

GOBERNACIÓN DEL TOLIMA

DIAGNÓSTICO PARA LA FORMULACIÓN DE LA POLÍTICA PÚBLICA DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.

IBAGUÉ 2025



TABLA DE CONTENIDO

Introducción	3
Antecedentes Normativos y Estratégicos	4
Contexto Territorial del Tolima	8
Diagnostico Energético del Departamento.....	9
Problema Central y Análisis Causal (árbol del problema).....	21
Resultados de Encuesta en Municipios sobre Energías Renovables.....	28
Mapa de Actores y Análisis Institucional.....	35
Análisis FODA del Sector.....	43
Línea de Tiempo de la Evolución de la Transición Energética en Tolima.....	52
Conclusiones y Recomendaciones Preliminares.....	56
Referencias.....	62
Análisis y Resultados de la Encuesta.....	65
Análisis del resultado de los Árboles del Problema.....	70
Conclusiones de Valor y Propuestas Estratégicas para la Política Pública de Energías Renovables en el Tolima.....	76

DIAGNÓSTICO PARA LA FORMULACIÓN DE LA POLÍTICA PÚBLICA DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

INTRODUCCIÓN

El Departamento del Tolima, ubicado en el centro de Colombia, afronta una encrucijada histórica en materia energética. Por un lado, el crecimiento de la población y la demanda de energía han profundizado la dependencia de combustibles fósiles, con sus consecuencias en la aceleración del cambio climático. Por otro lado, la región cuenta con un abundante potencial en fuentes renovables (solar, hídrica, eólica, biomasa) que hasta ahora ha sido sub utilizado. La creciente preocupación global por el calentamiento global y sus impactos negativos en el medio ambiente, la salud pública y la economía ha impulsado a gobiernos y sociedad civil a replantear los modelos de desarrollo, enfatizando la necesidad de transitar hacia matrices energéticas más sostenibles. En este contexto, el Tolima se perfila como un escenario ideal para implementar políticas públicas de energías renovables, alineadas con los compromisos internacionales (Acuerdo de París) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (especialmente el ODS 7 sobre energía asequible y no contaminante, y el ODS 13 sobre acción por el clima).

Bajo el liderazgo de la Gobernación departamental en cabeza de la gobernadora Adriana Magali Matiz desde 2024— se ha identificado la transición hacia energías limpias como un eje estratégico del plan de desarrollo del Tolima. Esta política pública en formulación busca garantizar el acceso universal a fuentes de energía renovable, diversificar la matriz energética regional y fomentar el desarrollo socioeconómico sostenible mediante la expansión de infraestructura energética alternativa. Para lograrlo, se propone incentivar la inversión público-privada en proyectos de energías limpias, promover la transferencia tecnológica y la capacitación técnica local, y asegurar la participación activa de las comunidades en la planeación y ejecución de la transición energética. En suma, la introducción de energías renovables en el Tolima no solo tiene un fin ambiental, sino que se concibe como una oportunidad de desarrollo económico y social: creación de empleos verdes, mejora en la cobertura de servicios básicos (electricidad rural) y reducción de

brechas de inequidad.

Este documento diagnóstico, elaborado con base en información del Departamento y fuentes oficiales y científicas, presenta un análisis integral para sustentar la formulación de la política pública de energías renovables en el Tolima. Se abordan los antecedentes normativos y estratégicos que enmarcan la iniciativa, el contexto territorial y diagnóstico energético actual, la identificación del problema central y sus causas mediante un árbol de problemas, resultados de una encuesta municipal sobre energías renovables, una encuesta de actores realizada con grupos focales semestradas por nichos el mapa de actores involucrados, un análisis FODA del sector, una línea de tiempo de la transición energética regional, y se concluye con conclusiones y recomendaciones preliminares. La metodología aplicada es de carácter documental y participativo, incorporando estadísticas de entidades como la UPME, el DANE y planeaciones nacionales (Plan Nacional de Desarrollo), así como referencias legales (Ley 1715 de 2014, Ley 2099 de 2021, Ley 2294 de 2023, entre otras) y compromisos internacionales (Acuerdo de París, Agenda 2030 — ODS).

Antecedentes normativos y estratégicos

En las últimas décadas, Colombia ha construido un marco normativo robusto para fomentar las energías renovables y la transición energética, sentando las bases sobre las cuales el Tolima desarrolla su política departamental. A continuación, se resumen los hitos normativos y estratégicos más relevantes:

- Políticas energéticas de los años 2000: Tras la crisis energética de los años 1970 y la diversificación inicial con gas natural, Colombia incursionó en biocombustibles con la Ley 693 de 2001 (introdujo mezcla obligatoria de etanol en gasolina) y la Ley 697 de 2001 (promoción del uso racional y eficiente de energía). Luego, la Ley 939 de 2004 incentivó la producción de biocombustibles (biodiésel y etanol). Estos pasos tempranos mostraron la intención de reducir dependencia de combustibles fósiles convencionales y empezar a incorporar alternativas.

- Ley 1715 de 2014: Marca un parteaguas al regular la integración de las

Edificio Gobernación del Tolima - Carrera 3 entre calle 10 y 11

Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) al Sistema Energético Nacional. Su objeto es *“promover el desarrollo y utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente renovables, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en zonas no interconectadas, en servicios públicos domiciliarios y alumbrado público, como medio para el desarrollo sostenible, la reducción de emisiones de GEI y la seguridad energética”*. La ley 1715 creó incentivos fiscales (exenciones de IVA, aranceles y deducciones tributarias) para proyectos FNCER, estableció el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE) para financiar dichos proyectos, y delineó roles institucionales la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) como planificador, la Comisión de Regulación de Energía y Gas de Colombia (CREG), regulando aspectos técnicos y comerciales, etc.. Esta ley también vinculó la agenda nacional con compromisos internacionales, mencionando en su exposición de motivos la aprobación del ingreso de Colombia a la Agencia Internacional de Energías Renovables — IRENA (Ley 1665 de 2013). En síntesis, la Ley 1715 creó el andamiaje legal para despegar las renovables en Colombia, declarando el desarrollo de energías limpias como asunto de utilidad pública e interés social.

- Desarrollos reglamentarios (2014-2018): La implementación inicial fue lenta, pero a partir de 2015 se expidieron decretos clave. El Decreto 1073 de 2015 consolidó normas del sector minas-energía e incorporó lineamientos de la Ley 1715; en 2017, el Decreto 348 permitió la entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala al SIN; el Decreto 1543 de 2017 reglamentó el FENOGE; luego, en 2018, el Decreto 057 creó el mecanismo de subastas a largo plazo para comprar energía de fuentes renovables no convencionales, y el Decreto 570 de 2018 ajustó aspectos para mejorar la competitividad de esas subastas. Además, el Decreto 2462 de 2018 eximió a los proyectos renovables menores de 10 MW del requisito de Diagnóstico Ambiental de Alternativas, agilizando su trámite ambiental. Estos desarrollos normativos empezaron a dar señales más claras y atraer inversionistas, aunque persistió cierta incertidumbre regulatoria en los primeros años posteriores a la Ley 1715.

• **Ley 2099 de 2021 (Ley de Transición Energética):** Representó una actualización importante del marco legal. Esta ley *“dicta disposiciones para la transición energética y la dinamización del mercado energético”*, modernizando la legislación vigente. Modificó numerosos artículos de la Ley 1715 de 2014 para fortalecer la promoción de FNCER, la generación distribuida, el almacenamiento energético y otros aspectos. Un enfoque destacado fue el impulso a la economía del hidrógeno: la Ley 2099 definió el hidrógeno verde y azul como energéticos a promover e incluyó incentivos para su desarrollo. También fomentó tecnologías de Captura, Uso y Almacenamiento de Carbono (CCUS) e integró fondos existentes para electrificación rural en un único Fondo de Soluciones Energéticas (FONENERGÍA). En resumen, la Ley 2099 consolidó la transición energética como política de Estado, ampliando los incentivos y objetivos de la Ley 1715 para abarcar nuevas tecnologías y metas de descarbonización.

• **Ley 2129 de 2021 (Ley de Acción Climática):** Cabe mencionar que Colombia hizo legalmente vinculante su compromiso climático con la Ley 2169 de 2021, que aprobó la "Ley de Acción Climática". Esta norma incorporó las metas de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) al ordenamiento jurídico colombiano, incluyendo la reducción del 51% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a 2030 y la carbono-neutralidad al 2050. Si bien esta ley es transversal (no solo del sector energía), su existencia refuerza la necesidad de políticas públicas como la de renovables en Tolima para cumplir dichos objetivos.

• **Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 (Ley 2294 de 2023):** El actual PND, denominado *“Colombia Potencia Mundial de la Vida”*, dedica uno de sus ejes transformadores a la “Transformación productiva, internacionalización y acción climática”, que enfatiza *“la diversificación de las actividades productivas aprovechando el capital natural y profundizando en el uso de energías limpias”*. El PND 2022-2026 introduce cambios normativos relevantes para la transición energética. Por ejemplo, adiciona la figura de las Comunidades Energéticas (artículo 235): formas asociativas locales que pueden generar, gestionar y vender energía, reguladas bajo el régimen de

servicios públicos. Ordena a la CREG expedir regulación especial para estas comunidades y a la UPME definir su escala y mecanismos de sostenibilidad. También amplía definiciones de FNCER — por ejemplo, clasifica las pequeñas centrales hidroeléctricas <50 MW como fuentes no convencionales, haciéndolas elegibles a beneficios de la Ley 1715 — e introduce definiciones para *hidrógeno blanco* (de origen natural). Asimismo, el PND refuerza la obligación de auditorías energéticas en edificios públicos cada 4 años, incluyendo metas de implementación de FNCER en el sector público a 2026. Para el Tolima, la aprobación del PND 2023 supone alinearse con estas nuevas directrices nacionales, aprovechando oportunidades como las Comunidades Energéticas rurales (pertinentes dada la vocación agraria del departamento) y atendiendo el llamado a descarbonizar la economía regional.

- **Estrategias y Planes Nacionales:** Además de leyes formales, existen documentos de política y planeación que orientan la transición. Las Bases del PND mencionan la necesidad de “*descarbonizar la economía*” mediante ordenamiento territorial alrededor del agua, economías limpias y biodiversas, equidad e inclusión. El Plan Energético Nacional 2020-2050 (UPME) proyecta un incremento sustancial de la capacidad renovable instalada en las próximas décadas. Igualmente, la Estrategia Colombiana de Largo Plazo para la Carbono neutralidad (E2050) y las metas de la Agenda 2030 en energía y cambio climático proveen metas de referencia. Por último, instancias como la UPME han desarrollado el *Atlas de Potencial Renovable* y la Misión de Transformación Energética (2019-2021) que realizó recomendaciones de política. Todos estos insumos estratégicos enriquecen el contexto en el que el Tolima formula su política pública, asegurando coherencia con las directrices nacionales e internacionales.

Figura 1

Estrategias y Planes Nacionales

1	LEY 1715 DE 2014	Marco general de FNCER. Establece incentivos tributarios fundamentales: IVA 0%, arancel 0%, deducciones en renta del 50%. Crea el Fondo de Energías No Convencionales (FENOGE) para financiar proyectos.
2	LEY 2099 DE 2021	Ley de Transición Energética. Impulsa el desarrollo del hidrógeno verde como vector energético del futuro, promueve sistemas de almacenamiento y fortalece el FONENERGÍA para electrificación rural.
3	PND 2022 - 2026	Plan Nacional de Desarrollo. Introduce el concepto de Comunidades Energéticas, auditorías energéticas obligatorias y metas ambiciosas de expansión de FNCER. Integra las estrategias PEN 2050 y E2050 hacia la carbono-neutralidad.
Este robusto marco legal nacional habilita y facilita la acción departamental, proporcionando herramientas financieras, técnicas y regulatorias para la implementación de proyectos renovables.		

En síntesis, Colombia cuenta con un marco legal-normativo amplio y actualizado que sustenta la transición energética y del cual se beneficia el Tolima. No obstante, la implementación efectiva de estas normas ha enfrentado retos: lentitud regulatoria en algunos casos, falta de articulación interinstitucional y barreras para los inversores (trámites, incertidumbres). La política pública departamental deberá articularse con este entramado normativo, aprovechando los incentivos vigentes (tributarios, financieros) y llenando vacíos locales para materializar los objetivos de diversificación energética.

CONTEXTO TERRITORIAL DEL TOLIMA

Para contextualizar la política propuesta, es crucial entender las características del territorio tolimese y cómo estas inciden en su sector energético. El Tolima es uno de los 32 departamentos de Colombia, situado en la región andina central del país. A continuación, se caracteriza brevemente su geografía, demografía, economía y recursos, con énfasis en factores relevantes para las energías renovables:

Ubicación y geografía: El Tolima tiene una extensión aproximada de 23.562 km² y ocupa una posición estratégica en el centro-occidente de Colombia. Limita al norte con Caldas y Cundinamarca, al oriente con Cundinamarca, al sur con Huila (y una esquina con Cauca) y al occidente con Quindío, Risaralda y Valle del Cauca. Su territorio es atravesado por la cordillera Central de los Andes, incluyendo zonas montañosas elevadas (volcanes Nevado del Tolima, Nevado del Ruiz en límites) y extensos valles interandinos como el valle del río Magdalena que recorre el departamento de sur a norte. Esta diversidad topográfica se traduce en una variedad de climas: desde clima frío de alta montaña en el Parque de Los Nevados, hasta climas cálidos y secos en el valle del Magdalena. La biodiversidad del Tolima es notable, con ecosistemas que van de páramos a bosques húmedos tropicales. En términos de riesgo climático, el departamento enfrenta amenazas de variabilidad hídrica (periodos de sequía e inundaciones asociadas a El Niño/La Niña) y eventos extremos, lo que hace relevante la resiliencia en infraestructura energética.

Demografía y aspectos socioeconómicos: Según proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, la población del Tolima en 2024 es de aproximadamente 1.38 millones de habitantes, lo que representa cerca del 3% de la población nacional. Su capital, Ibagué, concentra alrededor de 500 mil habitantes y es el principal núcleo urbano, seguido de otras ciudades intermedias como Espinal, Melgar, Honda y Chaparral. El Tolima tiene una distribución poblacional mixta entre urbano y rural; cerca del 60% de la población reside en centros urbanos, mientras un 40% habita zonas rurales dispersas (porcentaje mayor de ruralidad que el promedio nacional). Esto es relevante porque las zonas rurales presentan rezagos significativos en desarrollo: de acuerdo con datos del DANE (2018), el 94,2% de los ocupados rurales del Tolima trabajan en la informalidad laboral; el 76,9% de los hogares rurales tienen bajos niveles educativos; y 47,7% carecen de acceso a fuentes de agua mejorada. Estos indicadores reflejan brechas de pobreza y subdesarrollo rural que la política energética podría ayudar a abordar, por ejemplo, mediante proyectos renovables productivos que generen ingresos y mejoren servicios básicos en el campo.

Económicamente, el Tolima ha dependido tradicionalmente de actividades

agropecuarias (es un gran productor de arroz, café, sorgo, maíz, algodón, ganadería bovina) y minero-extractivas (explotación de oro en Cajamarca, algunos pozos de petróleo marginales, materiales de construcción). La industria manufacturera es incipiente (destacan alimentos procesados, cemento en Melgar), y el sector servicios (comercio, transporte, turismo incipiente) completa el panorama productivo. El sector minero- energético tradicional tiene presencia, pero no es dominante en el PIB regional: según el DANE, el Tolima aporta solo el 3,6% del PIB nacional, por debajo del promedio que le correspondería por población (cerca del 7%). Esto sugiere un rezago económico relativo. Sin embargo, una parte del tejido económico tolimese se encuentra ligado a la energía y minería no renovable (ej.: extracción de hidrocarburos en Ortega, minería de oro, operación de hidroeléctricas), lo cual indica que la transición deberá manejarse de forma justa, generando alternativas laborales a sectores que pudieran verse desplazados.

44 **Infraestructura y cobertura energética:** El Tolima está integrado al Sistema Eléctrico Nacional mediante redes de interconexión; la principal empresa de distribución eléctrica de la región es Celsia (filial de Grupo Argos), que en 2019 adquirió la antigua Electrolima. La cobertura de electricidad es alta en cabeceras municipales (~98%) y moderada en la ruralidad (87,5% de los hogares rurales contaban con servicio eléctrico en 2018), cifra superior al promedio rural nacional (78%) . No obstante, persisten comunidades aisladas sin acceso confiable a energía (particularmente veredas en zonas de cordillera y bosque), y en general la calidad del suministro es desigual. Una encuesta reciente a municipios reveló que solo 40% califican como “buena” la calidad de su suministro eléctrico, mientras que otro 40% la considera “mala” (con interrupciones constantes). Las zonas rurales suelen sufrir infraestructura eléctrica deficiente o costosa de mantener, lo que encarece costos productivos y limita el desarrollo local . Esta realidad respalda la necesidad de soluciones descentralizadas (ej.: energía solar fotovoltaica con baterías, microrredes) para ampliar la cobertura y resiliencia energética.

Recursos Naturales con Potencial Energético: El Tolima cuenta con una gran riqueza de recursos renovables que lo ponen en ventaja para diversificar su matriz:

• **Energía Solar:** Por su ubicación geográfica tropical y zonas de valle con baja nubosidad, el Tolima tiene índices de radiación solar altos, comparables a los mejores del país. En gran parte del departamento la irradiación promedio está en el rango de 4,5⁴⁵–5,5⁴⁶ kWh/m²/día, superando la media mundial de ~3,9 kWh/m². Municipios como Natagaima, Saldaña, Piedras, Venadillo, Lérída y Ambalema destacan con niveles⁴⁷ de 5,0–5,5 kWh/m²/día, similares a los del norte del país, lo que los hace propicios para proyectos⁴⁸ fotovoltaicos a gran escala. Otros municipios como Ibagué, Flandes, Melgar, Chaparral y Mariquita también tienen excelente recurso solar disponible. De hecho, el IDEAM (instituto meteorológico) ha identificado al Tolima como territorio altamente favorable para energía solar. Este enorme potencial prácticamente no tenía aprovechamiento significativo hasta hace pocos años, pero ha empezado a materializarse (ver Diagnóstico energético). La energía solar se vislumbra como la fuente renovable con mayor potencial práctico en el Tolima por la abundancia de sol y la versatilidad para proyectos distribuidos (techos solares, bombeo solar para riego, etc.).

