aproximaciones tecnológicas diferenciadas que reconozcan las particularidades territoriales. Los indicadores de biodiversidad y servicios ecosistémicos (BD [1]-BD [3]) revelan una alta presión antrópica, con valores máximos en Valle del Cauca (0,875-0,93) y en Chocó (0,657-0,98), lo que limita la expansión de cultivos energéticos convencionales debido a la pérdida de conectividad ecológica. Simultáneamente, la dimensión hídrica presenta contrastes significativos entre la sobreabundancia en Chocó (0,212-0,386) y la presión agrícola-industrial en Valle del Cauca (0,525-0,549), lo que genera competencia potencial por el recurso hídrico entre proyectos bioenergéticos de base agrícola. La seguridad alimentaria emerge como una dimensión crítica, con valores elevados en Cauca (0,69-0,876) y Nariño (0,572-0,955), lo que indica una alta dependencia de cultivos tradicionales y establece un riesgo latente de conflicto en el uso del suelo.

entre la producción alimentaria y la energética. Frente a este escenario complejo, el potencial bioenergético regional se concentra en el aprovechamiento de residuos agroindustriales existentes y en el desarrollo de sistemas agroforestales energéticos en áreas degradadas, priorizando modelos de biorrefinería descentralizada que incorporen criterios de adaptación climática en su diseño.

Figura 9. Promedios departamentales de la Región Pacífico de los indicadores analizados por dimensión de sensibilidad



Fuente: Elaboración UPME basada en (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017).

○ Capacidad Adaptativa

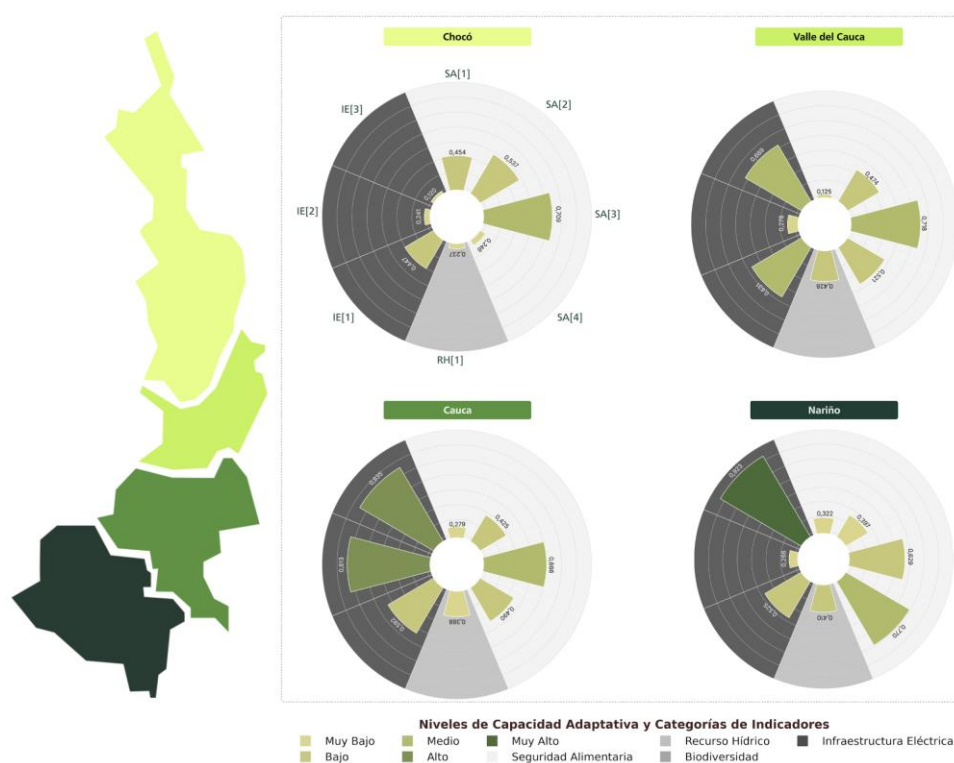
La región Pacífica presenta una capacidad adaptativa media a alta, con marcada heterogeneidad territorial. En seguridad alimentaria, los indicadores SA[1]–SA[4] evidencian un soporte institucional y productivo diferenciado por territorio. Cauca muestra valores bajos a medios (0,279–0,666), reflejando una base técnica limitada, pero con potencial de fortalecimiento en la producción familiar y de ladera, condicionada por el bajo acceso a asistencia técnica, maquinaria y crédito agrícola. En contraste, el Valle del Cauca presenta índices entre 0,125 y 0,718, combinando una mayor tecnificación y acceso al crédito con corredores agroindustriales consolidados en el centro y el norte del departamento. Nariño alcanza valores medios a altos (0,322–0,770), con buena cobertura de asistencia técnica y de maquinaria en zonas cafeteras, hortícolas y ganaderas, donde se consolidan modelos de producción familiar tecnificada

con respaldo crediticio y asociativo. Finalmente, Chocó evidencia potencial de mejora, con promedios entre 0,246 y 0,709, que reflejan la heterogeneidad municipal y las oportunidades para fortalecer la extensión rural.

En el recurso hídrico, el indicador RH[1] se ubica en rangos de capacidad adaptativa baja, pese a la disponibilidad y eficiencia relativa observadas. Persisten focos de vulnerabilidad funcional, como la variabilidad estacional y las inundaciones en cuencas bajas del Chocó, así como la competencia intersectorial en subcuencas del Valle y del Cauca. En Nariño destacan las microcuencas agrícolas que requieren la protección de nacimientos y la mejora de la eficiencia del riego.

