

APROXIMACIÓN DE LINEAMIENTOS ENERGÉTICOS EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 532 DE 2016
“FORMULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE
ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEPARTAMENTAL”



**UNIVERSIDAD
DE LOS LLANOS®**

GOBERNACIÓN DE ARAUCA
“Construyendo Futuro”
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
“Calificación académica y acción social”





Citación sugerida:

Universidad de los Llanos – Gobernación de Arauca. 2019. Formulación e Implementación del Plan de Ordenamiento Departamental de Arauca. “Aproximación de lineamientos energéticos en el departamento de Arauca”. Convenio interadministrativo 532 de 2016. Villavicencio – Colombia.

Verificación técnica:

Clara Inés Caro Caro. MSc. ©PhD. Profesor Universidad de los Llanos.

Naisly Ada Tovar Hernández. MSc. Profesor Universidad de los Llanos.

Supervisión:

Marco Aurelio Torres Mora. PhD. Profesor de la Universidad de los Llanos.



Tabla de Contenido

Introducción.....	5
1. Política energética, marco legal y regulatorio colombiano.....	5
2. Destacar el ahorro y la eficiencia energética.....	9
3. Tendencias mundiales.....	10
3.1 Ahorro y eficiencia energética.....	10
3.2 Energía Solar Fotovoltaica (ESF).....	10
3.3 Energía Solar Térmica (EST).....	11
3.4 Energía Eólica (EE).....	11
3.5 Energía de Biomasa y Residuos (EByR).....	11
3.6 Energía Geotérmica (EG).....	12
3.7 Pequeñas, Mini y Micro Centrales Hidroeléctricas (PCH, MCH, mCH).....	12
4. Tendencias nacionales.....	12
4.1 Energía Solar Fotovoltaica (ESF).....	13
4.2 Energía Solar Térmica (EST).....	14
4.3 Energía Eólica (EE).....	15
4.4 Pequeñas, Mini y Micro Centrales Hidroeléctricas (PCH, MCH, mCH).....	15
5. Horizontes energéticos en el departamento de Arauca.....	15
5.1 Electricidad.....	16
5.2 Hidrocarburos.....	16
6. Aproximación de los lineamientos para un ordenamiento energético territorial del departamento Arauca.....	17
6.1 Aspectos generales.....	17
6.2 Ahorro y eficiencia energética (AEE).....	18
6.3 Enfoque de aumento de eficiencia energética en el transporte fluvial.....	19
6.4 Transporte Terrestre en zonas con altas pendientes y zonas inundables.....	20
7. Alternativas energéticas para el departamento de Arauca.....	22
7.1 Energía solar fotovoltaica (esf).....	22
7.2 Energía solar térmica (est).....	23
7.3 Energía eólica.....	23
7.5 Energía de biomasa.....	25



Lista de tablas y figuras

Tabla 1. Cronológica de la Ley 1715 de 2014 “Ley de energías limpias” 6

Figura 1. Mapa energético y precisiones proyectivas para el departamento de Arauca..... 18

Introducción

En el libro *Energy Transitions: History, Requirements, Prospects*¹, su autor *Vaclav Smil*, reúne ordenadamente los orígenes y la prospectiva para la TRANSICIÓN ENERGÉTICA, considerada como el cambio más importante que debe acometer la humanidad en el corto y el mediano plazo frente al cambio climático, social y económico del mundo. Dicha TRANSICIÓN ENERGÉTICA ha sido adoptada bajo diferentes variantes como Política de Estado en numerosos países en los que vive una buena parte de la población mundial. En el caso del Estado Colombiano, no solo permanece muy a la saga de este cambio, sino que actúa casi como barrera para que lo jalone la sociedad civil y lo ponga en práctica.