• **Energía Hidroeléctrica:** La geografía montañosa del Tolima y la presencia de la cuenca del río Magdalena (que atraviesa el departamento de sur a norte recibiendo numerosos afluentes andinos) brindan un alto potencial hidroenergético. Actualmente existen 15 centrales hidroeléctricas operando en el departamento (sumando grandes, medianas y pequeñas), de las cuales 5 son de embalse y 10 a filo de agua. Entre las principales se encuentran la central de Prado (55 MW, con embalse sobre el río Prado), la central de Río Amoyá-La Esperanza (20 MW, a filo de agua en Chaparral), la central Cucuana en Roncesvalles (58 MW, filo de agua, inaugurada en 2015), además de pequeñas plantas en Líbano, Mariquita, Fresno, etc. Estas centrales en conjunto aportan cientos de MW a la matriz nacional y posicionan al Tolima como zona generadora de hidroelectricidad. Aún existe potencial adicional en ríos de cordillera (ríos Cucuana, Amoyá, Chilí, Lagunilla, etc.), aunque su aprovechamiento conlleva retos ambientales y sociales (impactos locales, requerimiento de licencias ambientales estrictas). La política pública de renovables podría incentivar pequeñas centrales hidroeléctricas comunitarias o micro centrales en acueductos veredales, tomando ventaja de esta fuente que históricamente ha sido

importante en la región.

• **Energía Eólica:** Si bien el Tolima no es reconocido por vientos tan fuertes como los de la costa Caribe, estudios preliminares señalan que en zonas altas de cordillera y algunas planicies puede haber potencial eólico moderado. Municipios del norte (Mariquita, Líbano) y cumbres como el páramo de Sumapaz (sur-orienté del Tolima) registran velocidades de viento que podrían viabilizar proyectos eólicos de pequeña escala. Sin embargo, hasta la fecha no se han desarrollado parques eólicos en el departamento. La complejidad topográfica y la variabilidad del viento (en muchos sitios racheado e influenciado por la geografía) son desafíos. La UPME en su Atlas Eólico identifica partes del Tolima con potencial entre 4–6 m/s a 50 metros de altura, suficiente para aerogeneradores pequeños o bombeo eólico. En el corto plazo, la energía eólica no parece la opción líder, pero la política departamental podría fomentar mediciones más detalladas y proyectos pilotos (por ejemplo, aerogeneradores en fincas ganaderas de la zona plana orientados a autoconsumo).

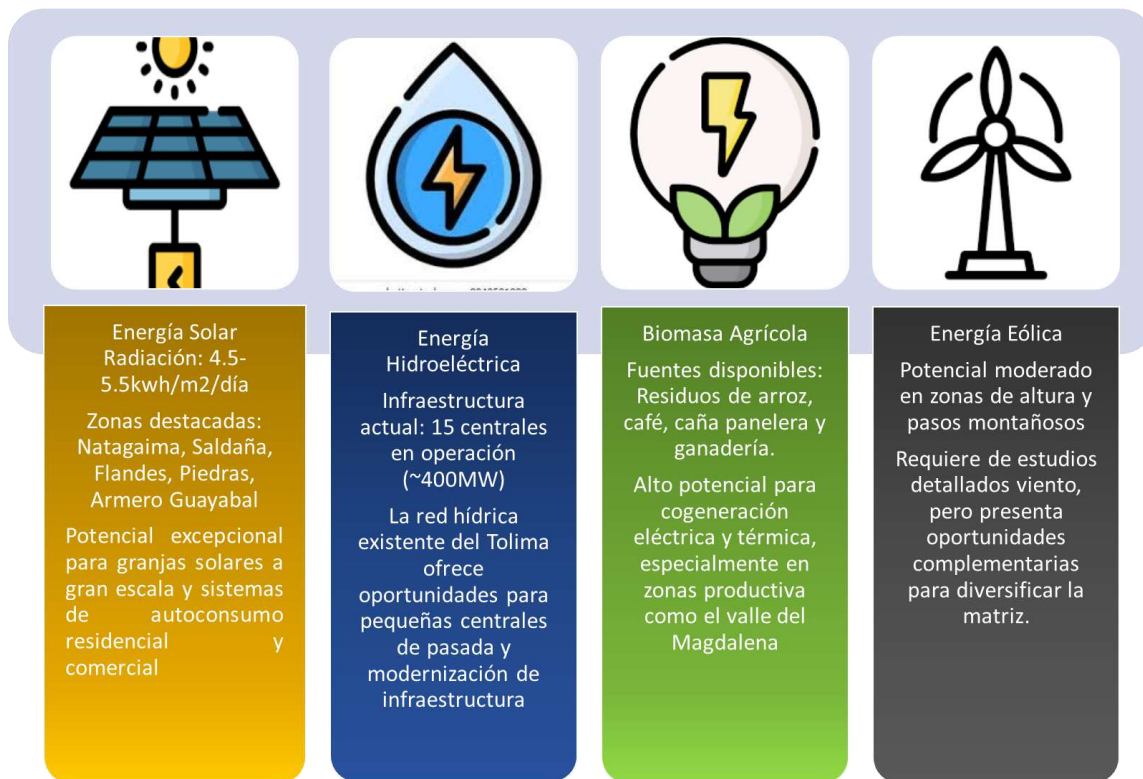
• **Biomasa y Bioenergía:** Dada la fuerte vocación agrícola del Tolima, existe disponibilidad de residuos orgánicos aprovechables energéticamente. Los cultivos de arroz (principal productor nacional) generan cascarilla y paja; el café produce pulpa; la ganadería intensiva produce estiércol; también hay residuos de maíz, sorgo y bagazo de caña (en el norte del Tolima se cultiva caña panelera). Estos biomateriales pueden utilizarse para generación de biogás mediante digestión anaerobia (ej. biodigestores en fincas porcícolas o lecheras) o para generación eléctrica/calentamiento mediante combustión controlada (ej. calderas de biomasa en molinos arroceros). A la fecha, el uso energético de biomasa en Tolima es artesanal: algunas fincas usan biodigestores pequeños para gas de cocina, y ciertas agroindustrias queman cascarilla de arroz para secado. No hay plantas de bioenergía a gran escala aún. Esto evidencia una oportunidad: valorizar residuos agropecuarios para energía rural, reduciendo contaminación (quema abierta de rastrojos) y suministrando energía descentralizada. La política podría articularse con programas como Bosques & Carbono (uso de

biomasa sostenible) y promover esquemas de economía circular energética.

- **Geotermia:** El Tolima forma parte del cinturón volcánico andino, con volcanes activos como el Nevado del Ruiz (límite con Caldas) y el volcán Machín (sur de Ibagué). Estas formaciones indican un potencial geotérmico subyacente. De hecho, en el vecino Caldas se investiga la geotermia en el área del Ruiz. En Tolima no se han hecho exploraciones geotérmicas profundas conocidas; no obstante, la presencia de aguas termales (Cañón del Combeima, Anzoátegui) sugiere gradientes geotérmicos aprovechables. Por ahora, la geotermia es una posibilidad a más largo plazo, requiriendo inversiones elevadas de exploración. A nivel de política departamental se puede incluir como línea estratégica de investigación en alianza con universidades.
- **Capacidades Institucionales y Capital Humano:** El Tolima cuenta con universidades e instituciones técnicas que pueden apoyar la transición energética. La Universidad del Tolima (pública) y la Universidad de Ibagué (privada) ofrecen programas ambientales y de ingeniería que han empezado a investigar energías renovables. El SENA regional Tolima dispone de centros de formación en electricidad y energías alternativas (por ejemplo, un Tecnoparque en El Espinal con proyectos solares). Adicionalmente, existe la Empresa Generadora de Energía del Tolima (Egetsa), una entidad mixta departamental dedicada a promover proyectos de generación, que podría ser un actor clave (ver Mapa de actores). Estas capacidades locales aún están en desarrollo, pero son fortalezas sobre las que cimentar proyectos piloto, formación de talento humano local y apropiación tecnológica.

Figura 2

Potencial energético renovable: Un tesoro por aprovechar



En resumen, el Tolima presenta un perfil territorial favorable para las energías renovables: recursos solares excelentes, recurso hídrico significativo, biomasa agrícola abundante y una ubicación central que facilita la interconexión eléctrica. No obstante, arrastra desafíos estructurales como brechas rural-urbana, infraestructura insuficiente en zonas apartadas y limitada industrialización. Este contexto sugiere que una política pública de energías renovables bien diseñada podría contribuir al desarrollo regional integral, aprovechando el potencial energético para diversificar la economía, mejorar la calidad de vida rural y fortalecer la sostenibilidad ambiental del departamento.

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL DEPARTAMENTO

El diagnóstico energético del Tolima revela una paradoja: a pesar de su alto potencial en fuentes limpias, su matriz actual sigue dominada por energías convencionales y por la dependencia de importación de electricidad de otras

regiones. Esta sección analiza la situación actual de la oferta y demanda de energía en el Tolima, incluyendo la capacidad instalada, la cobertura, principales proyectos existentes, y los desafíos que se evidencian:

Matriz Energética y Dependencia Externa: Tradicionalmente, el Tolima ha consumido energía proveniente mayoritariamente de fuentes no renovables (electricidad de la red nacional generada en su mayoría por hidroeléctricas de otros departamentos y térmicas a gas/carbón, combustibles fósiles para transporte y maquinaria agrícola, leña en zonas rurales). Si bien el Tolima genera más electricidad de la que consume (debido a sus hidroeléctricas que aportan al sistema nacional), la gestión de esa energía no es autónoma localmente, sino que está integrada al Sistema Interconectado Nacional (SIN). En otras palabras, el departamento depende en gran medida de la planificación y suministro centralizados. Esta dependencia del sistema interconectado nacional significa que cuando ocurren fallas o déficit en la red, el Tolima las resiente sin tener todavía sistemas local es de respaldo suficientes.

A 2023, la participación de energías renovables no convencionales en la canasta energética tolimese es aún limitada. La mayoría de hogares urbanos usa electricidad (proveniente de la red) y gas natural para cocinar, mientras que en áreas rurales apartadas persiste el uso de leña (biomasa tradicional) para cocción, con sus implicaciones de salud y deforestación. En transporte, prácticamente el 100% de vehículos usan gasolina o diésel (no hay, por ahora, penetración de movilidad eléctrica o bioenergéticos en flotas locales). Esto dibuja un panorama inicial de baja diversificación energética, que la política pública busca transformar gradualmente.

Capacidad instalada y proyectos actuales: No obstante, lo anterior, en los últimos años han surgido algunas iniciativas de energías renovables en el Tolima, especialmente en energía solar, que empiezan a cambiar el panorama:

- **Proyectos Solares:** La empresa Celsia ha impulsado la solarización del Tolima con varios parques fotovoltaicos conectados a la red. En 2020 se inauguró la planta solar El Espinal (9,9 MW), la primera granja solar a

gran escala del departamento. A esta le siguieron otros proyectos similares: Lanceros (Melgar, 9,9 MW), San Felipe (Armero Guayabal, 9,9 MW), Yuma (Flandes, 9,9 MW) y Dulima (Flandes, 19,9 MW). En total, esas primeras cinco granjas sumaron ~59,5 MW. Posteriormente, Celsia anunció la construcción de un complejo solar en Buenos Aires (Ibagué), conocido como proyecto Escobal, conformado por seis granjas solares adicionales (incluyendo una dedicada a abastecer la planta cementera de Cemex). Este complejo aportará 198,8 MW nuevos, convirtiéndose en el más grande de Colombia construido por dicha empresa. Al finalizar 2024, se espera que Celsia tenga en Tolima 17 granjas solares operativas con alrededor de 203,5 MW instalados, lo que evitaría la emisión de ~80 mil toneladas de CO₂ anuales. Sumando otros promotores, según la UPME (2024), en el Tolima están registrados 93 proyectos de energía solar fotovoltaica (entre operando, en construcción y planificados) con una potencia total de 2.212 MW. Esto ubica al Tolima como uno de los líderes nacionales en proyectos solares proyectados — BNAmericas lo señala como el segundo departamento con mayor capacidad renovable en desarrollo (403 MW a 2023, solo detrás de Atlántico) —. Los proyectos mayores incluyen la planta Shangri-La (201 MW) en Ibagué- Piedras, actualmente en construcción con apoyo de BID Invest. A nivel de autoconsumo, también ha habido adopción: industrias y comercios locales (Clínica Oncológica, cadenas de supermercados, etc.) han instalado paneles solares en sus techos. En síntesis, la energía solar pasó de ser marginal a tener un despegue acelerado en 2020-2024 en Tolima, aunque concentrado en unos pocos actores e iniciativas.

- **Capacidad Hidroeléctrica:** Como se mencionó, existen 15 centrales hidroeléctricas en operación en Tolima, con diversos propietarios (Isagen, Celsia, generadores municipales). Entre las más grandes, Hidro Prado (DAM) e Hidro Cucuana sobresalen. La suma de capacidad hidro instalada en Tolima supera los 400 MW. Esa generación se entrega toda al SIN. No ha habido nuevos desarrollos hidro significativos en la última década dentro del departamento, en parte debido a restricciones ambientales y conflictos sociales (p.ej., la cancelación del proyecto hidroeléctrico Hidro Alojamos en el río Coello tras oposición comunitaria). No obstante, pequeñas centrales (<20 MW) podrían ser

viabiles en zonas con microcuencas. Una dificultad es que muchos potenciales sitios hidro se traslapen con áreas ambientales sensibles o terrenos productivos.

- **Otras Fuentes:** Actualmente no se registran plantas eólicas, geotérmicas ni de biomasa conectadas a la red en Tolima. Sí operan, sin embargo, múltiples biodigestores rurales (no cuantificados oficialmente) en fincas porcícolas y lecheras, que producen biogás para uso térmico. Adicionalmente, hay proyectos de energía térmica a base de bagazo en estudios preliminares (p.ej., un ingenio panelero evaluó generar electricidad con residuos de caña). En cuanto a autogeneración con pequeñas hidro, cabe destacar que algunos acueductos comunitarios en zonas montañosas han instalado microturbinas para aprovechar caídas de agua (casos puntuales en Anzoátegui y Villahermosa), aunque generando solo unos kW para iluminación local.

Demanda Energética y Usos Finales: El consumo eléctrico del Tolima ronda los 1.000 GWh/año, concentrado en Ibagué (~50%) y el sector industrial (cemento, agroindustria) y de servicios. La demanda crece alrededor de 2% anual, según UPME. En cuanto a combustibles, el departamento consume ~8.000 barriles mensuales de gasolina y ACPM (particularmente en transporte de carga por la Troncal de Occidente que cruza Melgar-Ibagué). En la zona rural, como se indicó, todavía hay un consumo importante de leña: cerca de 30 mil hogares rurales en Tolima cocinan con leña, contribuyendo a la degradación forestal local y problemas de salud respiratoria. Este es un aspecto que la transición a energías limpias debe abordar, promoviendo soluciones como cocinas eficientes o biogás rural para sustituir la leña y cumplir con objetivos de energías limpias para todos (ODS7).

Desafíos Identificados: Pese a los avances iniciales, el Tolima enfrenta varios desafíos para consolidar su transición energética:

- **Falta de Articulación Institucional:** Diversas entidades (Gobernación, alcaldías, empresas, UPME, academia) han impulsado iniciativas aisladas en renovables, pero no ha existido una coordinación ni un plan energético territorial unificado. La ausencia de una política pública

departamental hasta ahora ha implicado falta de directrices claras para orientar inversiones y esfuerzos locales. Cada municipio ha avanzado según sus capacidades, generando brechas. Por ejemplo, la encuesta departamental mostró que, aunque 80% de los municipios incluyeron metas de energías renovables en sus Planes de Desarrollo Municipal, ninguno ha definido aún áreas específicas en sus Planes de Ordenamiento Territorial (POT/EOT) para proyectos de energías renovables. Esto refleja un vacío de planificación y normatividad local que dificulta materializar proyectos (e.g., falta de zonificación para parques solares o eólicos).

- **Infraestructura Eléctrica Insuficiente:** La red de distribución en Tolima presenta rezagos, especialmente en áreas rurales. Baja cobertura y calidad se traducen en comunidades enteras sin conexión estable y en limitaciones para evacuación de nueva generación. Por ejemplo, algunas zonas con alto potencial solar (como Natagaima o Chaparral) carecen de subestaciones cercanas para inyectar energía de un proyecto mayor. La expansión de energías renovables requerirá fortalecer las redes locales, implementar soluciones fuera de red (off-grid) en veredas apartadas, y eventualmente desplegar almacenamiento energético (baterías) para gestionar la intermitencia. El gobierno departamental enfrenta el reto de gestionar recursos (posiblemente vía FONENERGÍA nacional o regalías) para estas inversiones en infraestructura.

- **Limitada Financiación e Inversión Privada:** Si bien el Tolima ha empezado a atraer proyectos (principalmente de Celsia), la inversión privada local en renovables aún es baja. Muchos proyectos registrados en UPME pueden no ejecutarse a menos que consigan financiamiento. Según manifestaron los municipios encuestados, la principal barrera para proyectos de energías renovables es la dificultad financiera: 60% señalaron limitaciones presupuestales y de financiación como el obstáculo número uno. Los esquemas de financiación verde existentes (FENOGE, créditos blandos) no siempre llegan a los actores locales por falta de difusión o capacidad técnica para presentar proyectos. A nivel de empresas, la incertidumbre regulatoria y cambiaria también ha ralentizado algunos desarrollos. Esto evidencia la necesidad de crear incentivos y mecanismos

financieros desde la política pública (p.ej., un fondo departamental de energías limpias, alianzas público-privadas) que viabilicen económicamente los proyectos.

• **Capacidades Técnicas y Conocimiento:** Otra limitante es el déficit de capacidades locales en formulación y gestión de proyectos de energías alternativas. Según el diagnóstico participativo, existe “*desconocimiento en la formulación, estructuración y viabilidad de proyectos de energías alternativas*” entre funcionarios y emprendedores locales. Esto lleva a que oportunidades de inversión se pierdan por no saber aprovechar instrumentos (ej: beneficios tributarios de Ley 1715). También persiste “*desconocimiento de los beneficios tributarios que traen las energías alternativas*” y “*pocos espacios de socialización con entidades dispuestas a invertir*” en el sector. Es decir, hace falta difusión y capacitación tanto a autoridades municipales como a comunidades y empresarios sobre cómo estructurar proyectos bancables, qué incentivos existen (exención de IVA, deducciones, etc.), y cómo acceder a fondos o convocatorias nacionales/internacionales. Sin ese fortalecimiento de capital humano, muchos proyectos no pasarán del papel.

• **Aceptación Social y Sensibilización:** Si bien en general existe buen ambiente hacia las energías limpias (por sus asociadas ambientales), no debe descartarse la necesidad de sensibilizar comunidades para asegurar apoyo. La encuesta reveló que 20% de municipios identifican barreras en la “falta de socialización comunitaria” o cierta resistencia al cambio. Experiencias en Colombia muestran que proyectos renovables a gran escala pueden enfrentar oposición local si no se involucra a la comunidad (por ejemplo, preocupación por uso de tierras agrícolas para paneles, o impactos visuales). En Tolima, un caso ilustrativo fue la oposición a proyectos minero-energéticos (consulta popular de Piedras en 2013 contra la minería). Por tanto, la transición debe incorporar procesos participativos y educación ciudadana. Actualmente, la “falta de conocimiento sobre los beneficios de las energías alternativas” puede limitar el apoyo político y comunitario para cambios significativos. Esto se mitiga con campañas de divulgación, pilotos demostrativos exitosos y participación activa de la gente en la planificación (ej: mesas

energéticas locales).