En infraestructura eléctrica, los indicadores IE[1], IE[2] e IE[3] muestran una capacidad adaptativa de media a muy alta, con claros gradientes energéticos territoriales. Este comportamiento refleja la disponibilidad de potenciales renovables eólicas y solares, junto con niveles moderados de vulnerabilidad en la cobertura y la confiabilidad del suministro eléctrico, lo que configura oportunidades para diversificar la matriz energética y fortalecer la resiliencia del sistema frente a la variabilidad climática.

Figura 10. Promedios departamentales de la Región Pacífico de los indicadores analizados por dimensión de capacidad adaptativa



Fuente: Elaboración UPME basada en (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017).

Finalmente, la región Pacífico enfrenta un riesgo climático medio-alto porque las variaciones de amenaza (variaciones térmicas e hídricas que desplazan aptitudes agroclimáticas y presionan

ecosistemas) operan sobre una sensibilidad estructural alta —economías agropecuarias y ecosistemas fragmentados—, mientras que la capacidad adaptativa es heterogénea entre departamentos. En este contexto, el PIBE Pacífico se integra como el marco articulador que conecta (i) una oferta bioenergética cuantificada con (ii) la demanda de reducción de vulnerabilidad y (iii) las condiciones territoriales y normativas que rigen el uso del suelo y la planificación energética. Estos valores muestran heterogeneidad territorial y, a la vez, una brecha de adaptación operativa, pues más del 91% de las UPAs en la región no gestionan residuos y apenas ~0,05% los destinan a energía, lo que evidencia una capacidad instalada limitada para convertir biomasa en resiliencia energética. Como instrumento integrador, el PIBE vincula esa base de potenciales y tecnologías (biogás/biosyngas, calor y electricidad) con las señales de planeación vigentes (PEN, PROURE, ETPAGN, PIEC y PNSL), y con los criterios territoriales de exclusión y condicionalidad (áreas protegidas, resguardos, consejos comunitarios, ZRC), ordenando dónde y cómo es viable desplegar cadenas bioenergéticas sin agravar la exposición ni la sensibilidad del territorio. Así, el PIBE opera como puente entre riesgo y oportunidad, parte de una región priorizada por su vocación agropecuaria y su alto potencial aún subaprovechado, y la articula en la transición energética justa, que prevé el crecimiento de la bioenergía bajo marcos e incentivos definidos. En términos de la relación riesgo por cambio climático, el PIBE aporta el componente de capacidad (tecnológica, institucional y de planificación), reduce la sensibilidad al valorizar los residuos existentes y respeta la amenaza y la exposición mediante zonificación y condicionantes, integrando el potencial bioenergético regional con la planeación sectorial y territorial.

Bibliografía

- Congreso de la Republica. (1959). *Ley 2 1959*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-2-1959.pdf>
- Congreso de la República. (1993). *Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones*.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>
- Congreso de la República de Colombia. (1997). *Ley 388 de 1997*.
- CVC. (1959). *Zonas Forestales Protectoras y Bosques de Interés General (Ley 2a de 1959)*.
- Departamento Nacional de Planeación. (2001). *Conpes 3146: ESTRATEGIA PARA CONSOLIDAR LA EJECUCIÓN DEL PLAN NACIONAL PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES – PNPAD - EN EL CORTO Y MEDIANO PLAZO*.
- Departamento Nacional de Planeación. (2008). *Documento Conpes 3550*.
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). *CONPES 3874-Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2018). *Conpes 3915: LINEAMIENTOS DE POLÍTICA Y ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO REGIONAL SOSTENIBLE DEL MACIZO COLOMBIANO*.
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). *CONPES 3934-Política de Crecimiento Verde*.
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3934.pdf>
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2020). *Conpes 4021: POLÍTICA NACIONAL PARA EL CONTROL DE LA DEFORESTACIÓN Y LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES*.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2021). *Conpes 4050: CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL REPÚBLICA DE COLOMBIA*.
- DNP. (2023). *Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026*. <https://www.dnp.gov.co>
- IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería. (2017). *Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Ministerio Federal del Medio Ambiente, P. de la N. y S. N. de A. (BMU). (2022a). 10-CAUCA_30.03.2023. https://cambioclimatico.fao.org.co/wp-content/uploads/2023/06/10-CAUCA_30.03.2023.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Ministerio Federal del Medio Ambiente, P. de la N. y S. N. de A. (BMU). (2022b). *Chocó. Análisis Departamental de Vulnerabilidad y Riesgo frente al Cambio Climático para el sector agropecuario*.
https://cambioclimatico.fao.org.co/wp-content/uploads/2023/06/12-CHOCO_21.02.2023.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Ministerio Federal del Medio Ambiente, P. de la N. y S. N. de A. (BMU). (2022c). *Nariño. Análisis Departamental de Vulnerabilidad y Riesgo frente al Cambio Climático para el sector agropecuario*.
https://cambioclimatico.fao.org.co/wp-content/uploads/2022/10/NARINO_12.10.2022.pdf

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Ministerio Federal del Medio Ambiente, P. de la N. y S. N. de A. (BMU). (2022d). *Valle del Cauca. Análisis Departamental de Vulnerabilidad y Riesgo frente al Cambio Climático para el sector agropecuario*. https://cambioclimatico.fao.org.co/wp-content/uploads/2023/07/VALLE-DEL-CAUCA_XLG.pdf
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2021). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)*.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2025). *Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales: corresponsabilidad con autoridades indígenas*.
- RUNAP. (2024). *RUNAP. Registro Único Nacional de Áreas Protegidas*. Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales de Colombia.