En términos simples, la actual dinámica sociopolítica de la energía se podría sintetizar en dos tendencias, la primera enfocada a más energías fósiles y menos acciones ambientales; mientras que la otra propende más por acciones ambientales y menos energías fósiles, un continuo que permite ubicar a cada país/región en un contexto sociopolítico evolutivo en el cual se mueven los grandes conglomerados de la energía actuando en función de sus intereses, y por lo general enfrentados a movimientos sociales de carácter ambientalista. Muchos de los conglomerados de la energía tienen entre sus accionistas a grandes fondos de pensiones de los países desarrollados y de países en vías de desarrollo, lo cual genera no pocas contradicciones.

1. Política energética, marco legal y regulatorio colombiano

En Colombia la política, la legislación y la jurisprudencia energética², están marcadas (sino indicadas) por los objetivos empresariales de grandes conglomerados de la generación y transporte de electricidad, y por una empresa nacional de hidrocarburos orientada por objetivos paralelos.

En la práctica, la política energética tiene como premisa dominante la rentabilidad de las empresas fundamentada en la atención de la demanda, sobreponiendo ésta a otras como la

¹ Vaclav, S (2010) *Energy Transitions: History, Requirements, Prospects*. Praeger, Santa Barbara, CA

² UPME (2015) *Plan energético nacional Colombia: Ideario energético 2050*. Ministerio de Minas y Energía, Bogotá, DC. Disponible en sitio web:

http://www1.upme.gov.co/Documents/PEN_IdearioEnergetico2050.pdf



protección ambiental, la generación de empleo o acciones de C+T+I. Lo que resulta obvio bajo el modelo empresarial que caracteriza el control del mercado energético colombiano.

En conjunto, los actores dominantes del mercado energético se mueven cómodamente dentro de una política, una legislación y una estabilidad jurídica que les resulta favorable en el largo plazo, a pesar del amplio espectro de condiciones y particularidades del entorno nacional.

Las Leyes 142 y 143 de 1994, conforman la parte más sustancial del marco legal para la electricidad; mientras que para el sector de los hidrocarburos su complejidad legal es de tal magnitud, tan llena de intrínquilis, particularidades y frecuentes ajustes, que presentar algo sintético resultaría tan extenso como confuso³. Quizás arriesgando posibles interpretaciones sesgadas, se podría decir por un lado que en río revuelto ganancia de pescadores, mientras que por otro la complejidad legal y jurídica mantiene a la sociedad general aislada del marco legal y regulatorio, pues no existe una pedagogía que permita a los usuarios, clientes e instituciones alcanzar un mínimo de conocimiento de los asuntos determinantes referidos a la energía.

A fin de orientar acciones concretas conviene mencionar la Ley 1715 de 2014 como el más reciente marco legal para las Energías Alternativas, la Eficiencia Energética y la atención a la demanda, así como la Reglamentación correspondiente. Para precisar lo dicho se presenta en la tabla 1 los cuadros que muestran el proceso temporal de dicha Ley.

Tabla 1. Cronológica de la Ley 1715 de 2014 “Ley de energías limpias”

³ Prada, A. (2014) Hidrocarburos: Marco institucional y legal colombiano. Universidad Santo Tomás, Medellín. Disponible en sitio web:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/1468/Hidrocarburos%20Marco%20Institucional%20y%20Legal%20Colombiano.pdf?sequence=1>

Fecha	Norma	Acto jurídico	Entidad
Mayo 14/14	Ley 1517 de 2014	“Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional”	
Diciembre 2/14	Decreto 2496	Por el cual se establecen lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración	MINMINAS
Diciembre 3/14	Decreto 2492	Por el cual se adoptan disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta de la demanda	
Febrero 12/15	Resolución 11	Por el cual se regula el programa de respuesta de la demanda para el mercado diario en condición crítica	CREG
Marzo 13/15	Resolución 24	Por el cual se regula la actividad de autogeneración a gran escala en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y se dictan otras disposiciones	CREG
Junio 5/15	Resolución 281	Por el cual se define el límite máximo de la autogeneración a pequeña escala	UPME
Septiembre 18/15	Resolución 41012	Por el cual se expide el Reglamento Técnico de Etiquetado RETIQ con fines de Uso Racional de Energía aplicable a algunos equipos de uso final de energía eléctrica y gas combustible para su comercialización y uso en Colombia	MINMINAS
Agosto 11/15	Decreto 1623	Por el cual se modifica y adiciona el decreto 1073 de 2015 en lo que respecta al establecimiento de lineamientos de política para la expansión de la cobertura de servicio de energía eléctrica en SIN y ZNI	MINMINAS
Octubre 27/15	Resolución 179	Por el cual se toman medidas para flexibilizar las conexiones de plantas menores, cogeneradores y autogeneradores al SIN	CREG
Noviembre 4/15	Decreto 2143	Por el cual se adiciona el decreto único del Sector de Minas y Energía, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos (tributarios) establecidos en el capítulo III de la Ley 1715 de 2014	MINMINAS