• **Consideraciones Ambientales:** El Tolima es muy rico en agua y biodiversidad, por lo que toda intervención energética debe ser sostenible. Si no se planifica adecuadamente, incluso tecnologías limpias pueden generar conflictos: por ejemplo, ubicación de paneles solares en zonas agrícolas fértiles, o pequeñas hidroeléctricas mal manejadas que afecten caudales ecológicos. La presión ambiental actual proviene del uso continuo de fósiles que contribuye al calentamiento global y causa daños locales (contaminación por quemas de diésel, degradación por extracción de hidrocarburos). Las empresas y comunidades de Tolima enfrentan creciente presión normativa para adoptar prácticas sostenibles, acorde con estándares nacionales e internacionales. Esto, visto positivamente, impulsa la transición hacia energías limpias como mecanismo para reducir emisiones y proteger los ecosistemas. No obstante, la política pública deberá incluir evaluaciones ambientales rigurosas para cada proyecto, evitando impactos negativos. La institucionalidad ambiental (CORTOLIMA, ANLA) tendrá un rol en garantizar que la expansión de renovables sea armónica con la conservación.

En síntesis, el diagnóstico muestra que el Tolima se encuentra en una etapa incipiente de la transición energética. Posee un potencial abundante y ya hay primeros pasos (más de 79 MW solares ya operando y casi 200 MW en construcción), pero persiste un importante rezago en relación a lo que podría lograrse. Se evidencia como problema central la *“insuficiente desarrollo y ejecución de proyectos de energías renovables con enfoque productivo en el departamento”*, lo cual limita el impacto positivo potencial en el desarrollo regional

⁶⁶ ⁶⁷ . Las causas de esta situación van desde la falta de políticas e incentivos locales, pasando por limitaciones de conocimiento y financiamiento, hasta una débil articulación institucional. Sus efectos se reflejan en la pérdida de competitividad (por costos energéticos altos y dependencia externa) y en que el Tolima no esté aportando todo lo que podría a las metas nacionales de ODS y clima.

El siguiente apartado profundiza precisamente en ese problema central, sus causas y efectos, mediante un análisis causal (árbol de problemas) que orientará las líneas de acción de la política pública.

PROBLEMA CENTRAL Y ANÁLISIS CAUSAL (ÁRBOL DEL PROBLEMA)

Derivado del diagnóstico, se ha identificado como problema central que impide aprovechar el potencial renovable del Tolima el siguiente:

PROBLEMA CENTRAL IDENTIFICADO

Insuficiente desarrollo y ejecución de proyectos de energías renovables con enfoque productivo en el Departamento del Tolima.

Este enunciado condensa la situación en que, pese a las ventajas naturales y normativas existentes, el Tolima aún no ve un despliegue significativo de proyectos de energías limpias integrados a su economía local (proyectos que no solo generen energía, sino que aporten al desarrollo económico-productivo del territorio). En consecuencia, no se alcanzan los beneficios potenciales en competitividad, medio ambiente y calidad de vida.

Para entender este problema de forma integral, a continuación, se realiza un análisis causal mediante un "árbol de problemas", identificando sus causas directas, causas subyacentes (indirectas), así como los efectos directos e indirectos que genera. Este análisis ayudará a plantear luego soluciones específicas en la política pública, atacando las raíces del problema.

Causas directas del problema central:

1. Capacidades Técnicas y de Innovación Limitadas en el Sector Energético

Local: Existe una *baja implementación de procesos de formación, capacitación, asistencia técnica e innovación en energías alternativas*, en articulación con la academia y los sectores productivos del departamento. En términos simples, falta el capital humano especializado para diseñar, operar y mantener proyectos renovables; la oferta educativa local en energías limpias es incipiente, y hay poca conexión entre

universidades/centros de investigación y empresas para transferencia tecnológica. Esto redundará en que pocos proyectos productivos incorporen energías renovables y que incluso empresas mineras o agroindustriales del Tolima no hayan adoptado tecnologías limpias por falta de conocimiento local para implementarlas.

2. **Ausencia de Políticas Públicas e Incentivos Locales Sólidos:** Hasta el momento, *faltan políticas públicas departamentales consolidadas que incentiven el uso de energías renovables*. No existen ordenanzas ni programas departamentales específicos de fomento a FNCER, ni esquemas tributarios locales que complementen los nacionales. Asimismo, los municipios no han desarrollado regulaciones u ordenanzas para facilitar estos proyectos (por ejemplo, exenciones en impuestos prediales a predios con paneles solares, etc.). Esta carencia de un marco institucional local ha dejado todo el impulso a merced de lineamientos nacionales, que pueden no considerar particularidades del Tolima. La consecuencia es una débil señal de incentivo para inversionistas y para la misma población, que no percibe aún un compromiso claro de sus autoridades con la transición energética.

Causas Indirectas (subyacentes) del Problema:

- **Baja Articulación Interinstitucional:** Se observa escasa coordinación entre los distintos ⁷⁰entes territoriales y sectoriales. Por ejemplo, las secretarías departamentales (planeación, ambiente, desarrollo económico) no han trabajado conjuntamente en energía; los municipios, por su parte, en muchos casos abordan el tema de manera aislada, sin sinergias regionales. Tampoco ha habido una mesa o instancia que reúna gobierno, empresa, academia y comunidad para trazar una visión común energética. Esta fragmentación deriva en esfuerzos duplicados o en ausencia de proyectos de escala departamental (p. ej., un plan masivo de paneles en instituciones públicas que podría hacerse por economía de escala, no se ha hecho). La articulación débil también se refleja en una falla de comunicación: alcaldías que desconocen programas de la Nación por falta de acompañamiento del departamento, etc.

- **Déficit de Información y Conocimiento Público:** Hay un desconocimiento generalizado sobre la formulación y viabilidad de proyectos de energías alternativas, tanto en el sector público como privado. Esto incluye poca difusión de casos de éxito, falta de información georreferenciada accesible (potencial solar, eólico, biomasa por municipio), y desconocimiento de parte de posibles beneficiarios sobre cómo las energías renovables pueden mejorar su productividad o calidad de vida. Por ejemplo, muchos agricultores no saben que podrían reducir costos de riego con bombeo solar, o las empresas ignoran las deducciones tributarias del 50% por invertir en renovables (Ley 1715). Esta carencia educativa limita la demanda por proyectos y el apoyo social.
- **Limitada Interacción con Inversionistas y Aliados Externos:** Se identificó que existen pocos espacios de socialización o networking con entidades (públicas, privadas, ONG) nacionales e ⁶¹internacionales dispuestas a invertir en proyectos de energías alternativas. Es decir, el Tolima ha carecido de foros, ruedas de negocio o misiones que lo conecten con potenciales financiadores o desarrolladores de proyectos (como cooperación internacional, fondos verdes, empresas especializadas). Probablemente por esto, departamentos vecinos con menos recurso han captado más proyectos (caso de Meta o Santander con parques solares, gracias a gestión de sus agencias de inversión). Esta desconexión hace que el Tolima no aproveche todas las oportunidades de financiamiento disponibles en el ecosistema de energía limpia.
- **Barreras Financieras y de Inversión:** Aunque hay capital interesado en renovables, en el Tolima se ven inversiones insuficientes e inestables, a veces volátiles y sujetas a cambios de políticas económicas. La percepción de riesgo país, las tasas de interés altas recientes y los retrasos regulatorios (como las demoras en subastas o en expedición de licencias) han hecho que muchos proyectos queden en fase de planeación. Además, a nivel local, ni el departamento ni la mayoría de municipios destinan recursos propios significativos a proyectos de energía (sea por presupuesto limitado u otras prioridades). La falta de

un fondo rotatorio o crédito local para energía limpia es una causa subyacente de que pequeñas iniciativas comunitarias no despeguen.

- **Poca Continuidad de Políticas Públicas por Cambios de Gobierno:** Esta es una causa común a nivel nacional y local: la planificación energética requiere continuidad más allá de períodos de gobierno, pero muchas veces lo avanzado no trasciende administraciones. En Tolima, con cada gobierno departamental cambian prioridades; hasta ahora no había un lineamiento energético de largo plazo consensuado. Esto crea incertidumbre y ha restado eficacia a esfuerzos previos (por ejemplo, el proyecto “Tolima Solar 2020” anunciado en una administración anterior no tuvo seguimiento).

Efectos Directos del Problema Central

Las consecuencias inmediatas de no desarrollar proyectos renovables productivos en Tolima se reflejan en varios ámbitos:

- **Baja Competitividad y Altos Costos Energéticos:** Las empresas locales y productores siguen dependiendo de energía convencional cara (ej. diésel para secado de granos, electricidad del SIN con tarifas al alza). Esto afecta la productividad y competitividad de sectores clave, encareciendo procesos y reduciendo márgenes. Por ejemplo, un productor arrocerero tolimente paga más por secar su arroz con combustibles fósiles que si tuviera una caldera de biomasa; un hotel paga facturas elevadas en lugar de aprovechar solar térmico para agua caliente. En suma, el no adoptar energías renovables mantiene estructuras de costos poco eficientes.
- **Estancamiento en Desarrollo Socioeconómico Rural:** Al no haber proyectos renovables integrales, se pierde la oportunidad de generar empleo local calificado en nuevas industrias (instaladores solares, operadores de plantas, técnicos de mantenimiento). Igualmente, comunidades rurales sin electrificar permanecen aisladas y con bajos indicadores sociales,

perpetuando pobreza energética. Es decir, el efecto es la continuidad de brechas de equidad y migración campo-ciudad por falta de oportunidades. Los datos rurales adversos (informalidad 94%, etc.) seguirán igual si no se dinamiza el campo con alternativas como la bioenergía o la energía solar agrícola.

- **Limitado cumplimiento de metas ambientales y ODS:** A nivel departamental, la *alta dependencia de fuentes no renovables e infraestructura ineficiente* implica continuar con una huella de carbono significativa y con emisiones locales contaminantes. Esto retrasa el aporte del Tolima a las metas nacionales de mitigación climática y entorpece la contribución a los ODS 7 y 13. Por ejemplo, mientras siga la quema de leña generalizada, el ODS 7 (energía limpia) no se cumple; mientras no se reduzcan emisiones, el aporte a la meta del 51% nacional es menor. En concreto, se estima que Tolima emite varios millones de toneladas de CO₂ al año (considerando transporte y deforestación por leña) que podrían reducirse con renovables. Al no hacerlo, *se afecta el medio ambiente regional* y se desaprovechan bonos de carbono u otros instrumentos que podrían generar ingresos.
- **Falta de masa crítica y aprendizaje tecnológico:** Otro efecto es que, al no tener suficientes proyectos en marcha, Tolima no acumula experiencia ni casos de éxito locales que motiven a otros. La curva de aprendizaje se aplana: pocos técnicos formados, pocos datos reales de rendimiento de sistemas en la región, etc. Esto a su vez realimenta el problema (un círculo vicioso donde al no haber proyectos, no hay experiencia; y al no haber experiencia, es más difícil iniciar proyectos).

Efectos indirectos del problema central:

Más a largo plazo, si no se resuelve el problema, se generan consecuencias negativas amplias:

- **Deterioro ambiental continuado:** La falta de transición implica seguir explotando recursos no renovables en la región (por ejemplo, presión para más extracción petrolera o minera ante falta de alternativas) y seguir emitiendo GEI. Esto conlleva ⁷² *daño ecológico* en los recursos naturales tolimeses : deforestación por leña, contaminación de agua por minería de oro, erosión, etc. Además, reduce la resiliencia del territorio ante el cambio climático (al no diversificar matriz ni implementar eficiencia energética). Se agrava la vulnerabilidad climática de sectores agrícolas que dependen de combustibles fósiles y se afecta la salud de la población por polución.
- **Atraso tecnológico y menor innovación regional:** Tolima corre el riesgo de quedarse rezagado en la modernización tecnológica, lo que impacta su desarrollo económico de futuro. Mientras el mundo avanza a economías descarbonizadas, una región que no transicione perderá inversión y mercado. Esto podría consolidar al Tolima como economía de base primario-extractiva de bajo valor agregado, contraria a las tendencias globales.
- **Pérdida de beneficios económicos potenciales:** La transición energética trae múltiples co- beneficios económicos: nuevos negocios (p.ej., producción de equipos, turismo sostenible), ahorro de divisas por menor compra de combustibles, ingresos por servicios ambientales, etc. Si Tolima no adopta renovables, *pierde la oportunidad de dinamización económica sostenible*, quedando su crecimiento limitado a sectores tradicionales que pueden agotarse. Por ejemplo, podría perder atractivo para industrias que buscan electricidad 100% renovable.
- **Desventajas en políticas futuras:** A medida que Colombia y el mundo endurezcan regulaciones ambientales, una región rezagada podría enfrentar sanciones o restricciones (p.ej., si en el futuro se exige cierta cuota de energías limpias para acceder a fondos, el Tolima tendría dificultades). Asimismo, no prepararse ahora implica que la transición luego deba hacerse de manera más abrupta y costosa. En resumen, se compromete la sostenibilidad a largo plazo del departamento.

El análisis anterior permite visualizar un “árbol del problema” donde en la raíz están las causas (falta de políticas locales, poca articulación, déficit de capacidades y financiamiento), en el tronco el problema central (pocos proyectos renovables productivos), y en las ramas los efectos (baja competitividad, rezago social, impactos ambientales y falta de cumplimiento de metas). Este árbol de problemas (ver esquema en Anexo 1) servirá de base para elaborar el correspondiente árbol de objetivos en la formulación de la política — transformando cada causa identificada en un objetivo o acción a emprender (por ejemplo, la causa “desconocimiento de beneficios tributarios” se traducirá en el objetivo de *difundir e implementar dichos incentivos en el Tolima*).

En conclusión, la causalidad del problema central muestra que la situación es multifactorial y sistémica. No basta con una acción aislada; se requiere una política pública integral que aborde simultáneamente las falencias normativas, las brechas de conocimiento, la articulación institucional y la movilización de recursos financieros. Solo así se podrá revertir el problema y convertir al Tolima en un territorio líder en energías renovables, aprovechando todas las ventajas que posee en beneficio de sus habitantes y del medio ambiente.

Figura 3

Insuficiente desarrollo y ejecución de proyectos de energías renovables con enfoque productivo en el Tolima



RESULTADOS DE ENCUESTA EN MUNICIPIOS SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES

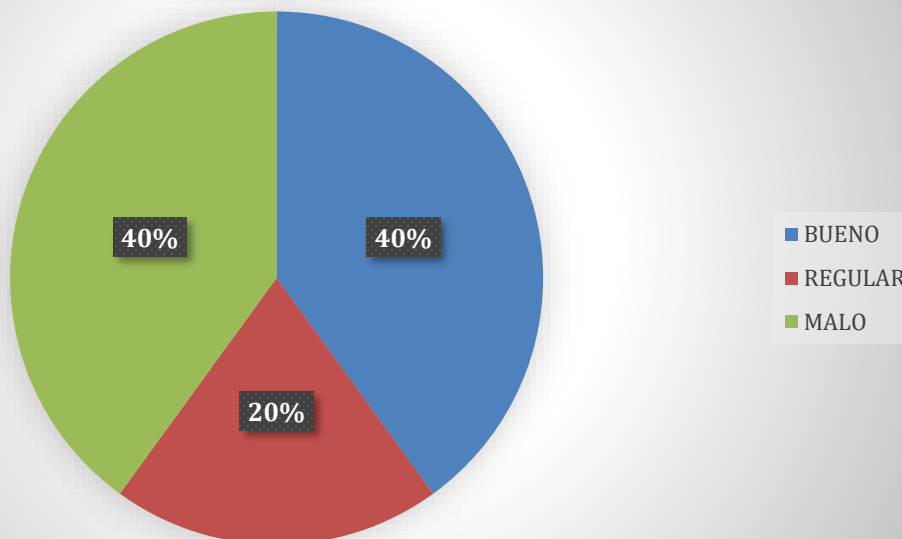
Calidad del suministro eléctrico: Se consultó a los municipios cómo califican la calidad de la electricidad en su territorio. Los resultados se distribuyen en tercios:

- El 40% indicó que el servicio es “*Bueno*” (pocas interrupciones).
- Un 20% lo calificó como “*Regular*” (con interrupciones frecuentes).
- El 40% restante lo evaluó como “*Malo*” (cortes constantes de energía).

Esto confirma que, para una parte significativa del Tolima, la calidad del servicio eléctrico es deficiente. Las interrupciones frecuentes se concentran en municipios rurales y alejado del centro, lo cual refuerza la motivación de buscar alternativas renovables que aumenten la confiabilidad local (microrredes solares, por ejemplo, para reducir dependencia de largas líneas vulnerables).

Figura 4

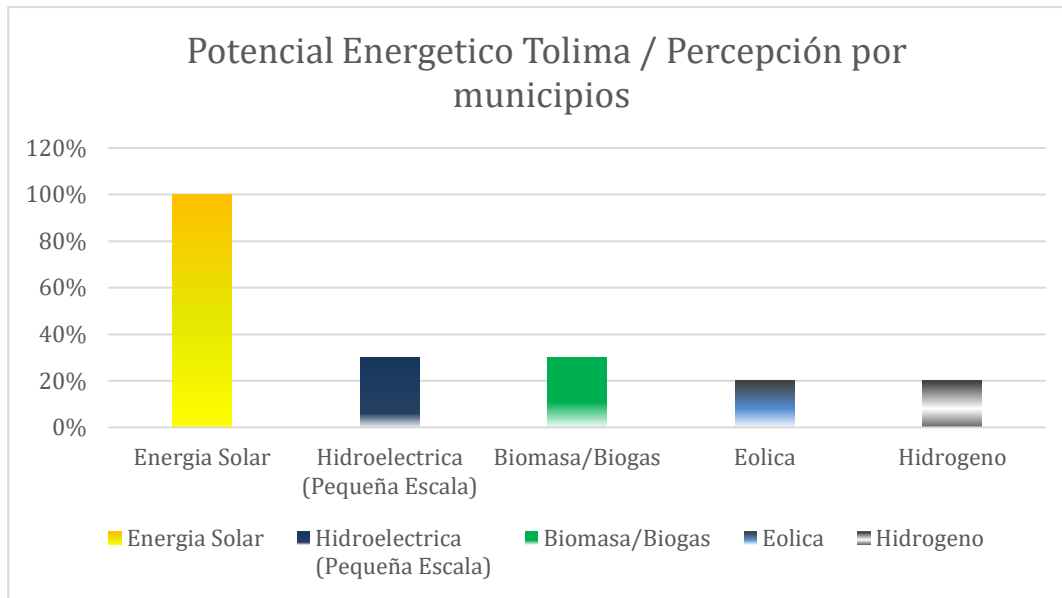
CALIDAD SUMINISTRO ELECTRICO



Percepción de potencial para energías renovables: Todos (100%) los municipios encuestados manifestaron que en su jurisdicción existe potencial para implementar energías renovables. Es decir, hay consenso en que el Tolima tiene las condiciones para proyectos limpios. Cuando se indagó qué tipos de energías renovables consideran viables localmente, las respuestas fueron: - Energía Solar: 100% de los municipios la identifican como viable (en todos hay buen recurso solar). - Energía Hidroeléctrica (pequeña escala): 30% mencionan potencial hídrico (ríos o caídas de agua aprovechables). - Biomasa/ Biogás: 30% señalan disponibilidad de biomasa (residuos agrícolas, estiércol) para proyectos bioenergéticos. - Energía Eólica: 20% ven viable la eólica (posiblemente municipios del norte con vientos moderados). - Hidrógeno: 20% mencionan interés en hidrógeno (lo cual es llamativo; quizás por influencia reciente de la agenda nacional, aunque en la práctica local sería a partir de excedentes solares).