Fecha	Norma	Acto jurídico	Entidad
Diciembre 18/15	Resolución 232	Por el cual se adopta lo necesario a la regulación vigente para dar cumplimiento al Artículo 190 de la Ley 1753 de 2015. Recaudo recursos de FENOGE	CREG
Febrero 03/16	Resolución 45	Por el cual se establecen los procedimientos y requisitos para emitir la certificación y avalar los proyectos de fuentes no convencionales de energía (FNCE), con miras a obtener el beneficio de la exclusión del IVA y la exención del gravamen arancelario de que tratan los artículos 12 y 13 de la Ley 1715 de 2014, y se toman otras determinaciones.	CREG
Marzo 03/16	Resolución 25	Por el cual se adopta el procedimiento que utilizará el Centro Nacional de Despacho para activar el programa de la RD en predespacho ideal, programa que fue establecido en la Resolución CREG 11 de 2015	CREG
Marzo 29/16	Resolución 29	Por el cual se define un esquema de tarifas diferenciales para establecer los costos de prestación del servicio de energía eléctrica a usuarios regulados en el SIN para promover ahorro voluntario de energía (respuesta demanda y eficiencia energética)	CREG
Marzo 10/16	Resolución 143	Por el cual se modifica el artículo quinto y se adicionan artículos y anexos a la Resolución UPME 520 de Octubre de 9 de 2007 por medio de la cual se establece el Registro de Proyectos de Generación y se toman otras medidas	UPME
Agosto 3/16	Resolución 1283	Por el cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables –FCNER- y de gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos	MINAMBIENTE

Fecha	Norma	Acto jurídico	Entidad
		11,12,13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones	
Agosto 11/16	Resolución 1312	Por el cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental y se toman otras determinaciones	MINAMBIENTE
Octubre 3/16	Resolución 40947	Por el cual se derogan y suspenden temporalmente algunos requisitos del Anexo General de la Resolución 41012 del 18 de Septiembre de 105 "Reglamento Técnico de Etiquetado RETIQ"	MINMINAS

Fuente: Cronología de la reglamentación ley 1715 tomado de Name (2016) disponible en sitio web:

<https://www.slideshare.net/josedavidname/cronologa-de-la-reglamentacin-ley-1715>

2. Destacar el ahorro y la eficiencia energética

Dada la orientación propositiva del PDOTD Arauca, se estima conveniente destacar y promover un componente Legal y Regulatorio dejado muy de lado en la práctica. Se trata del **AHORRO Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**, mencionados claramente en la legislación bajo el Programa PROURE del Ministerio de Minas y Energía⁴ y que resulta fundamental, no sólo desde el punto de vista ambiental por dar pie a acciones que combaten directamente el calentamiento global, sino porque que es fuente auténticamente "alternativa" de energía en cuanto cada vatio dejando de consumir, técnicamente "Negavatio [$n^{\circ}W$] (No confundir con Megavatio MW) anula la emisión de GEI, contribuye a la generación de nuevos puestos de trabajo y a una cultura socio-ambiental de uso racional de los recursos, empezando por la energía.

⁴ UPME (2016) Plan de acción indicativo de eficiencia energética –PAI PROURE 2017 – 2022. Ministerio de Minas y Energía. Disponible en sitio web:

http://www1.upme.gov.co/Documents/PAI_PROURE_2017_2022.pdf

3. Tendencias mundiales

3.1 Ahorro y eficiencia energética

La crisis petrolera de 1973, que afectó principalmente a USA y Europa por su dependencia del petróleo árabe, activó en esas sociedades numerosas iniciativas para ahorrar energía en forma de electricidad e hidrocarburos. Esas iniciativas tuvieron múltiples consecuencias que contribuyeron a fundamentar buena parte del actual pensamiento ambiental que promulga la reducción y eliminación de fuentes de GEI que generan el calentamiento global⁵.

Al tiempo, dicha crisis generó acciones científicas y tecnológicas que dieron origen a bienes y servicios convertidos hoy en industrias consolidadas con millones de trabajadores, profesionales, universidades, laboratorios y cadenas de valor creciente. Lejos está Colombia de ésta dinámica donde predominan sub-culturas consumistas desinformadas, que actúan irracionalmente contradiciendo la legislación nacional que propende por el Ahorro y la Eficiencia Energética⁶.

La Eficiencia Energética se aplica a cada uso de la energía y se concentra en aquellos usos menos eficientes como el Transporte No Eléctrico, Aire Acondicionado y Refrigeración, Fabricación de Cemento, Aluminio, Acero, Ladrillos, Plásticos, etc, y promueve el Transporte Eléctrico; las Construcciones Bio-Climáticas; la Eliminación de Plásticos de un solo uso; Iluminación tipo LED; Generación Eléctrica Distribuida y varios miles de medidas posibles.

3.2 Energía Solar Fotovoltaica (ESF)

Casi sobra mencionar los veloces avances mundiales en materia de Energías Solar Fotovoltaica, cuando desde hace más de veinte años se cubren a diario miles de metros cuadrados de techos y crecen “granjas solares” en el planeta satisfaciendo la totalidad o buena parte de la demanda de electricidad de las mismas construcciones, pueblos y ciudades, y se comercializa la electricidad solar en redes eléctricas inteligentes (Smart Grids), para usos

⁵ Wolfram et al., (2009) Role and potential of renewable energy and energy efficiency for global energy supply. Germany. Disponible en sitio web: <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/21269769>

⁶ ibid

industriales, al igual que se inyectan muchos MW a los sistemas interconectados internacionales.

3.3 Energía Solar Térmica (EST)

La radiación térmica del sol utilizada desde la antigüedad adquirió a partir de la mencionada crisis energética del 73 inusitada vigencia, principalmente a través de su uso para calefacción “pasiva” en construcciones de climas fríos y templados, o bien para la ventilación en climas cálidos. Así mismo el calentamiento solar de agua se impuso como industria tanto para fines domésticos como industriales en todo tipo de climas, eliminando la utilización de fuentes contaminantes de origen térmico (carbón, gas, petróleo y nuclear).

Para alcanzar altas y muy altas temperaturas, hoy día crece en número importante las instalaciones donde se concentra la energía radiante del sol mediante espejos parabólicos y paraboloides (helióstatos), en puntos donde es posible fácilmente la producción de vapor de agua y la fabricación de nuevos materiales con los fines muy diversos.

3.4 Energía Eólica (EE)

Igual que con la Energía Fotovoltaica sucede con la Energía Eólica y la construcción de “granjas eólicas”, bien en tierra y cada vez más en los mares, crecen a diario donde los vientos las permiten, al igual que la instalación de miles de pequeños y muy pequeños aerogeneradores que giran sobre casas, edificios, bodegas, aeropuertos, torres de comunicaciones, etc. generando notables cantidades de electricidad.

3.5 Energía de Biomasa y Residuos (EByR)

La industria que crecientemente va sustituyendo a los hidrocarburos sólidos es la que procesa productos madereros cultivados para tal fin, biomasa residual urbana y rural, basuras y residuos combustibles. En términos generales dichos productos y materiales se procesan para ser quemados controlada y eficazmente obteniendo calor para distintos fines. Pirólisis, gasificación, briquetización, compactación, secado, pulverización son algunos de los muchos procesos con los que no solo se sustituyen los hidrocarburos, sino que generan puestos de trabajo, formación de profesionales, estimulan la investigación y promueven un ambiente de menor contaminación y mayor sustentabilidad.