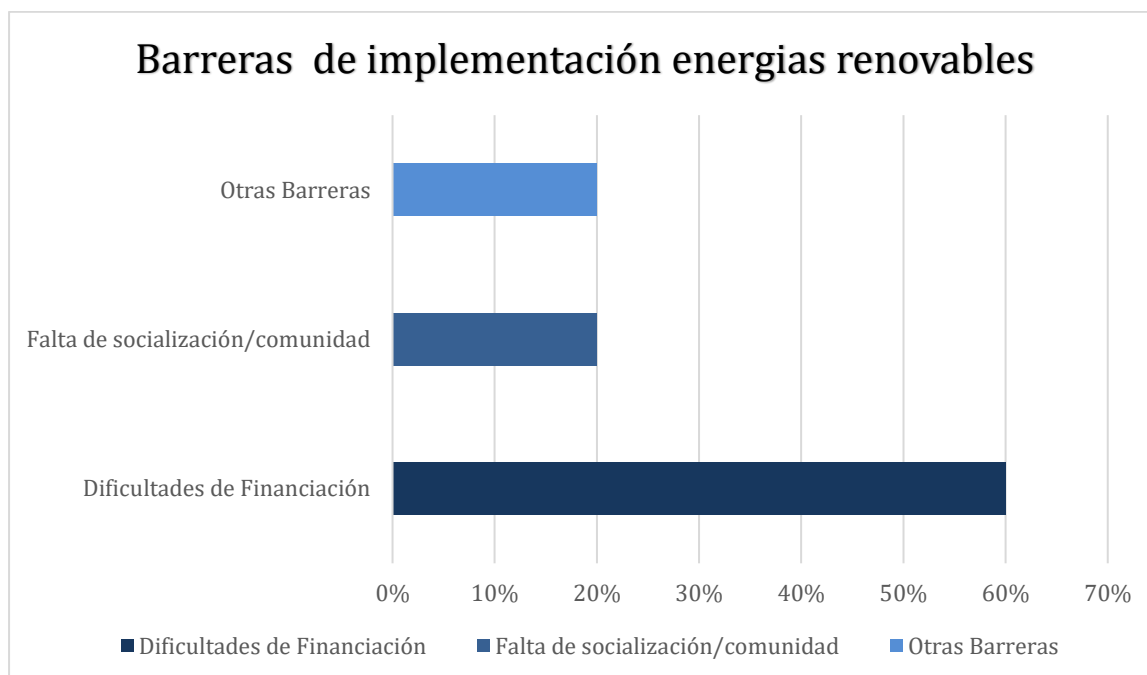
La fuente solar es, como era de esperar, la estrella en todos los municipios. Hidro y biomasa son relevantes en casi un tercio, seguramente aquellos con ríos caudalosos (zona cordillerana) o alta producción agrícola/ ganadera (zona valle). Eólica e hidrógeno se mencionan menos, reflejando su menor conocimiento o aplicabilidad local inmediata.

Figura 5



Barreras principales para la implementación de renovables: Se preguntó cuáles son los obstáculos más importantes que enfrentan para desarrollar proyectos. Las respuestas destacaron: - Dificultades financieras: Mencionadas por un 60% de municipios, que señalan *falta de presupuesto o recursos* para inversiones iniciales como la barrera número uno. Esto incluye ⁶⁰insuficiencia de recursos propios y dificultad para cofinanciación. - Falta de socialización/comunidad: 20% apuntaron *resistencia o desinformación en las comunidades* como barrera. Es decir, la necesidad de mayor pedagogía y participación ciudadana. - Recursos limitados para inversión inicial: Varios municipios añadieron cualitativamente que aun teniendo interés, no cuentan con el capital semilla para iniciar estudios o diseños (esto relacionado con la barrera financiera). - Otras barreras no cuantificadas en el porcentaje, pero mencionadas incluyen trámites burocráticos o falta de personal técnico local.

Figura 6



En resumen, el aspecto económico aparece como el mayor freno: los municipios no tienen cómo costear proyectos por sí solos y dependen de recursos departamentales o nacionales que a veces no llegan. Esto valida la necesidad de crear un fondo departamental o gestionar subvenciones.

Alineación con la planeación municipal: Se exploró si las energías renovables están incorporadas en los instrumentos de planificación local: - 80% de los municipios indicaron que en su Plan de Desarrollo Municipal actual incluyeron metas o iniciativas relacionadas con energías renovables. Esto muestra que el tema ha permeado la planeación local en la mayoría. - Sin embargo, 0% (ninguno) tiene definidas áreas específicas en su Plan de Ordenamiento Territorial (POT) o Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) para la implementación de proyectos de energías renovables. Es decir, aunque lo mencionan como propósito, no se ha dado el paso de identificar zonas aptas o reservas para plantas solares/eólicas, etc., en la normativa de uso de suelo municipal.

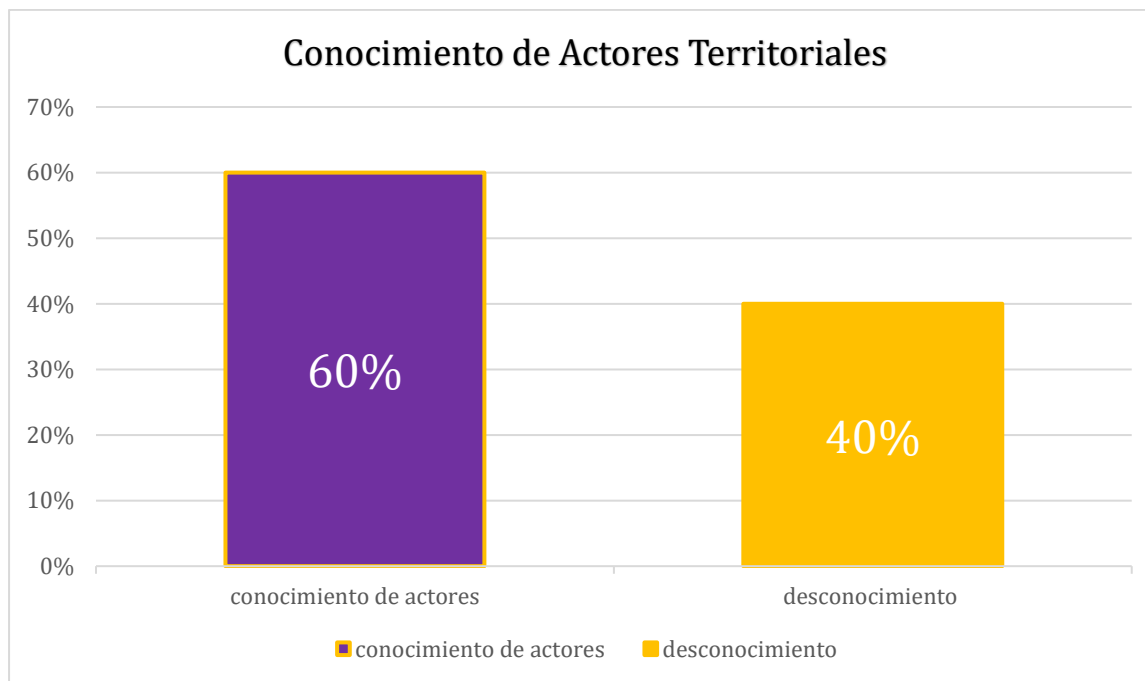
Lo anterior sugiere que las alcaldías sí ven importante la transición (lo ponen en el Plan de Desarrollo, documento de intenciones a 4 años), pero no lo han materializado en normativa dura (POT tiene fuerza legal sobre usos del suelo a largo plazo). Esto podría deberse a falta de lineamientos técnicos o a que la revisión de POT es infrecuente.

Proyectos actuales en los municipios: Se indagó el estado de proyectos concretos de energías renovables: - 60% de los municipios reportaron no tener actualmente ningún proyecto de energías renovables en ejecución (ni público ni privado). - 20% mencionaron tener proyectos en etapa de estructuración (es decir, en formulación o búsqueda de financiación). - 20% indicaron la existencia de proyectos privados en ejecución en su jurisdicción. Estos seguramente corresponden a donde están ubicadas las granjas solares de Celsia u otras empresas (p.ej., en El Espinal, Flandes, etc.).

Por tanto, la mayoría de municipios (6 de 10 en la encuesta) aún no cuentan con ningún proyecto tangible. Solo en unos pocos hay movimiento, y generalmente por iniciativa del sector privado más que del gobierno local. Este hallazgo refleja disparidad territorial: unos cuantos municipios pioneros concentran los proyectos (posiblemente aquellos con mejor recurso o cercanos a subestaciones), mientras otros no han arrancado.

Conocimiento de actores interesados: Se preguntó si los municipios conocen empresas, instituciones o entidades dispuestas a apoyar la transición energética local: - 60% respondió afirmativamente, mencionando conocer algunos actores interesados en apoyar, tales como empresas privadas (p.ej. Celsia) y universidades. - El 40% restante no señaló actores específicos, lo que podría interpretarse como que no han tenido acercamientos concretos.

Figura 7



La mayoría entonces sí identifica posibles aliados. Esto es positivo: hay un ecosistema emergente (por ejemplo, en Ibagué varias universidades trabajan el tema). Pero hace falta que esas intenciones se traduzcan en convenios o acciones coordinadas.

Recomendaciones desde los encuestados: La encuesta también recopiló sugerencias de los municipios para la formulación de la política pública energética. Entre las recomendaciones⁸¹ planteadas (varias recurrentes en distintas respuestas) destacan:

- Elaborar un Plan Energético Territorial con enfoque de sostenibilidad y participación ciudadana, que sirva de hoja de ruta para todos.
- Establecer una línea base de datos energéticos departamentales, incluyendo cartografía de potencial renovable, que oriente la toma de decisiones (saber dónde hay más sol, viento, etc.).
- Promover el desarrollo de capacidades locales mediante programas de

formación técnica y profesional en energías renovables (por ejemplo, diplomados, escuelas taller municipales en instalaciones solares).

- Impulsar alianzas estratégicas con universidades, centros de investigación y ONG especializadas, para apoyo técnico en los municipios.
- Crear un fondo departamental o mecanismos de financiación para energías limpias que apoye proyectos innovadores, sobre todo de pequeña escala en comunidades.

Estas recomendaciones municipales van muy en línea con lo identificado en el análisis causal y proveen insumos valiosos desde el nivel local para la política pública.

Conclusiones de la encuesta: De los resultados anteriores se desprenden algunas conclusiones cuantitativas y cualitativas, que se resumen a continuación:

- El potencial solar es ampliamente reconocido y común a todos los municipios, confirmando que la estrategia departamental debe priorizar esta fuente (tecnología fotovoltaica) como punta de lanza.
- Las barreras financieras son el obstáculo dominante en la mayoría de municipios (60% lo indica), seguido de la necesidad de mayor trabajo social. Esto demuestra que, junto a soluciones técnicas, la política debe incorporar mecanismos de financiamiento y participación comunitaria como componentes centrales.
- Existe una intención política local reflejada en planes de desarrollo, pero hace falta pasar a la ejecución y a incluirlo en ordenamiento territorial. La política departamental podría ayudar emitiendo lineamientos para que los POT municipales contemplen suelo apto para proyectos renovables (zonas solares, corredores eólicos, etc.).
- Actualmente solo una minoría de municipios cuenta con proyectos en marcha (40%), y en su mayoría son privados. Esto evidencia un vacío de iniciativa pública que la política debe subsanar empoderando a las alcaldías con herramientas y recursos para promover sus propios proyectos o asociaciones público-privadas.

- Hay una base de aliados potenciales (empresas, academia) dispuestos a colaborar, que se debe aprovechar creando mesas de trabajo o convenios marco a nivel departamental.

En resumen, la encuesta municipal confirma la necesidad y el interés local en transitar hacia energías renovables, pero también pone de manifiesto las limitaciones prácticas que enfrentan los municipios por sí solos. Estos hallazgos subrayan la pertinencia de una política pública departamental que provea coordinación, asistencia técnica y financiera, y que articule esfuerzos de todos los niveles de gobierno y actores privados. Los municipios ven con buenos ojos tal apoyo, como se refleja en las recomendaciones que espontáneamente brindaron, esperando que se les acompañe en la ruta de convertirse en territorios más sostenibles energéticamente.

MAPA DE ACTORES Y ANÁLISIS INSTITUCIONAL

La transición hacia un modelo energético renovable en el Tolima involucra a una multiplicidad de actores, cada uno con roles, intereses y capacidades específicas. Es fundamental, para el éxito de la política pública, identificar estos actores clave, entender su posición e incentivar la coordinación y participación de todos en un esquema de gobernanza energética colaborativa. A continuación, se presenta el "mapa de actores" del sector de energías renovables en el Tolima, así como un análisis institucional de sus posibles roles en la formulación e implementación de la política:

Actores gubernamentales (sector público):

- **Gobernación del Tolima:** Es el ente articulador a nivel departamental y promotor del desarrollo sostenible regional. Lidera la formulación de la política pública y deberá coordinar su ejecución interinstitucionalmente. La Gobernación (a través de secretarías como Ambiente y Energía, Planeación, Desarrollo Económico) gestionará recursos financieros (regalías, cooperación) y asistencia técnica para los proyectos. Su interés principal es dinamizar la economía departamental y diversificar la matriz energética, cumpliendo a la vez las metas de su plan de desarrollo. **Beneficios esperados:** mayor

86

inversión en el departamento, generación de empleo local, cumplimiento de objetivos de política (ODS, cambio climático) y disminución de la dependencia energética externa.

- **Alcaldías municipales:** Juegan un rol crucial en la implementación local de la política. Son responsables de ajustar normativas municipales (POT, acuerdos locales) para facilitar los proyectos, proveer apoyo logístico (por ejemplo, gestión de predios o permisos) y cofinanciar iniciativas en sus municipios. Su interés es llevar soluciones energéticas a sus comunidades (electrificación rural, reducción de costos para sus ciudadanos) y aprovechar las energías renovables para el desarrollo territorial. **Beneficios esperados:** reducción de la dependencia de combustibles fósiles locales, mejora en infraestructura local, comunidades más satisfechas y con mejor calidad de vida. Las alcaldías actúan como cooperantes en la política, acercando la ejecución a la gente y retroalimentando a la Gobernación sobre necesidades específicas.
- **Ministerio de Minas y Energía (MinEnergía):** A nivel nacional, es el rector de la política energética. Asegurará la alineación de la política tolimese con los lineamientos nacionales, brindando apoyo técnico, regulatorio y acceso a programas del gobierno central. Por ejemplo, a través del MinEnergía el Tolima puede obtener recursos del FENOGÉ, asesoría en estructuración de proyectos (UPME) o participar en convocatorias nacionales (subastas, planes piloto de hidrógeno, etc.). El Ministerio tiene interés en cumplir las metas de transición a nivel país, por lo que ve positivo que los departamentos se sumen a la causa. **Beneficios esperados:** El logro de metas de descarbonización y mayor despliegue de renovables, a la vez que la política departamental puede servir de modelo replicable.
- **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:** Es otro actor nacional relevante, pues vela por la sostenibilidad ambiental de los proyectos. A través de sus lineamientos, garantizará que la política tolimese se enmarque en las salvaguardas ambientales y climáticas (por ejemplo,

estrategias de adaptación, cumplimiento de NDC). Puede brindar lineamientos para incorporar la política energética en los Planes Integrales de Cambio Climático Territoriales (PICCT) y articularla con proyectos de protección ambiental. **Beneficios esperados:** que el Tolima contribuya a las metas de reducción de emisiones, conservación de ecosistemas, y que los proyectos se desarrollen con mínima huella ecológica.

- **Entidades Ambientales Regionales (CORTOLIMA) y Nacionales (ANLA):** CORTOLIMA, la corporación autónoma regional del Tolima, y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA),^{92, 93} cumplen un rol de cooperantes ambientales. Revisan, autorizan y hacen seguimiento a los proyectos en lo referente a impactos ambientales. Su apoyo es técnico-normativo: por ejemplo, orientando sobre exclusión de áreas protegidas, guías para estudios de impacto⁹² de parques solares, etc. Están interesadas en que la transición energética sea ambientalmente sostenible, evitando daños a recursos naturales. **Beneficios esperados:** protección del ambiente local, cumplimiento de normativa ambiental, proyectos más robustos en términos ecológicos.
- **Agencias nacionales del sector energético:** Aquí entran la UPME (Unidad de Planeación Minero- Energética), la CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas) y la Superintendencia de Servicios Públicos. La UPME provee planeación (p.ej., mapas de potencial, orientación de expansión de redes), la CREG regula aspectos de mercado⁹⁴ y tarifas (importante para viabilizar proyectos de generación distribuida, comunidades energéticas), y la Superservicios vigila a empresas del sector. En conjunto, pueden considerarse dentro de una "Agencia Nacional⁹⁵ de Energía" en el sentido amplio de cooperantes . Su interés es fomentar el desarrollo ordenado del sector energético renovable y asegurar que se cumplan estándares de calidad y servicio. **Beneficios esperados:** cumplimiento de metas nacionales (Agenda 2030) y fortalecimiento del sector renovable en el país con experiencias exitosas regionales.