3.6 Energía Geotérmica (EG)

Las zonas del planeta donde aflora calor proveniente del núcleo terrestre en forma de aguas termales y volcanes, son hoy cada vez más “explotadas” para transformar ese calor en electricidad o bien para calefacción y procesos industriales. Islandia es el país ejemplo, donde actualmente el 85% de TODA la energía proviene de fuentes geotérmicas apuntando al 100% para el año 2030.

Si bien las zonas con recursos geotérmicos no son muchas en el planeta, están siendo paulatinamente dadas en “concesión” por los Estados por períodos de tiempo que suelen sobrepasar los 50 años como horizontes de planificación, debido a la estabilidad de esta fuente de energía.

3.7 Pequeñas, Mini y Micro Centrales Hidroeléctricas (PCH, MCH, mCH)

Numerosos aprovechamientos Hidroenergéticos de los siglos XVIII, XIX y XX se han recuperado en Europa, USA, India, Suráfrica, Argentina, Chile, etc. desde cuando se inició la Transición Energética hace más de 30 años. Así como se han demolido grandes Presas y desmontando Grandes Centrales en razón del acortamiento de su vida útil, de los riesgos ambientales y sociales, y sobre todo por la presión de las sociedades para recuperar territorios y democratizar servicios ambientales. Tecnologías Hidroenergéticas de antaño se han renovado, incorporado nuevas y propuesto otras de gran alcance y conveniencia social y ambiental.

4. Tendencias nacionales

El mayor avance en democratización energética lo aporta la UPME (Unidad de Planificación Minero Energética) mediante el Atlas Colombiano⁷, donde se expone información atinente a cada una de las formas de energía denominadas Alternativas. La presentación de dicha información si bien atractiva, se fundamenta en mediciones promediadas tomadas de una par de agencias internacionales y datos de estaciones del IDEAM, cuya precisión y sobre todo administración, es cuestionada por la casi totalidad de expertos externos a las entidades estatales debido a las falencias e intereses con que es gestionada. De allí que para la toma de

⁷ UPME (sf) Mapas temáticos, disponible en sitio web: <http://sig.simec.gov.co/GeoPortal/Mapas/Visores>

decisiones se debe contrastar y comparar dicha información oficial con otras fuentes y en lo posible realizar mediciones propias con valores temporales tan amplios como lo permitan los términos de planificación, sin descartar mediciones instantáneas siguiendo más el sentido común, que las dispendiosas normas y reglamentos que suelen estar sesgados en favor de uno u otro interés.

La recién estrenada Ley 1715 del 2014 y la reglamentación correspondiente abrieron una ventana para que las Energías Renovables aparezcan en el panorama socio-económico Colombiano a penas el año pasado (2018). La reglamentación, si bien favorece impositivamente la importación de equipos y materiales, y abre espacios para financiación, también contribuye a que el tema sea tratado por sectores de profesionales de la sociedad que permanecían al margen, entre ellos arquitectos, técnicos electricistas, abogados, consultores y administradores. Aun así se percibe, desde una mirada comparativa, que se trata de una Ley y una Reglamentación tímida, sesgada a favor de quienes ya se benefician del mercado energético, de cierto modo restrictiva en términos de potencia y sobre todo que se mantiene dentro de un sector súper especializado que maneja un lenguaje excluyente, casi que con la intención de aislar al consumidor y al cliente para mantener el control del mercado en manos de unos pocos.

Lejos se está aún de la mencionada Transición Energética donde conceptos como Autonomía Energética, Democratización de la Energía, Diversificación, Generación Distribuida entre otros, ha puesto en ruta a millones de personas hacia respuestas ambientalmente sostenibles dentro economías no clásicas en evolución.