Actores Privados y del Sector Productivo:

Edificio Gobernación del Tolima - Carrera 3 entre calle 10 y 11

37

- Empresas de energías renovables (generadores e inversionistas privados): Incluye compañías como Celsia, Enel Green Power, Atlas Renewable, Trina Solar entre otras que desarrollan parques solares/hídricos/eólicos. Son actores clave pues aportan capital, know-how y ejecución de proyectos. Su rol es invertir en infraestructuras renovables, construir y operar plantas, muchas veces en alianza con entidades públicas locales. Tienen alto interés comercial en expandir el mercado de energías renovables en Tolima, aprovechando los recursos disponibles. **Beneficios esperados:** rentabilidad de sus inversiones, crecimiento de cartera de proyectos, retorno de inversión por venta de energía o beneficios fiscales. Para atraerlos, la política debe ofrecer estabilidad jurídica y facilidades.
- Empresas del sector energético tradicional: Aquí se pueden mencionar empresas como Empresa Generadora y Comercializadora del Tolima EGETSA y Distribuidoras locales, CELSIA Tolima. EGETSA, al ser una empresa departamental de energía, puede ser un aliado técnico y comercial en proyectos de gran escala. Su capacidad de generación actual es baja, pero la política podría potenciarla dándole participación en nuevos proyectos renovables (p.ej. asociada con privados). **Interés:** expandir su capacidad de generación, reducir dependencia de compra de energía convencional, y obtener ingresos por proyectos verdes. Las empresas distribuidoras (como Celsia) tienen interés en integrar recursos distribuidos, mejorar confiabilidad y satisfacer a clientes con energía limpia. **Beneficios esperados:** cumplimiento de obligaciones de energía renovable, diversificación del portafolio, relaciones públicas positivas.
- **Sector productivo local agrícola, industrial y comercial:** Comprende asociaciones de agricultores (arroz, café, etc.), gremios empresariales como las Cámaras de Comercio de Ibagué, Sur y Norte del Tolima, empresas industriales y comerciales locales. Estos actores son tanto potenciales beneficiarios como co-inversionistas en proyectos. Por ejemplo, un gremio arrocerero podría co-invertir en una planta de biomasa, o un centro comercial en Ibagué instalar paneles para autoconsumo. Su

interés es reducir costos energéticos, mejorar su sostenibilidad corporativa y eventualmente generar nuevos negocios en torno a las energías limpias. Las Cámaras de Comercio pueden promover y aglutinar iniciativas empresariales en este campo, fomentando la creación de *startups* locales de energía solar, empresas instaladoras, etc. **Beneficios esperados:** empresas más competitivas por menor costo de energía, oportunidades de innovación y marketing "verde", formalización de nuevas empresas en el sector renovable.

- **Bancos, fondos de inversión y sector financiero:** El financiamiento será esencial, por lo que el rol de bancos (nacionales e internacionales), cooperativas de crédito y fondos (Finanzas y Tecnología (FINTECH) verdes) es el de financiadores dispuestos a apoyar proyectos sostenibles. Algunos bancos ya manejan líneas de "financiamiento verde" y podrían enmarcar proyectos del Tolima allí. Su interés es diversificar portafolio con inversiones sostenibles y obtener retornos seguros (los proyectos de energía suelen tener clientes seguros). **Beneficios esperados:** rentabilidad financiera y reputación por apoyar la transición (ESG positivo). La política debe considerar mecanismos de garantías o blending para atraer más financiamiento privado.

Actores Sociales y del Conocimiento:

- **Comunidades locales:** Incluye población urbana y rural, organizaciones comunitarias, Juntas de Acción Comunal, comunidades indígenas (Pijao) y afrodescendientes del Tolima. Son los beneficiarios finales de la política y también actores activos en su construcción participativa. Se espera que contribuyan con su conocimiento del territorio, prioridades locales y que participen en la gestión de proyectos (por ejemplo, en esquemas de comunidades energéticas donde ellos sean co-propietarios de infraestructuras). Su principal interés es acceder a energía confiable, económica y limpia para mejorar su calidad de vida, y que los proyectos respeten sus derechos y cultura. **Beneficios esperados:** electrificación rural total, reducción de costos energéticos en los hogares, nuevas oportunidades de empleo o ingresos

(por ejemplo, cooperativas solares) y un ambiente más sano. Es vital empoderar a las comunidades para evitar el sentimiento de imposición externa.

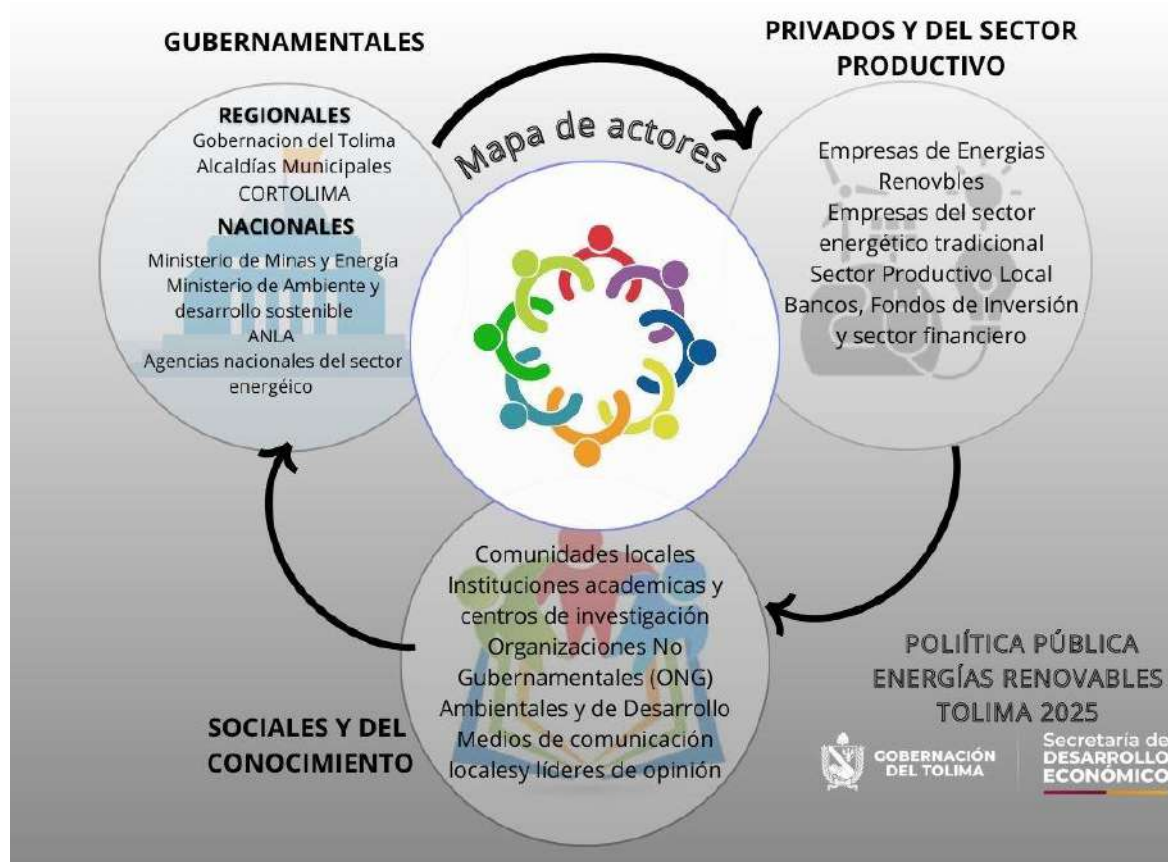
- **Instituciones académicas y centros de investigación:** Aquí se ubican la Universidad del Tolima, Universidad de Ibagué, SENA, y otras (Universidad Nacional sede Melgar, etc.), así como posibles centros de investigación (por ejemplo, el CINSET de la UT). Actúan como cooperantes técnicos aportando investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), estudios de potencial, formación de talento humano y asesoría científica. Pueden liderar pilotos (ej. laboratorio de microrredes en campus universitario) o evaluar el impacto socioeconómico de proyectos (observatorios). Su interés es acceder a fondos de investigación, publicar resultados, y cumplir su función misional de extensión social.
Beneficios esperados: fortalecimiento del capital humano especializado en el Tolima, desarrollo de tecnologías apropiadas localmente, vinculación de egresados en nuevos empleos verdes.

- **Organizaciones No Gubernamentales (ONG) Ambientales y de Desarrollo:** Existen ONG locales y nacionales (p.ej., WWF Colombia, Fundación Natura, ONG de cooperativismo energético) que pueden apoyar la transición en Tolima. Pueden proveer asistencia en formulación de proyectos, financiamiento de pequeña escala, procesos de educación ambiental y veeduría ciudadana. Su interés es impulsar la agenda climática, conservar ecosistemas y empoderar comunidades.
Beneficios esperados: cumplimiento de su misión (ODS, reducción de emisiones), participación en casos de éxito replicables y generación de aprendizajes que puedan transferir a otras regiones.

- **Medios de comunicación locales y líderes de opinión:** Si bien no se enumeran siempre, su rol es significativo en la socialización y concientización pública. Radios comunitarias, prensa regional (El Nuevo Día, Ecos del Combeima), pueden difundir avances y promover la aceptación social. Su beneficio es obtener información valiosa para su audiencia y contribuir al desarrollo regional.

Figura 8

Relaciones y Sinergias Esperadas



Relaciones y Sinergias Esperadas:

La interacción entre estos actores deberá ser orquestada por la Gobernación a través de instancias de participación como mesas departamentales de energía, consejos consultivos o la creación de un Consejo Departamental de Energías Renovables donde tengan asientos representantes de todos los sectores. La colaboración intersectorial puede producir importantes sinergias: por ejemplo, *universidades + empresas* generando innovación (instalación de prototipos en campo); *comunidades + ONG* creando proyectos de pequeña escala con apoyo técnico; *Gobernación + bancos* estructurando mecanismos financieros atractivos; *alcaldías + empresas* facilitando el desarrollo de proyectos en territorios con beneficios mutuos.

Es vital asegurar que la comunicación y el consenso entre actores diversos

legitimen la política pública y agilicen su ejecución. Una participación articulada fortalece la gobernanza del sector energético, generando confianza y compromiso compartido. Así, la transición energética en Tolima no debe ser un proceso unidireccional impuesto, sino un esfuerzo colectivo, incluyente y participativo donde gobierno, empresa, academia, comunidades y cooperantes internacionales aúnen esfuerzos hacia objetivos comunes.

Roles Específicos y Contribuciones de Actores Clave (resumen):

A modo de síntesis, se puede presentar una tabla resumida de algunos actores clave, sus roles, intereses y contribuciones, inspirada en la agenda de actores identificada:

Figura 9

Tabla Resumida de Actores Clave

Actor	Rol	Interés	Contribución
Gobernación del Tolima	Liderazgo político y coordinación interinstitucional	Desarrollo sostenible, diversificación energética	Apoyo financiero y técnico, políticas e incentivos, coordinación de proyectos
Alcaldías municipales	Implementación local, adecuación normativa y logística.	Beneficiar a sus comunidades con energía limpia	Facilitar terrenos, cofinanciar proyectos locales, sensibilización local.
Comunidad local	Beneficiaria y partícipe (p.ej. en comunidades energéticas)	Acceso a energía asequible, mejorar calidad de vida	Aporte de mano de obra local, operación y mantenimiento participativo, retroalimentación sobre necesidades
Empresas renovables privadas	Inversor/Desarrollador de proyectos	Expandir mercado, retorno de inversión	Capital, tecnología, gestión de proyectos, generación de empleos locales.
Instituciones académicas	: Cooperante técnico (I+D, formación)	Investigación aplicada, formación de estudiantes, impacto social.	Estudios de potencial, capacitación de talento humano, acompañamiento técnico
Ministerio de Minas-Energía	Rector normativo y fuente de recursos	Cumplir metas transición a nivel nacional	Lineamientos políticos, asistencia técnica (UPME), acceso a fondos nacionales, articulación con legislación (CREG, etc.)
CORTOLIMA	Regulador ambiental regional.	Proteger ecosistemas, desarrollo sostenible	Acompañamiento en licenciamiento, monitoreo ambiental, asesoría en mitigación de impactos.
EGETSA	Actor técnico-comercial en generación	Creer en renovables, rentabilidad	Ejecutor de proyectos departamentales de gran escala, know-how en generación, infraestructura existente
Bancos/Fondos	Financiador	Retornos financieros, Cartera Verde	Préstamos, inversión de capital, esquemas de leasing o PPAs, etc.

ONG Ambientales	Aliadas en concienciación y cooperación	Cumplimiento de ODS, mitigación de cambio climático.	Financiamiento de pequeños proyectos comunitarios, educación ambiental, veeduría independiente.
--------------------	---	--	---

En conclusión, el análisis institucional del Tolima muestra que hay una constelación de actores listos para participar en la transición energética. La eficacia de la política dependerá de qué tanto se logre comprometer a cada uno en acciones concretas, creando mecanismos de participación permanentes (mesas, consejos) y alianzas estratégicas (público-privadas, academia-comunidad, etc.). La diversidad de perspectivas, técnicas, sociales y económicas, sumará fortaleza al proceso siempre que exista diálogo y objetivos compartidos. Este mapeo servirá para delinear las estrategias de gestión de actores dentro del plan de acción de la política, asegurando que todos sumen al objetivo común de convertir al Tolima en una potencia regional de energía limpia.

ANÁLISIS FODA DEL SECTOR

Como complemento al diagnóstico, se realiza un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) del sector de energías renovables en el Tolima. Esta herramienta estratégica permite resumir los aspectos internos (fortalezas y debilidades propias del departamento) y externos (oportunidades y amenazas del entorno) que inciden en la formulación de la política pública. A continuación, se presenta el análisis FODA:

Fortalezas (factores internos positivos):

- **Alto potencial de recursos renovables:** El Tolima posee una irradiación solar excepcional en amplias zonas (4,5–5,5 kWh/m²/día), un buen potencial hidroeléctrico con numerosos ríos y relieve adecuado, abundante biomasa residual por su producción agrícola, e incluso algunas áreas con vientos aprovechables. Esta dotación natural es una fortaleza fundamental, ya que asegura la viabilidad técnica de múltiples tipos de proyectos (granjas solares, PCHs, biodigestores, etc.) y la posibilidad de una matriz diversificada.

- **Existencia de infraestructura energética básica:** Si bien hay deficiencias, el departamento cuenta con infraestructura clave: centrales hidroeléctricas ya operando (que dan know-how y base industrial), una red eléctrica interconectada (subestaciones como las de Mirolindo en Ibagué, Espinal, etc.), y presencia de una empresa distribuidora establecida (Celsia Tolima) y de Egetsa. Partir de *cierta infraestructura existente* facilita escalar la transición (por ejemplo, se pueden hibridizar centrales hidro con solar, o aprovechar líneas de transmisión actuales para nuevas plantas). La posición geográfica céntrica también es fortaleza, ya que Tolima está cerca de grandes centros de consumo (Bogotá, Cali) a los cuales podría exportar energía renovable a futuro.
- **Voluntad política y apoyo institucional emergente:** Actualmente hay un claro apoyo político del gobierno departamental hacia la agenda de energías renovables. La inclusión del tema en el plan de desarrollo y la formulación misma de esta política pública demuestran compromiso. Asimismo, 80% de municipios ya contemplan metas de renovables en sus planes locales, lo cual indica alineación institucional. Esta voluntad política es una fortaleza porque brinda dirección y puede acelerar la implementación con decisiones de alto nivel (asignación de recursos, convenios, etc.).
- **Capital humano en formación y tejido académico:** El Tolima cuenta con universidades e instituciones técnicas que están desarrollando programas y proyectos en energías alternativas (por ejemplo, la Universidad de Ibagué ha incursionado en investigación solar, el SENA capacita técnicos eléctricos, etc.). Si bien aún incipiente, existe un *capital humano local* dispuesto a especializarse en estos temas. Los tolimeses tienen tradición de emprendimiento y con entrenamiento adecuado, pueden liderar iniciativas renovables. El tejido de centros educativos es una fortaleza ya que la transición requerirá técnicos, tecnólogos e ingenieros formados localmente para mantenimiento e innovación continua.
- **Experiencias piloto y casos de éxito recientes:** La exitosa construcción

y operación de varias granjas solares (El Espinal, Celsia Solar etc.) demuestra que en Tolima es factible materializar proyectos renovables en tiempo y costo previstos. Estos casos sirven de demostración a otros inversionistas y generan conocimiento local (empresas tolimenses participaron en su construcción). También hay experiencias en Ecoaldeas con sistemas solares, microcentrales comunitarias, etc., que proveen lecciones aprendidas. Tener ya proyectos funcionando es una fortaleza porque reduce la percepción de riesgo (se sabe que la radiación rinde lo proyectado, etc.) y genera aceptación social cuando la gente ve beneficios tangibles (empleos creados en la construcción, por ejemplo).

- **Sinergia con sectores estratégicos del departamento:** Muchas iniciativas renovables pueden complementarse con sectores fuertes del Tolima. Por ejemplo, la agroindustria del arroz y café puede beneficiarse de energía limpia para valorizar sus cadenas; el turismo (como el ecoturismo en el Cañón del Combeima) puede promocionarse como turismo sostenible con energías limpias; el sector educativo puede innovar en currículos verdes. Esta *capacidad de sinergia* interna es fortaleza, pues permite integrar la transición energética con el desarrollo de otros sectores económicos, multiplicando impactos positivos.

Debilidades (factores internos negativos):

- **Falta de una estructura institucional específica en energía:** Hasta ahora, el Tolima no cuenta con una Secretaría o Agencia de Energía dedicada (el tema estaba difuso entre las secretarías de ambiente y desarrollo económico). Tampoco existe un observatorio energético regional o unidad técnica local. Esta ausencia de una estructura especializada es una debilidad, ya que dificulta la continuidad y seguimiento de la política. Sin una entidad claramente responsable, se corre riesgo de dispersiones o retrasos en la implementación.
- **Capacidad técnica limitada en entes territoriales:** La mayoría de alcaldías y dependencias departamentales carecen de personal técnico especializado en energías renovables. Esto se traduce en dependencia

de consultores externos para estudios, y en potenciales errores u omisiones en la formulación de proyectos por falta de conocimiento (p. ej., preparar mal un perfil técnico-económico para presentar a un fondo). La limitada capacidad técnica institucional es una debilidad que la política deberá subsanar con capacitación intensiva y asistencia técnica permanente.

- **Restricciones presupuestales del nivel local:** El departamento y los municipios tienen presupuestos estrechos, con múltiples necesidades básicas insatisfechas compitiendo por recursos. La inversión en proyectos de energía compite con inversión en vías, salud, educación, etc. Esta estrechez fiscal es una debilidad, ya que limita la capacidad de cofinanciación local. Si no se gestionan fuentes externas (nación, cooperación), pocos proyectos podrían financiarse solo con recursos tolimeses. Además, los mecanismos financieros actuales en el departamento (bancos locales) no están adaptados a proyectos energéticos de largo plazo.
- **Infraestructura obsoleta o insuficiente en algunas áreas:** A pesar de tener red eléctrica, en zonas rurales muchos equipos (transformadores, cableado) están en mal estado o son antiguos, lo que dificulta interconectar nuevas fuentes distribuidas. Igualmente, la cobertura de telecomunicaciones baja en ciertas veredas podría complicar sistemas inteligentes de medición o control de microredes. Esta limitación infraestructural interna es una debilidad, pues implica que para ciertos proyectos primero habría que invertir en reforzar o actualizar infraestructura base, añadiendo costos y tiempo.
- **Historial de lentitud administrativa y trabas locales:** En el Tolima, como en otras regiones, se reporta burocracia y trámites lentos para licencias, permisos de construcción, etc. Esta ineficiencia administrativa es una debilidad, porque desalienta a inversores si los procesos en ventanilla única local no son ágiles. También a nivel político, cambios de administración municipales han frenado a veces la continuidad de proyectos (p. ej., un alcalde que no prioriza lo iniciado por su antecesor). Mejorar la gestión pública es necesario para convertir esta debilidad en

fortaleza.