4.1 Energía Solar Fotovoltaica (ESF)

Como reacción tardía, la ya indicada Ley 1715 y su reglamentación ha logrado la reducción de costos vía eliminación del IVA para los equipos de Energías Renovables. Esto ha puesto en marcha un número creciente de instalaciones, también debido a que ahora en teoría se puede “inyectar” electricidad al Sistema Interconectado desde fuentes renovables como la fotovoltaica, obteniendo en algunos casos beneficios económicos por “venta” de energía y en otros, vía reducción de costos por Autogeneración. Igualmente se están planeando

“granjas solares” por parte de inversionistas y grupos industriales en las zonas del país con las mejores condiciones de radiación.

Instalaciones domésticas tan productivas donde se dispone de tantos techos, que si bien crecen poco a poco, se ven restringidas más por desconocimiento de los “dueños de casa” debido al lenguaje súper especializado en el área, así como por la frecuentemente impracticable aplicación del RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas)⁸ que encarece desproporcionalmente las obras vía certificaciones.

4.2 Energía Solar Térmica (EST)

Hace unos veinte años el calentamiento solar de agua, aire y otros fluidos térmicos se vio desplazado hasta niveles imperceptibles por la irrupción en el mercado del gas natural domiciliario. Colombia fue líder mundial en calefacción doméstica de agua con el Programa de construcciones solares del antiguo Banco Central Hipotecario en convenio con El Centro Las Gaviotas, que instaló en enormes urbanizaciones miles de calentadores solares en Bogotá y Medellín. El gas natural que si bien ofrece una combustión no tan contaminante como otros hidrocarburos, su inevitable disminución o escasez hará que en unos años su costo sea tan alto que dejará de ser una opción atractiva y se reducirá tanto la oferta como la demanda. Independientemente de lo anterior, el sol brilla gratis y aún por unos cuantos cientos de milenios entregando un potencial térmico gigantesco. De allí que en Colombia se instalen a diario hoy un par de cientos de calentadores solares de agua que dan vida a nacientes empresas locales, que o bien fabrican o importan sistemas de calentamiento y los instalan a lo largo y ancho de la nación.

Menos conocidos, pero igualmente crecientes en número son los concentradores solares con los que se alcanzan temperaturas tanto medias como extremadamente altas para multitud de propósitos.

⁸ RETIE (2013) Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. Resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013.

Disponible en sitio web:

<https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/593881/Modificaciones+RETIE.pdf>

4.3 Energía Eólica (EE)

Bajo el amparo de la misma Ley 1715 actualmente se planean algunos parques eólicos, sobre todo en la costa norte donde los vientos son propicios y las necesidades de generación distribuida son las mayores del país.

Se debe destacar la invisible y notable participación del Bombeo Eólico de Agua, que luego de más de 80 años en el país, sigue atendiendo necesidades localizadas del recurso con una oferta llamativa de una pequeña industria nacional de buen nivel, competitiva internacionalmente en calidad, pero rezagada en avances tecnológicos y con mínimo aporte de innovación

4.4 Pequeñas, Mini y Micro Centrales Hidroeléctricas (PCH, MCH, mCH)

Se lanzó hacia el 2014 un Plan de PCH influenciado por un pequeño grupo de empresarios de la energía vinculados a grandes conglomerados internacionales y que está en marcha muy discretamente en algunas cuencas con grandes pendientes⁹.

La Hidroenergía en Colombia tiene muy favorables condiciones dada la ocupación que hace la Cordillera de los Andes en el territorio nacional. Condiciones hoy en entredicho debido al franco deterioro de la retención hídrica y erosión galopante por deforestación. Sin embargo éstas favorables condiciones y la de los grandes ríos, permanece fuera de consideraciones por cuanto los desarrollos tecnológicos para su aprovechamiento no se difunden regional o localmente pues la generación hidráulica a Pequeña Escala y en los lugares donde se necesita, es superada por la actual estructura basada en la generación con combustibles fósiles en las denominadas Zonas No Interconectadas ZNI.