- **Poca visibilidad y promoción externa:** Hasta ahora, Tolima no ha figurado fuertemente en el radar nacional de inversiones en renovables (salvo los proyectos de Celsia). Departamentos como La Guajira, Atlántico, Santander han sido más sonados. Esta falta de marketing territorial es una debilidad que se refleja en la baja participación en eventos, ferias o publicaciones sobre renovables. Al no promocionar agresivamente su potencial, Tolima ha perdido quizá oportunidades de atraer más proyectos o pilotos nacionales (por ejemplo, no fue incluido en un primer piloto de hidrógeno). La política debe contemplar estrategias de promoción de la región en el ámbito energético.

Oportunidades (factores externos positivos):

- **Compromisos y financiamiento internacional en cambio climático:** A nivel global, el Acuerdo de París y los ODS han moviliz¹²⁴ado miles de millones de dólares para apoyar la transición energética en países en desarrollo. Colombia, con su NDC de 51% de reducción a 2030, puede acceder a fondos climáticos internacionales. Para Tolima, esto significa oportunidad de cooperación internacional (ej. programas de la ONU, Banco Mundial, BID, KfW) que financian proyectos renovables subnacionales. Ya existen iniciativas como REM (reducción de emisiones) para biomasa, o fondos de energía limpia del BID que podrían canalizarse hacia departamentos. La disponibilidad de recursos externos y transferencia tecnológica internacional es una gran oportunidad para apalancar la política pública, reduciendo la carga financiera local.
- **Apoyo del Gobierno Nacional y nuevos marcos normativos:** La transición energética es prioridad del gobierno nacional actual, lo cual se traduce en políticas favorables y respaldo técnico. Por ejemplo, el gobiern²⁶o ha lanzado la Estrategia Nacional de Comunidades Energéticas, los Programas de Obras por Regalías en energía, y podría destinar proyectos estratégicos al Tolima (instalación de paneles en colegios, etc.). Además, leyes recientes (Ley 2099, Ley 2294) ofrecen incentivos

concretos como ampliación de vigencia de beneficios tributarios hasta 2030, facilidades para Zonas No Interconectadas, etc. Tolima puede aprovechar al máximo esas herramientas nacionales, y al ser “early adopter” podría recibir proyectos piloto o mayor atención. Por ejemplo, la CREG deberá regular comunidades energéticas — Tolima podría ofrecerse como sede de los primeros pilotos en comunidades campesinas.

- **Disminución de costos tecnológicos:** Los costos de la tecnología renovable (paneles solares, baterías, aerogeneradores) han bajado drásticamente en la última década y siguen tendiendo a la baja. La energía solar fotovoltaica es hoy más barata por kWh que muchas fuentes fósiles. Esta tendencia global es una oportunidad ya que hace más rentables los proyectos en Tolima. Asimismo, la innovación produce equipos más eficientes adaptados a distintos entornos (ej. Paneles que funcionan con alta temperatura ambiente, etc.). La conjunción de precios bajos, nuevos modelos de negocio (leasing solar, PPAs corporativos) y mayor eficiencia reduce barreras de entrada para adopción masiva.
- **Mercado nacional de energías renovables en expansión:** Colombia en su conjunto está aumentando la demanda de energía renovable — grandes empresas buscan energía limpia para sus operaciones (por objetivos ESG) y hay interés en *certificados de energía renovable*. Esto abre la oportunidad de que el Tolima pueda exportar energía renovable a otras regiones (vía el SIN o acuerdos bilaterales). Por ejemplo, empresas en Bogotá podrían comprar energía solar de Tolima a través de contratos. Adicionalmente, el incipiente mercado de hidrógeno verde nacional podría incluir a Tolima (por su potencial solar e hídrico) para producir hidrógeno destinado a refinerías o fertilizantes. Ser proveedores de insumos energéticos limpios a nivel nacional es un nicho de oportunidad.
- **Posibilidad de desarrollar una economía verde regional:** Más allá de generar energía, la transición permite a Tolima diversificar su economía hacia industrias verdes: fabricación/ ensamblaje de componentes (Ej. montar una pequeña fábrica de estructuras metálicas para paneles), turismo sostenible (atrayendo visitantes a proyectos emblemáticos de

energía limpia), servicios especializados (consultoría, software energético). La ubicación y vocación productiva del Tolima le dan la oportunidad de insertarse en estas nuevas cadenas de valor. Por ejemplo, por la cercanía a Bogotá, podría ser sede de centros logísticos para mantenimiento de parques solares a nivel país, etc. Si la política crea el entorno adecuado, se puede atraer inversión privada para cluster de energías renovables en Tolima (un parque industrial verde).

- **Conciencia ciudadana y presión por sostenibilidad:** Globalmente y en Colombia aumenta la conciencia ambiental y la demanda por energías limpias. Esto es una oportunidad pues genera un ambiente favorable: las comunidades están más dispuestas a aceptar proyectos renovables que en el pasado, los jóvenes profesionales quieren trabajar en sectores verdes, las universidades impulsan currículos ambientales, y los consumidores valoran productos hechos con energía renovable. Este "viento de cola" social facilita la implementación de la política, siempre que se integren mecanismos de participación que canalicen ese entusiasmo.

Amenazas (factores externos negativos):

- **Incertidumbres macroeconómicas y fiscales:** La economía nacional atraviesa periodos de inflación alta, devaluación del peso y ajuste fiscal. Estas condiciones pueden amenazar la inversión en renovables, encareciendo importación de equipos o limitando recursos públicos disponibles. Si las tasas de interés suben mucho, los proyectos se vuelven menos rentables. Además, cambios en reglas fiscales (p.ej., reducciones de exenciones tributarias a futuro) podrían restar incentivos. La política debe tener en cuenta esta amenaza diseñando esquemas financieros robustos (p. ej., coberturas de tipo de cambio, asociación público-privada para compartir riesgos).
- **Cambio de prioridades políticas nacionales:** Aunque hoy hay apoyo nacional, siempre existe el riesgo de un cambio de gobierno (2026) con enfoque distinto que reduzca el impulso a la transición o modifique las reglas de juego. Cualquier señal de reversa regulatoria es una amenaza

pues puede frenar el ímpetu de inversores. Para mitigar esto, la política departamental debería institucionalizar sus metas vía ordenanza y anclar proyectos de largo plazo que trasciendan coyunturas políticas.

- **Competencia con otras regiones por recursos:** Muchos departamentos están compitiendo por atraer los mismos fondos y proyectos de energías renovables. Atlántico, La Guajira, Santander, etc., tienen estrategias agresivas. Existe la amenaza de que Tolima quede rezagado en la asignación de recursos nacionales (regalías, FENOGÉ) o en inversión privada, si otras regiones se muestran más preparadas o atractivas. Para contrarrestarlo, Tolima debe diferenciarse (por ejemplo, presentando proyectos maduros más rápido, ofreciendo condiciones favorables, etc.).
- **Conflictos sociales u oposición local:** Aunque la percepción es positiva, siempre hay riesgo de conflictos socioambientales que amenacen proyectos. Puede surgir oposición por uso de tierras agrícolas para paneles (debate seguridad alimentaria vs energía), reclamos de comunidades indígenas si se afecta su territorio, o movimientos ambientalistas si un proyecto no es bien socializado (ej., preocupación por impacto visual de aerogeneradores en un paisaje). Estos conflictos podrían retrasar o cancelar iniciativas, como ha ocurrido en otras partes de Colombia. Es clave abordarlos con participación temprana y transparencia, pero siguen siendo una amenaza latente.
- **Impactos del cambio climático en recursos energéticos:** Paradójicamente, el cambio climático que se busca mitigar también puede generar amenazas físicas: variabilidad hidrológica extrema puede reducir generación hidroeléctrica (sequías fuertes) o, por el contrario, eventos extremos dañar infraestructura (inundaciones, vientos huracanados). También olas de calor extremo pueden afectar rendimiento de paneles solares o demandar mayor gestión térmica. Estos riesgos climáticos son amenazas a la operación futura de sistemas energéticos. La planificación debe incorporar resiliencia (por ejemplo, diversificar para no depender solo de hidro, diseñar estructuras considerando eventos 1 en 100 años, etc.).

- **Problemas de orden público y seguridad:** Aunque Tolima es hoy relativamente estable, existe la amenaza de situaciones de orden público (p. ej., protestas sociales, resurgimiento de grupos armados) que puedan dificultar proyectos en zonas rurales. La construcción de infraestructuras requiere seguridad; si hubiera alteraciones, las empresas podrían reconsiderar invertir. Además, el robo de componentes (paneles, cables) en zonas aisladas es un riesgo de seguridad que debe gestionarse. Mantener un clima de paz y diálogo social en torno a los proyectos es esencial para no espantar inversión.

Este análisis FODA proporciona un panorama claro de dónde debe la política apoyarse y dónde ser cautelosa. En síntesis, el Tolima tiene fortalezas importantes (potencial natural, voluntad política, casos de éxito) y oportunidades únicas en este momento histórico (financiamiento climático, apoyo nacional, costos bajos), pero también enfrenta debilidades internas (capacidad técnica limitada, falta de estructura robusta, recursos escasos) y amenazas externas (incertidumbre económica, posibles conflictos, competencia interregional). La estrategia a diseñar buscará maximizar las fortalezas y oportunidades — por ejemplo, capitalizar el potencial solar con ayuda de financiamiento internacional— y minimizar o mitigar debilidades y amenazas —fortaleciendo capacidades locales y creando planes de contingencia ante riesgos.

La comprensión de estos factores permitirá orientar las líneas de acción: potenciar lo que funciona (explotar la fortaleza de sol con proyectos masivos, etc.), aprovechar ventanas favorables (presentar proyectos a fondos antes de que otros lo hagan), corregir puntos flacos (formación de personal municipal) y blindarse ante lo negativo (acuerdos comunitarios para evitar conflictos, etc.). El FODA será así una referencia constante en la formulación de objetivos y estrategias de la política pública.

LÍNEA DE TIEMPO DE LA EVOLUCIÓN DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN EL TOLIMA

Para contextualizar históricamente el proceso de transición energética en el

Tolima, se elabora una línea de tiempo resaltando hitos clave tanto a nivel nacional (normativo/estratégico) como eventos específicos en el departamento, que han marcado la ruta hacia la adopción de energías renovables. Esta cronología ayuda a entender el progreso logrado y las bases sobre las que se construirá la política pública actual.

- **1970s-1980s: Crisis energética y electrificación rural:** Durante las décadas de 1970 y 1980, Colombia enfrenta racionamientos eléctricos que impulsan la diversificación (termoeléctricas y primeras microcentrales). En el Tolima, se realizan proyectos de electrificación rural con pequeñas hidroeléctricas locales y extensiones de redes a corregimientos. Se construye la Central Hidroeléctrica de Prado (inaugurada en 1973) para generación regional. Estos años sientan las bases de infraestructura eléctrica en el departamento.
- **1994: Reforma energética nacional:** Se expiden las Leyes 142 y 143 de 1994, que reforman el sector eléctrico, promoviendo la participación privada. Aunque centradas en prestación del servicio, permiten más adelante la entrada de proyectos privados (piso legal para que empresas como Celsia operen en regiones como Tolima). También nace la CREG que luego regula autogeneración.
- **2001-2004: Primeros pasos en energías alternativas:** Ley 697 (Uso eficiente de energía) y Ley 939 (biocombustibles) a nivel nacional. En Tolima se promueven cultivos de higuera para biodiésel (plan piloto que no prosperó mucho). 2004: Tolima se vincula a los programas de etanol combustible con producción de caña-panelera.
- **2008: Creación de EGETSA:** Se constituye formalmente la Empresa Generadora y Comercializadora de Energía de Tolima S.A. E.S.P. (Egetsa), con participación de la Gobernación, para impulsar proyectos de generación hidroeléctrica. Aunque sus proyectos tardarían, este hito muestra visión temprana del departamento en generar su propia energía.
- **2013: Colombia ingresa a IRENA:** El país se une a la Agencia Internacional de Energías Renovables, reforzando su compromiso

global. Tolima participa en estudios nacionales de potencial renovable elaborados ese año (UPME incluye datos de radiación en el departamento en su Atlas).

- **2014: Ley 1715 de 2014:** Se expide la ley de integración de energías renovables no convencionales, creando incentivos e instrumentos. Este es un parteaguas: a partir de aquí se habilitan proyectos renovables en todo el país. Para Tolima, abre la puerta legal a que se desarrollen parques solares, eólicos, etc., y le brinda acceso a beneficios fiscales que luego aprovecharía. Marca el inicio formal de la "transición energética" en Colombia, aunque pasarían algunos años para ver proyectos concretos.¹²⁷
- **2015: Desarrollos regulatorios y planificación:** Decreto 1073 compila normas energéticas integrando lineamientos de Ley 1715. En el Tolima, ISAGEN inaugura la Central Hidroeléctrica Cucuana (58⁴⁹ MW) en Roncesvalles, uno de los últimos grandes proyectos hidro en la región. También ese año la UPME realiza el primer registro de proyectos FNCER: en Tolima aparecen inscripciones iniciales de pequeñas plantas solares por empresas locales, sin ejecución aún.
- **2017: Tolima identificado como potencia solar:** CORTOLIMA publica noticia "Tolima, potencia en energía limpia" (abril 2017) destacando 21 proyectos solares proyectados y municipios con alta radiación. Esto denota la creciente atención local al recurso solar.⁴⁸ Normativamente, en 2017 se expiden decretos nacionales facilitando autogeneración a pequeña escala (Decreto 348) y reglamentando el FENOGE (D.1543), preparando el terreno para financiamiento de proyectos que Tolima podría usar.¹³
-
- **2018: Inicio de proyectos solares a pequeña escala:** Algunas empresas agrícolas en Tolima instalan sus primeros sistemas fotovoltaicos para autoconsumo (por ejemplo, un secadero de café con paneles en Planadas, o bombas solares en fincas de Natagaima).¹⁴ En el plano

nacional, en 2018 salen normas de subastas (Decreto 057) y se realiza la primera subasta de renovables (que adjudicaría más adelante proyectos, ninguno en Tolima en esa ronda).

- **2019: Plan de Desarrollo Tolima 2020-2023 incluye energías renovables:** Bajo la administración anterior, el plan "Tolima Innovador" menciona la promoción de energías alternativas, pero sin acciones concretas fuertes (plantea estudios y formulación de proyectos). Este año se lanza la Misión de Transformación Energética en Colombia: Tolima participa en algunos talleres regionales.
- **2020: Primer gran proyecto renovable operativo – El Espinal solar:** En octubre 2020 se inaugura Celsia Solar El Espinal (9,9 MW), la primera granja solar a escala utility en Tolima. Asisten autoridades nacionales y marca un hito de la transición tangible en el departamento. Celsia anuncia su plan de varios parques más. Ese año, Colombia realiza la subasta de renovables 2020: Celsia gana contratos para proyectos solares en Tolima (Escobal).
- **2021: Impulso normativo mayor – Ley 2099 y proyectos en pipeline:** En julio 2021 se expide la Ley 2099 de Transición Energética, que refuerza incentivos e introduce hidrógeno. En el Tolima, varias empresas inscriben proyectos solares en UPME (Atlas Renewable inscribe el proyecto Shangri-La de 201 MW; también proyectos medianos de 19,9 MW en norte del Tolima). Electrolima es adquirida por Celsia, integrando distribución y generación en la región. Egetsa inicia estudios para PCH en Roncesvalles.
- **2022: Aumento acelerado de capacidad solar en construcción:** Para 2022 ya están construidos los parques solares Lanceros (Melgar), San Felipe (Armero), Yuma y Dulima (ambos en Flandes). Tolima alcanza ~60 MW solares instalados. En mayo 2022 se elige nueva administración nacional con agenda de transición energética justa, favorable para regiones. Ese año, UPME publica el *Plan Energético Nacional 2020-2050* resaltando a Tolima como zona de crecimiento en solar.

• **2023: Plan Nacional de Desarrollo y formulación de política departamental:**

En mayo 2023 se promulga la Ley 2294/2023 – PND 2022-2026^{125 24}, que trae modificaciones pertinentes (comunidades energéticas, etc.). En el Tolima, asume la nueva Gobernación (Adriana Matiz) en enero 2023 con prioridad en energías limpias. Se inicia formalmente la formulación de la Política Pública de Energías Renovables del Tolima (marzo 2023), creando mesas de trabajo, recopilando información (como la encuesta municipal). En el segundo semestre, Celsia comienza obras del complejo Escobal en Ibagué (198,8 MW). Tolima es reconocido a nivel nacional: en diciembre, SER Colombia reporta al Tolima con

403 MW de capacidad renovable solar acumulada aprobada, la segunda más alta del país. Finalizando 2023, hay expectativa de que en 2024 entren en operación ~150 MW nuevos en Tolima, triplicando lo existente.

129

• **2024 (proyección inmediata): Aprobación de la Política Pública y consolidación de proyectos.**

Se espera en 2024 la adopción oficial mediante ordenanza de la Política Pública de Energías Renovables del Tolima, convirtiéndola en hoja de ruta obligatoria hasta 2034 (por ejemplo). Asimismo, entrarán en funcionamiento los parques solares Escobal (6 granjas) y posiblemente Shangri-La (si cumple cronograma para finales 2024). Tolima superaría así los 250 MW operativos de renovables no convencionales. Este año también se proyecta lanzar las primeras Comunidades Energéticas Campesinas de Colombia, y Tolima podría presentar candidaturas (p. ej., en zonas cafeteras aisladas).

• **2030 (meta):** Si se cumplen las estrategias, para 2030 el Tolima podría tener más de 500 MW de capacidad renovable instalada (solar, mini-hidro, biomasa), cubriendo una porción importante de su demanda con energías limpias y exportando excedentes. Además, lograría ser territorio carbono- neutral en su sector eléctrico, aportando significativamente a la meta nacional de 51% de reducción de emisiones.

Esta línea de tiempo muestra que, aunque tardó en comparación con otras regiones, el Tolima ha acelerado su transición en los últimos 3-4 años (especialmente desde 2020). La política pública actual se formula en el momento oportuno: tras haberse dado los primeros pasos tangibles, pero a

tiempo para guiar el gran crecimiento que se anticipa. Cada hito precedente (normas, proyectos) ha allanado el camino, y los próximos años serán críticos para cimentar lo logrado y ampliar la escala.

Cabe resaltar que la línea temporal incluye acciones futuras deseadas, ya que la política se orienta a metas de mediano y largo plazo (2030-2050). No obstante, su éxito se medirá en cómo los hitos planeados (ej.: electrificación 100% rural a 2026, X MW instalados a 2027, etc.) se van cumpliendo en los años posteriores a su adopción. La línea de tiempo será, por tanto, un elemento vivo que la Gobernación deberá actualizar en sus informes de seguimiento, agregando los nuevos logros que la implementación vaya produciendo.

(Nota: En el documento de la política se incluirá una representación visual de esta línea de tiempo, destacando los principales hitos mencionados arriba.)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PRELIMINARES

Conclusiones del diagnóstico: El análisis realizado a lo largo de este documento lleva a varias conclusiones clave que fundamentan la necesidad y orientación de la política pública de energías renovables para el Tolima:

- El Tolima posee condiciones naturales excepcionales para el desarrollo de energías renovables (solar, hídrica, biomasa), lo cual representa una ventaja comparativa importante. Sin embargo, dicho potencial ha sido aprovechado solo marginalmente hasta ahora, manteniendo al departamento dependiente de fuentes convencionales externas y limitando su desarrollo económico sostenible.
- Existe un marco normativo y estratégico nacional sólido (Ley 1715, Ley 2099, PND 2023, NDC, ODS) que respalda la transición energética regional. El Tolima no parte de cero en este proceso: cuenta con incentivos legales vigentes, programas nacionales a los que acceder y metas claras de país con las cuales puede alinearse (ej. contribuir al 51% de reducción de emisiones al 2030). Aprovechar esta alineación normativa

es esencial para movilizar recursos y legitimidad.

- A nivel departamental y local, hay voluntad política declarada y un alto interés de los municipios en impulsar las ⁷³energías renovables. Sin embargo, esa voluntad no se ha traducido aún en un marco institucional local robusto ni en acciones coordinadas sostenidas. Se identifica como problema central la insuficiente concreción de proyectos renovables con enfoque productivo en el Tolima, causada por vacíos en políticas locales, debilidades técnicas y financieras, y falta de articulación interinstitucional.
- **Las necesidades y brechas son evidentes:** persisten zonas sin acceso a energía de calidad (40% de municipios reportan mal servicio), la población rural sufre inequidades que ³⁷podrían mitigarse con proyectos energéticos (empleo, servicios), y los sectores productivos pagan costos altos por la energía, afectando su competitividad. La transición energética ofrece soluciones viables a muchos de estos problemas (electrificación rural con solares, generación distribuida para reducir costos empresariales, etc.), por lo que direccionar esfuerzos en este sentido aborda simultáneamente metas económicas, sociales y ambientales.
- **Se constata que en los últimos tres años se han dado avances significativos en el Tolima:** más de 70 MW solares ya operativos, proyectos en construcción que multiplicarán esa cifra, y varios más en planeación. Esto demuestra la factibilidad de los proyectos renovables en el territorio y sienta un precedente positivo. La política pública departamental llega en un momento crítico para ordenar, potenciar y escalar este despliegue, asegurando que se realice de manera estratégica (con equidad territorial, protección ambiental y maximizando beneficios locales).
- El mapa de actores muestra que hay numerosos interesados y beneficiarios de la transición energética en Tolima — Gobierno departamental, alcaldías, empresas, academia, comunidades,

financiadores — y que su coordinación efectiva puede convertirse en un poderoso motor de implementación. Sin embargo, actualmente esa coordinación es débil. La política debe establecer mecanismos concretos de participación y trabajo conjunto (mesas, convenios), pues la colaboración público-privada-comunitaria e interinstitucional será condición sine qua non para alcanzar las metas propuestas.

- El análisis FODA revela que las fortalezas y oportunidades del Tolima en este campo claramente superan a sus debilidades y amenazas, siempre que se tomen medidas para mitigarlas. En particular, el fuerte apoyo normativo, la disponibilidad de financiamiento climático internacional y la baja de costos tecnológicos configuran una ventana de oportunidad histórica para el Tolima, que debe ser aprovechada sin demora antes de que cambien las condiciones externas.

En conclusión, el diagnóstico integral ratifica que la formulación de una Política Pública de Energías Renovables del Tolima no solo está plenamente justificada, sino que es impostergable. Esta política se vislumbra como el instrumento para canalizar los recursos y voluntades existentes hacia un objetivo común: transformar la matriz energética del departamento, haciéndola más limpia, autónoma y al servicio del desarrollo sostenible regional.

Recomendaciones preliminares: A la luz de los hallazgos, se plantean las siguientes recomendaciones iniciales que deberían considerarse en la formulación de la política pública (y en las acciones tempranas durante su implementación):

1. **Crear una entidad o instancia especializada en energía a nivel departamental:** Por ejemplo, una Unidad Técnica de Energía Renovable dentro de la Gobernación o fortalecer a Egetsa con un mandato ampliado hacia renovables. Esta entidad se encargaría de liderar la ejecución del plan energético territorial, brindar asistencia a municipios y gestionar proyectos con continuidad técnica.
2. **Formulación participativa y capacitación:** Involucrar activamente a

- municipios y comunidades en la definición de proyectos prioritarios (ej. a través de talleres en subregiones) para asegurar pertinencia local y apropiación. Paralelamente, iniciar de inmediato un programa de capacitación dirigido a funcionarios municipales y líderes comunitarios en formulación de proyectos energéticos, administración de comunidades energéticas, etc., en alianza con el SENA y universidades (desarrollando el capital humano necesario para implementar la política).
3. **Diseñar esquemas financieros innovadores:** Establecer un Fondo Departamental de Energías Renovables, alimentado con recursos de regalías, cooperación internacional e incluso aportes privados, que cofinancie proyectos estratégicos (especialmente en municipios con menos capacidad fiscal). Explorar mecanismos como *bonos verdes departamentales* o líneas de crédito blandas con bancos locales bajo garantía parcial de la Gobernación, para atacar la principal barrera identificada que es la financiación.
 4. **Implementar proyectos demostrativos de alto impacto en el corto plazo:** Para generar confianza y aprendizajes, se recomienda ejecutar algunos proyectos “rápidos” en los primeros 1-2 años: por ejemplo, dotar de paneles solares y baterías a instituciones educativas rurales en los 10 municipios con peor servicio eléctrico, o un proyecto departamental de bombeo solar para distritos de riego campesinos. Estos Quick Wins mostrarán resultados tempranos a la ciudadanía y servirán de modelo replicable.
 5. **Enfocarse en electrificación rural universal mediante renovables:** Coordinar con la Nación (Ministerio de Minas/FENOGÉ) un plan para lograr el 100% de cobertura eléctrica en zonas rurales dispersas del Tolima a 2026, principalmente con soluciones solares fotovoltaicas individuales y comunitarias. Esto alineado con la política de equidad del PND y complementado con programas productivos para usos de la energía en el campo (agroindustria rural).
 6. **Incluir el tema energético en el ordenamiento territorial y planes sectoriales:** Promover que en la próxima revisión de los POT municipales se introduzcan *zonas adecuadas para energías renovables* (por ejemplo,

suelos rurales de bajo uso agrícola que puedan destinarse a granjas solares, corredores de viento, etc.). Asimismo, integrar lineamientos de eficiencia energética y energías limpias en otros planes (Plan de Gestión Ambiental Regional, planes agropecuarios, turísticos, etc.), para asegurar coherencia transversal.

7. **Fortalecer la articulación interinstitucional e intersectorial:** Establecer formalmente un Consejo Departamental de Transición Energética, con representantes de Gobierno, alcaldías, sector privado, academia, comunidades y entidades nacionales (UPME, etc.), que se reúna periódicamente para monitorear avances de la política, destrabar cuellos de botella y alinear esfuerzos de todos los actores. Esta gobernanza participativa mantendrá el impulso y la transparencia en la ejecución.
8. **Comunicación, educación y sensibilización ciudadana:** Desarrollar una estrategia comunicativa para informar a la población sobre la política, los proyectos y los beneficios de las energías renovables. Incluir campañas en medios locales y actividades educativas (ferias de energía, visitas a plantas solares, concursos escolares sobre energía limpia) para cultivar una cultura energética sostenible y minimizar riesgos de oposición por desinformación.
9. **Garantizar la sostenibilidad ambiental y social de los proyectos:** Implementar protocolos estrictos de evaluación ambiental estratégica para la cartera de proyectos (evitando impactos en ecosistemas sensibles) y de consulta/participación con comunidades potencialmente afectadas, especialmente con grupos étnicos cuando corresponda. La transición debe ser *justa e inclusiva*, generando beneficios compartidos y sin detrimento de otros objetivos de conservación.
10. **Metas claras y sistema de seguimiento:** Definir en la política metas medibles de corto, mediano y largo plazo (ej.: X MW instalados al 2026, Y% de reducción de emisiones al 2030, Z empleos verdes creados al

2030) y establecer un sistema de monitoreo y evaluación anual. Publicar informes de progreso permitirá realizar ajustes y mantener accountability ante la ciudadanía.

En conclusión, el Departamento del Tolima se encuentra en una posición privilegiada para emprender con éxito su transición hacia las energías renovables, apoyado en su riqueza de recursos y en un contexto nacional/internacional propicio. Las recomendaciones anteriores constituyen pasos prácticos para traducir el diagnóstico en acciones efectivas. La voluntad política, conjuntamente con la participación de todos los actores y el aprovechamiento inteligente de los recursos disponibles, serán los pilares sobre los cuales se construya esta política pública.

De implementarse con decisión y colaboración, la política pública de energías renovables permitirá que en la próxima década el Tolima pase de ser un participante marginal a un protagonista nacional de la transición energética, con todos los beneficios sociales, económicos y ambientales que ello conlleva. En palabras simples: un Tolima más competitivo, más incluyente y más verde.

REFERENCIAS

- CORTOLIMA. (2017, 07 de abril). *El Tolima, potencia en energía limpia*. Recuperado de

<https://cortolima.gov.co/sala-de-prensa/noticias/1269-el-tolima-potencia-en-energia-limpia>

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018: resultados Tolima*. DANE, Bogotá.
- Gobernación del Tolima. (2020). *Plan de Desarrollo “El Tolima nos Une” 2020-2023*. Ibagué: Gobernación del Tolima.
- Holland & Knight. (2023, 26 de mayo). *Modificaciones del Plan Nacional de Desarrollo de Colombia a normas de Transición Energética*. HKLaw Noticias. Recuperado de <https://www.hklaw.com/es/insights/publications/2023/05/modificaciones-del-plan-nacional-de-desarrollo-de-colombia-a-normas>.
- Ley 693 de 2001. (2001, 19 de octubre). *Por la cual se dictan disposiciones sobre el uso de biocombustibles*. Diario Oficial No. 44.607. Congreso de Colombia.
- Ley 1715 de 2014. (2014, 13 de mayo). *Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional*. Diario Oficial No. 49.150. Congreso de Colombia.
- Ley 2099 de 2021. (2021, 10 de julio). *Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético y se modifican algunas normas*. Diario Oficial No. 51.720. Congreso de Colombia.
- Ley 2294 de 2023. (2023, 19 de mayo). *Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”*. Diario Oficial No. 52.302. Congreso de Colombia.
- Ministerio de Minas y Energía & BID. (2021). *Transición energética: un legado para el presente y el futuro de Colombia*. Bogotá: MME-BID.
- Reyes, R. E., Turriago, Á., Cárdenas, M., & Danna, J. P. (2023). *Análisis de Políticas Públicas para la adopción de Energías Renovables No Convencionales en Colombia*. Cuadernos Latinoamericanos de Administración, 19(36), 1-20.
- SER Colombia. (2023). *Portafolio Renovables 2024 – Estadísticas del sector*. Asociación de Energías Renovables Colombia.
- Unidad de Planeación Minero-Energética. (2022). *Plan Energético Nacional 2020-2050: Colombia, líder regional de energía sostenible*. UPME, Bogotá.
- Unidad de Planeación Minero-Energética. (2024). *Registro de Proyectos de Generación – Corte a marzo 31 de 2024*. UPME-SIEL.

- WWF Colombia. (2021, 29 de julio). *Colombia pledges to reduce its GHG emissions by 51% by 2030*. WWF News¹³¹. (Compromiso de NDC de Colombia).
- (Otras referencias a documentos técnicos, leyes y datos estadísticos se han citado a lo largo del texto según normas APA 7ª ed., incluyendo las leyes 697/2001, 939/2004, decretos reglamentarios, así como fuentes de DNP, IDEAM, etc., integradas en las secciones correspondientes).

SUBINDICES

1 2 3 4 5 6 7 12 13 14 15 16 17 24 25 30 34 35 37 38 41 42 43 44 53 58 59 60 61 62
63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92
93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120

file:///file-6uJxMMQnTc2qm7p6XZgJFb

⁸ Ley 1715 de 2014 - Gestor Normativo - Función Pública
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>

⁹ ¹⁰ ¹¹ ²⁰ ¹²⁷ Ley 1715 de 2014 – Integración de las Energías Renovables No Convencionales al Sistema Energético Nacional
<https://www.anla.gov.co/07rediseureka2024/normativa/leyes/ley-1715-de-2014-integracion-de-las-energias-renovables-no-convencionales-al-sistema-energetico-nacional>

¹⁸ ¹⁹ ²¹ ¹²⁸ Gobierno sanciona la ley de transición energética | Brigard Urrutia
<http://www.bu.com.co/es/insights/noticias/gobierno-sanciona-la-ley-de-transicion-energetica>

²² ¹³¹ Unlocking Colombia's climate potential - Long-term collaborations ...
<https://pia.ndcpartnership.org/2023/unlocking-colombias-climate-potential-long-term-collaborations-and-transformative-climate-actions/>

²³ Aligning Colombia's fuel efficiency standards with ZEV targets to ...
<https://theicct.org/aligning-colombias-fuel-efficiency-standards-with-zev-targets-to-meet-paris-climate-commitments-apr25/>

²⁶ ²⁷ ²⁸ ²⁹ ¹³² ¹³⁴ Modificaciones del Plan Nacional de Desarrollo de Colombia a normas de Transición Energética | Insights | Holland & Knight
<https://www.hklaw.com/en/insights/publications/2023/05/modificaciones-del-plan-nacional-de-desarrollo-de-colombia-a-normas>

³¹ Análisis de Políticas Públicas para la adopción de Energías Renovables No Convencionales en Colombia | Cuadernos Latinoamericanos de Administración
<https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/cuaderlam/article/view/4052>



GOBERNACION DEL TOLIMA
NIT: 800.113.6727
SECRETARÍA DESARROLLO ECONÓMICO



32 33 36 39 40

<https://extension.unibague.edu.co/images/2024/extension/visor/TOLIMA.pdf>

45 **Mapeo Solar de Colombia: Descubre el Potencial de tu Ciudad**

<https://www.opscolombia.com/blog/mapeo-solar-de-colombia>

46 47 **Gobierno Petro: 29 propuestas para los primeros 100 días en el Tolima | intermediosonline.com**

<http://www.intermediosonline.com/node/146800>

48 133 **CORTOLIMA | Corporación Autónoma Regional del Tolima - El Tolima, potencia en energía limpia**

<https://cortolima.gov.co/sala-de-prensa/noticias/1269-el-tolima-potencia-en-energia-limpia>

49 **Centrales hidroeléctricas en Colombia y Panamá - Celsia**

<https://www.celsia.com/es/centrales-hidroelectricas/>

50 **VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL - IDEAM**

<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/variacion-espacio-temporal1>

51 52 56 57 123 **Energía Solar en el Tolima | Celsia[:]**

<https://www.celsia.com/es/energia-solar-para-la-region/>

54 **[PDF] Se establece el procedimiento de avalúo, constitución e imposición ...**

<https://leyes.senado.gov.co/proyectos/images/documentos/Textos%20Radicados/proyectos%20de%20ley/2024%20-%202025/ PL%20091-24%20ENERGIAS%20RENOVABLES.pdf>

55 **BID Invest otorgará préstamo de US\$55 millones para la ...**
<https://www.energiaestrategica.com/bid-invest-otorgara-prestamo-de-us55-millones-para-la-construccion-de-una-planta-solar-en-tolima/>

124 **Colombia's NDC increases its 2030 climate change ambition and ...**

<https://www.ccacoalition.org/news/colombias-ndc-increases-its-2030-climate-change-ambition-and-integrates-new-targets-simultaneously-improve-air-quality-and-health>

129 **El mapa de calor de las energías renovables de Colombia**

<https://www.bnamericas.com/es/noticias/el-mapa-de-calor-de-las-energias-renovables-de-colombia>

130 **www1.upme.gov.co**

https://www1.upme.gov.co/siel/Inscripcion_proyectos_generacion/Registro_marzo_2024.pdf



ANÁLISIS DEL RESULTADO DE LA ENCUESTA SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL TOLIMA

Introducción

En el marco de la formulación de la Política Pública de Energías Renovables del Tolima, se aplicó una encuesta a actores institucionales, académicos, comunitarios y técnicos vinculados con el sector energético. El objetivo fue identificar percepciones, obstáculos, oportunidades y propuestas que orienten el diseño de un marco estratégico para la transición energética departamental. El análisis que se presenta a continuación se realizó bajo criterios técnicos y metodológicos acordes con los estándares de investigación en políticas públicas, empleando un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) y presentando los hallazgos de acuerdo con las normas APA vigentes.

1. Estadísticas generales de la encuesta

Se recopilaron 37 respuestas válidas. Los principales resultados de las preguntas cerradas son los siguientes:

Conocimiento normativo:

- El 54% de los encuestados conoce la Ley 1715 de 2014 y la Ley 2099 de 2021, mientras que un 46% aún desconoce estas disposiciones legales fundamentales para la transición energética.

Metas institucionales:

- El 68% de las organizaciones manifestó tener planes o proyectos en energías renovables; un 27% no cuenta con lineamientos claros, y un 5% se encuentra en etapa exploratoria.

Barreras normativas:

- Una proporción significativa considera que existen restricciones regulatorias que dificultan los proyectos de energías limpias, lo cual coincide con los obstáculos identificados en las preguntas abiertas.

Capacidades técnicas:

- El 40% de las entidades no cuenta con personal capacitado en instalación o mantenimiento de sistemas solares, biomasa u otras tecnologías limpias.

Capacitación:

- Mientras algunos realizan procesos frecuentes de formación, cerca del 50% no ha desarrollado programas estructurados en energías renovables.

Apropiación tecnológica:

- Aunque varios encuestados consideran adecuado el nivel de apropiación en sus territorios, existe un grupo relevante que lo evalúa como insuficiente o en proceso de consolidación.

Articulación académica:

- Más del 70% de los participantes afirmó tener vínculos con universidades o centros técnicos, lo cual constituye una ventaja para la innovación y la transferencia tecnológica.

Financiamiento:

- Una parte importante reporta dificultades de acceso a créditos y recursos, lo que confirma la existencia de limitaciones financieras.

Infraestructura eléctrica:

- Aproximadamente la mitad señaló que su territorio carece de redes y líneas de interconexión suficientes para proyectos renovables de gran escala.

Inversión privada:

- Una mayoría reconoció la existencia de actores privados interesados en proyectos de energías renovables en el Tolima, aunque aún no se ha consolidado un ecosistema robusto de inversión.

Soluciones descentralizadas:

- Más del 80% considera viable implementar paneles solares individuales o microrredes comunitarias, coherente con la figura de Comunidades Energéticas definida en la Ley 2294 de 2023.

Participación ciudadana:

- Más del 90% de los encuestados manifestó interés en recibir los resultados y participar en mesas de trabajo, reflejando un alto capital social para la construcción participativa de la política pública.

2. Análisis de preguntas abiertas

2.1 Obstáculos principales (Pregunta 7)

Los encuestados identificaron cinco tipos de barreras para expandir las energías renovables en el Tolima:

- Falta de conocimiento y capacitación (7 menciones): comunidades y funcionarios desconocen tecnologías, beneficios e incentivos.
- Limitaciones financieras y presupuestales (5 menciones): ausencia de inversión privada estable y restricciones presupuestales locales.
- Infraestructura insuficiente (4 menciones): redes eléctricas débiles, carencia de transformadores y baja capacidad de interconexión.
- Problemas de titulación y legalización de predios (3 menciones): obstáculos jurídicos que retrasan proyectos.
- Restricciones ambientales y permisos complejos (3 menciones): exigencias de licencias y trámites prolongados.
- Coincidencia: todos los encuestados resaltan la existencia de una combinación de barreras financieras, normativas y técnicas, con énfasis en el déficit de conocimiento y capacidades.

2.2 Estrategias propuestas (Pregunta 8)

Las principales estrategias sugeridas para superar los obstáculos fueron:

- Reformas normativas y ambientales (5 menciones): simplificación de licencias ambientales y agilización de la legalización de predios.
- Fortalecimiento institucional y voluntad política (3 menciones): lineamientos claros y compromiso de los gobernantes.
- Capacitación comunitaria y técnica (3 menciones): formación de funcionarios y comunidades en energías limpias.

- Inversión en infraestructura energética (1 mención): fortalecimiento de redes, subestaciones y transformadores.
- Planes de información y caracterización comunitaria: propuestas cualitativas sobre diagnósticos previos de comunidades y actores.

Coincidencia: la política pública debe priorizar educación y apropiación social, ajustes normativos claros y apoyo financiero-institucional para dinamizar proyectos.

3. Alternativas estratégicas para la política pública

Con base en los resultados de la encuesta, el diagnóstico departamental y la normativa nacional, se plantean las siguientes líneas estratégicas de intervención:

- Fondo Departamental de Transición Energética: cofinanciación de proyectos comunitarios, créditos blandos y capital semilla para emprendimientos verdes.
- Programa de Comunidades Energéticas Tolimenses: implementación de microrredes y paneles solares comunitarios bajo la Ley 2294 de 2023.
- Escuela de Energías Renovables del Tolima: alianza con SENA, Universidad del Tolima e ITFIP para formar talento humano especializado.
- Reforma normativa departamental y POT verdes: inclusión de zonas energéticas en los POT/EOT y estímulos tributarios locales.
- Plataforma de Inteligencia Energética Departamental: observatorio de datos energéticos con mapas de radiación solar, biomasa y demanda.
- Programa de Incentivos Productivos y Agroenergía: aprovechamiento de cascarilla de arroz, café y residuos ganaderos para proyectos de biomasa y biogás.
- Plan de modernización de infraestructura eléctrica rural: ampliación de redes y convenios con Findeter y empresas privadas.
- Mecanismos de articulación público-privada: mesas permanentes de transición energética y ventanilla única para proyectos renovables.
- Programa de educación y cultura ciudadana: campañas masivas en colegios, barrios y veredas sobre energías renovables y cambio climático.
- Convocatoria de innovación y emprendimiento verde: apoyo a startups, jóvenes y empresas con un premio departamental anual en energías

limpias.

4. Conclusiones generales

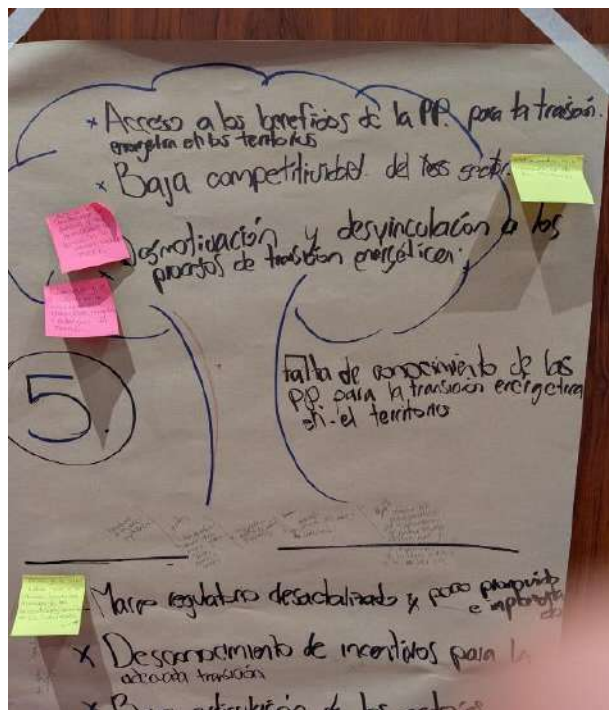
El análisis de la encuesta evidencia que el Tolima se encuentra en una fase incipiente de adopción tecnológica en energías renovables, con claras oportunidades de crecimiento. Los hallazgos permiten concluir que:

- La transición energética enfrenta barreras normativas, financieras y técnicas, que requieren acciones integrales y articuladas.
- Existe una ventaja estratégica en la articulación con universidades y centros de investigación, la cual debe potenciarse para cerrar la brecha de talento humano.
- El interés ciudadano y la disposición a participar son fortalezas clave que respaldan un enfoque de –
- La política pública debe priorizar la simplificación normativa, la capacitación comunitaria, la creación de mecanismos de financiamiento y la modernización de la infraestructura energética.
- El Tolima tiene condiciones para convertirse en referente nacional en comunidades energéticas y en el aprovechamiento productivo de la biomasa, lo que favorecería encadenamientos productivos rurales y urbanos.

ANÁLISIS DEL RESULTADO DE LOS ÁRBOLES DE PROBLEMAS

Figura 10

Árbol de Problemas 1



- Baja competitividad de los sectores.

Causas:

- Acceso a los beneficios de la PP para la transición energética en los territorios.
- Desmotivación y desvinculación a los procesos de transición energética.
- Falta de conocimiento de las PP para la transición energética en el territorio.

Consecuencias:

- Marco regulatorio desactualizado y poco apropiado e importante.
- Desconocimiento de incentivos para la adecuada transición.
- Baja articulación de los actores.

Figura 11

Árbol de Problemas 2



- No aprobación de los puntos de conexión.

Causas:

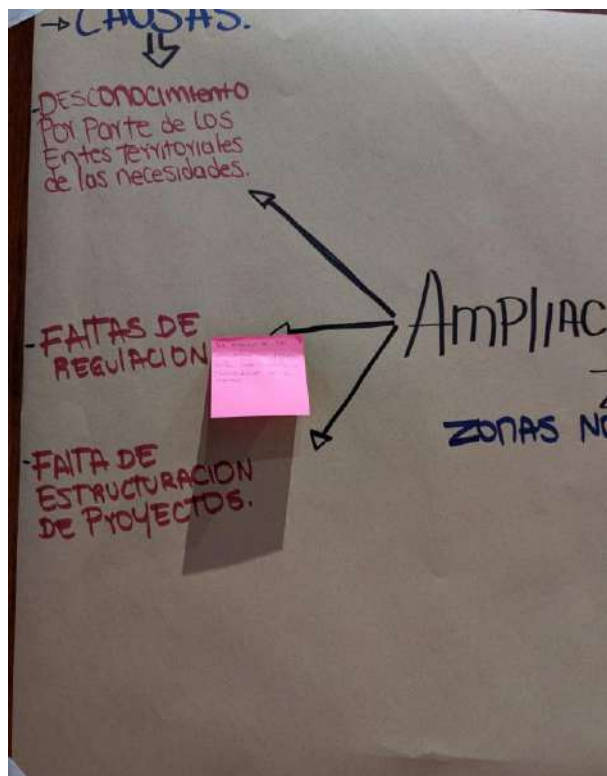
- Agotamiento del sistema eléctrico.
- Insuficiente inversión en el sistema eléctrico.
- Restricción normativa y vacíos jurídicos.

Consecuencias:

- Incumplimiento de las metas de diversificación de la matriz energética.
- No se amplía la cobertura al ritmo de la demanda.
- Conflicto entre actores del sector.

Figura 12

Árbol de Problemas 3



- Desconocimiento por parte de los entes territoriales de las necesidades.

Causas:

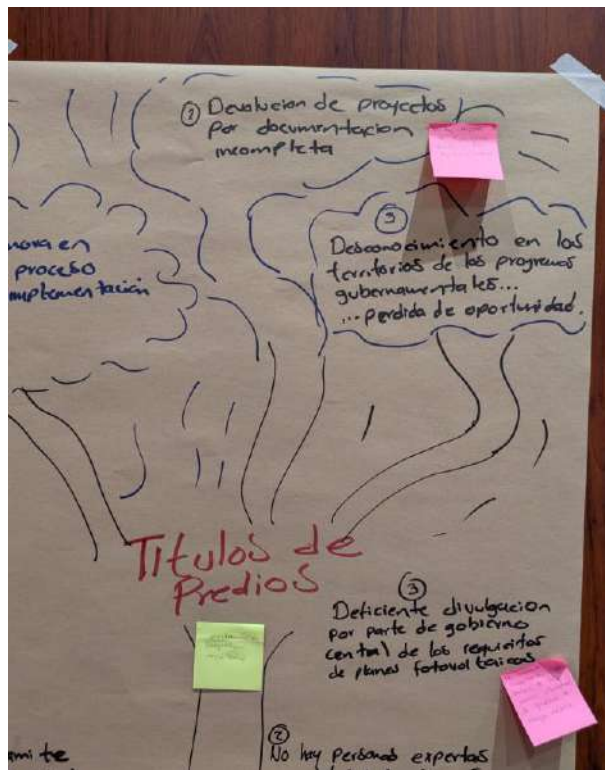
- Falta de regulación.
- Falta de estructuración de proyectos.

Consecuencia:

- Ampliación insuficiente de proyectos energéticos en zonas no interconectadas.

Figura 13

Árbol de Problemas 4



- Títulos de predios

Causas:

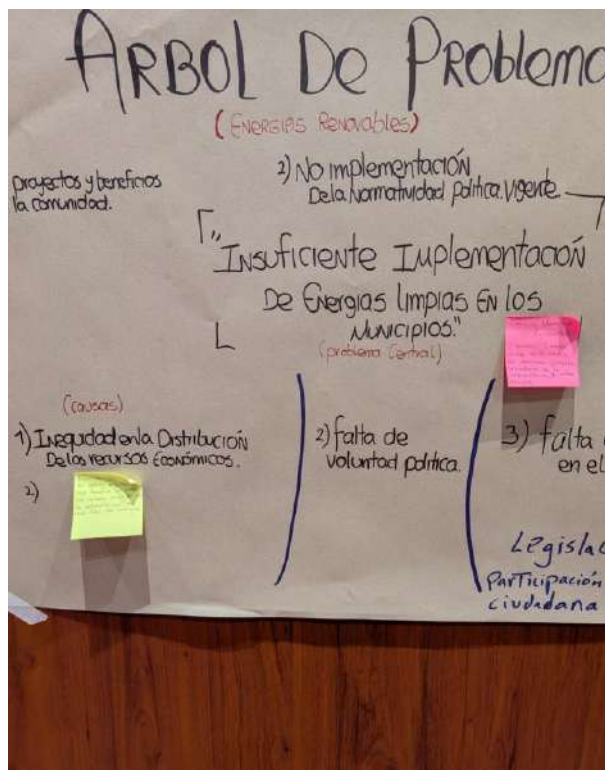
- Devolución de proyectos por documentación incompleta.
- Desconocimiento en los territorios de los programas gubernamentales → pérdida de oportunidades.
- Deficiente divulgación por parte del gobierno central de los requisitos de planes fotovoltaicos.

Consecuencias:

- Inexistencia de diagnóstico territorial.
- No hay personas expertas.

Figura 14

Árbol de Problemas 5



- Insuficiente implementación de energías limpias en los municipios.

Causas:

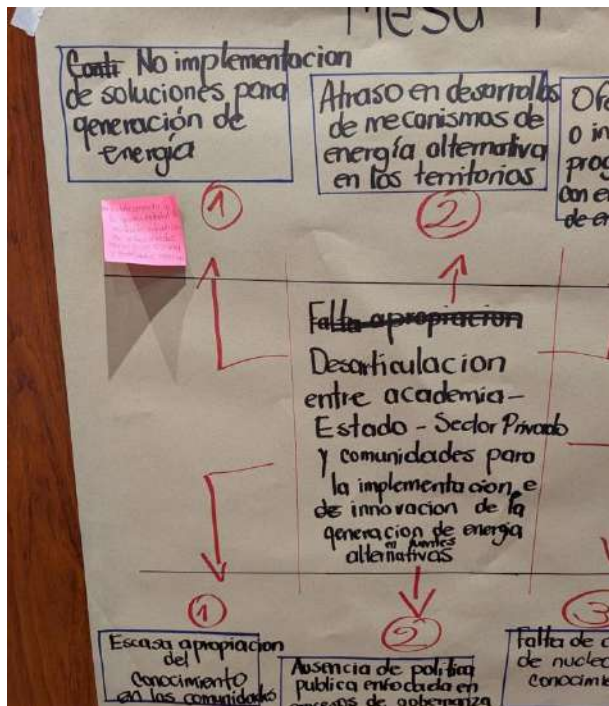
- Inequidad en la distribución de los recursos económicos.
- Falta de voluntad política.
- Falta de credibilidad en el sector público.

Consecuencias:

- No hay proyectos y beneficios para la comunidad.
- No implementación de la normatividad política vigente.
- Mayor implementación de energías renovables en el sector privado que en el público.

Figura 15

Árbol de Problemas 6



- Desarticulación entre academia – Estado – sector privado y comunidades para la implementación e innovación de la generación en fuentes de energía alternativas

Causas:

- Escasa apropiación del conocimiento en las comunidades
- Ausencia de política pública enfocada en procesos de gobernanza
- Falta de generación de núcleos de conocimiento

Consecuencias:

- No implementación de soluciones para generación de energía
- Atraso en desarrollo de mecanismos de energía alternativa en los territorios
- Oferta inexistente o incipiente de programas con enfoque en energías alternativas

CONCLUSIONES DE VALOR Y PROPUESTAS ESTRATÉGICAS PARA LA POLÍTICA PÚBLICA DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL TOLIMA

1. Diagnóstico Integral del Problema:

El Tolima posee un alto potencial energético renovable (solar, biomasa, hídrico y eólico en menor medida), pero la evidencia recopilada demuestra que este potencial está siendo infrautilizado debido a:

- Falta de infraestructura energética adecuada y deficiente cobertura en áreas rurales.
- Baja articulación entre actores institucionales, empresariales, académicos y comunitarios.
- Escaso conocimiento técnico y social sobre los beneficios de las energías renovables.
- Inversiones insuficientes y limitaciones en el acceso a financiamiento.
- Carencia de políticas departamentales sólidas y de planeación territorial (POT/EOT) que integren las energías limpias.

La encuesta en 10 municipios reveló que el 100% reconoce potencial renovable, especialmente solar, pero solo el 40% cuenta con proyectos en marcha (la mayoría privados), lo que confirma una brecha significativa entre el reconocimiento del potencial y su implementación real.

2. Hallazgos Clave:

- Viabilidad Solar Universal: El 100% de municipios reconocen la energía solar como opción estratégica.
- Barreras Financieras: El 60% señaló falta de recursos como principal obstáculo, lo que indica que el éxito de la política dependerá de un fondo financiero robusto con alianzas público-privadas.
- Vacíos en Planeación Territorial: Ningún municipio incluye áreas definidas para energías renovables en POT/EOT, reflejando una falta de visión a largo plazo.
- Débil articulación: La ausencia de coordinación entre gobierno, empresas, academia y comunidades limita la escala y sostenibilidad de los proyectos.
- Impacto social insuficiente: La falta de proyectos integrados con cadenas productivas impide que la transición energética se traduzca en empleo verde y competitividad local.

3. Conclusiones de Valor:

- El Tolima enfrenta una ventana de oportunidad histórica para posicionarse como líder en transición energética, siempre que supere

- los problemas de financiación, planeación y articulación.
- La energía solar debe ser el eje estratégico, complementada con biomasa (aprovechando residuos agrícolas como la cascarilla de arroz) y micro hidroeléctricas en zonas rurales.
 - El déficit de gobernanza energética se traduce en falta de credibilidad institucional y desaprovechamiento de incentivos nacionales como los de la Ley 1715 de 2014 y Ley 2099 de 2021.
 - La equidad territorial es un reto: mientras el sector privado avanza en proyectos solares a gran escala, los municipios y comunidades siguen rezagados, generando brechas sociales y económicas.
 - La política pública debe priorizar capacitación técnica, inclusión comunitaria y mecanismos de gobernanza participativa para garantizar legitimidad y sostenibilidad.

4. Alternativas y Recomendaciones Estratégicas

a) Gobernanza y Planeación

- Crear un Consejo Departamental de Transición Energética con representación de gobierno, academia, sector privado y comunidades.
- Incorporar las energías renovables en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT/EOT) y en el próximo Plan de Desarrollo Departamental.
- Formular un Plan Energético Territorial del Tolima (PETT) con metas claras a 2030 y 2050.

b) Financiamiento

- Establecer un Fondo Departamental de Energías Limpias, apalancado en regalías, cooperación internacional y alianzas público-privadas.
- Diseñar incentivos tributarios y programas de cofinanciación para proyectos comunitarios y empresariales.
- Impulsar esquemas de energía por servicios ecosistémicos para vincular la conservación ambiental con generación energética.

c) Inclusión Social y Productiva

- Implementar comunidades energéticas rurales bajo el marco del Decreto 2236 de 2023, priorizando campesinos, pueblos indígenas y afrodescendientes.
- Fomentar proyectos de bioenergía con residuos agrícolas (especialmente del arroz) como motor de encadenamientos productivos.
- Fortalecer la formación técnica y profesional en energías renovables mediante alianzas con universidades, el SENA y centros de investigación.

d) Innovación y Competitividad

- Crear un Centro de Innovación en Energías Renovables del Tolima como polo de investigación aplicada y transferencia tecnológica.
- Promover proyectos de autogeneración y eficiencia energética en instituciones públicas (hospitales, colegios, acueductos).
- Incentivar la digitalización y tecnologías inteligentes (redes inteligentes, almacenamiento en baterías, hidrógeno verde en el largo plazo).

5. Impacto Esperado

La implementación de estas medidas permitirá:

- Reducir la dependencia del Tolima en combustibles fósiles.
- Mejorar la calidad y cobertura del servicio eléctrico, especialmente en zonas rurales.
- Generar empleo verde calificado y no calificado en todas las fases de los proyectos.
- Fortalecer la competitividad regional al disminuir los costos energéticos.
- Contribuir al cumplimiento de los ODS 7 y 13, alineando al Tolima con las metas climáticas nacionales e internacionales.

El Tolima no solo debe ver la transición energética como un compromiso ambiental, sino como una estrategia de desarrollo económico, social y territorial. La política pública debe articular los recursos, actores y conocimientos para transformar el potencial energético en bienestar real para la población.