5. Horizontes energéticos en el departamento de Arauca

De manera sintética, el Departamento de Arauca presenta dos horizontes energéticos:

1. el de la Empresa de Energía (eléctrica) de Arauca ENELAR E.S.P;

⁹ UPME (sf) Mapas temáticos, disponible en sitio web: <http://sig.simec.gov.co/GeoPortal/Mapas/Visores>

2. el de los hidrocarburos a través de las estaciones distribuidoras de líquidos (gasolina y diesel) y de gas natural automotriz; la red de gas natural domiciliario; y la red de distribución de cilindros con gas propano-butano.

La explotación de petróleo y gas en el Departamento de Arauca no incide en sus horizontes energéticos puesto que todo el producto extraído sale del Departamento, mientras que las regalías no suelen cumplir los propósitos sociales deseables para un desarrollo sostenible y perdurable.

5.1 Electricidad

En materia de electricidad la prioridad es la extensión de las redes eléctricas y en segundo lugar la mejora en la calidad del servicio, ambas en manos de ENELAR. Al ser la extensión de redes prioritarias la empresa no difunde sinceramente otras opciones de generación distribuida, ni educa para un buen uso de la electricidad, escasamente informa esporádicamente a cerca de prácticas para el mejor uso de la electricidad y algunas indicaciones de prevención, precaución y cuidado, por medios con gran pobreza didáctica de acuerdo con las tipologías de sus clientes¹⁰.

5.2 Hidrocarburos

En materia de hidrocarburos, el gas natural, gasolinas y diesel son las opciones para el transporte, la generación aislada y la cocción, sin que exista divulgación de alternativas, a no ser por acciones particulares como el aún distante transporte eléctrico, aislado a acciones novedosas o conscientes de movilización en alguna bicicleta, moto o patineta eléctrica.

En sectores rurales la canasta energética es más diversa pues es frecuente el uso de gas en cilindros para la cocina; la biomasa en forma de leña; energía solar fotovoltaica en cada vez más viviendas rurales; y algunos molinos de viento para bombeo de agua durante el verano.

¹⁰ Tips de ahorro de energía publicado en redes sociales por la Empresa de Energía de Arauca ENELAR Esp. Disponible en el sitio web:
https://twitter.com/hashtag/TipsDeAhorroParaLaIndustria?src=hash&ref_src=twsrc%5Etfw%7Ctwcamp%5Eembeddedtimeline%7Ctwterm%5Eprofile%3AEnelarArauca&ref_url=https%3A%2F%2Fenelar.com.co%2Fprelsa.php

6. Aproximación de los lineamientos para un ordenamiento energético territorial del departamento Arauca

6.1 Aspectos generales

Complementar los horizontes energéticos de Arauca, con las tendencias mundiales y nacionales es el ejercicio académico y funcional que se presenta desde un enfoque territorial en el que las particularidades sociales, ecológicas y económicas juegan papeles preponderantes que sirven como guías y límites.

Continuando el mismo orden llevado en los títulos anteriores se presentan a continuación las mejores precisiones territoriales posibles de acuerdo con análisis realizados específicamente para la elaboración del presente documento. Dicho orden es:

1. Ahorro y Eficiencia Energética (AEE)
2. Energía Solar Fotovoltaica (ESF)
3. Energía Solar Térmica (EST)
4. Energía Eólica (EO)
5. Pequeña, Mini y Micro-Hidroenergía (PCH, MCH y mCH)
6. Energía de Biomasa (EB)

Como se evidencia en la figura 1, algunos temas implican y tienen validez en todo el territorio departamental y se enfatizan en algunos sectores, áreas o sub-regiones dadas las peculiaridades tecnológicas del tema energético. A su vez, algunos temas energéticos resultan de validez exclusivamente para ciertos sitios y no se pueden generalizar, precisión que desborda el alcance de este documento que busca ubicarlos, pero se habría alcanzado ese propósito de haberse desarrollado el Plan de Energización Rural Sostenible (PERS).

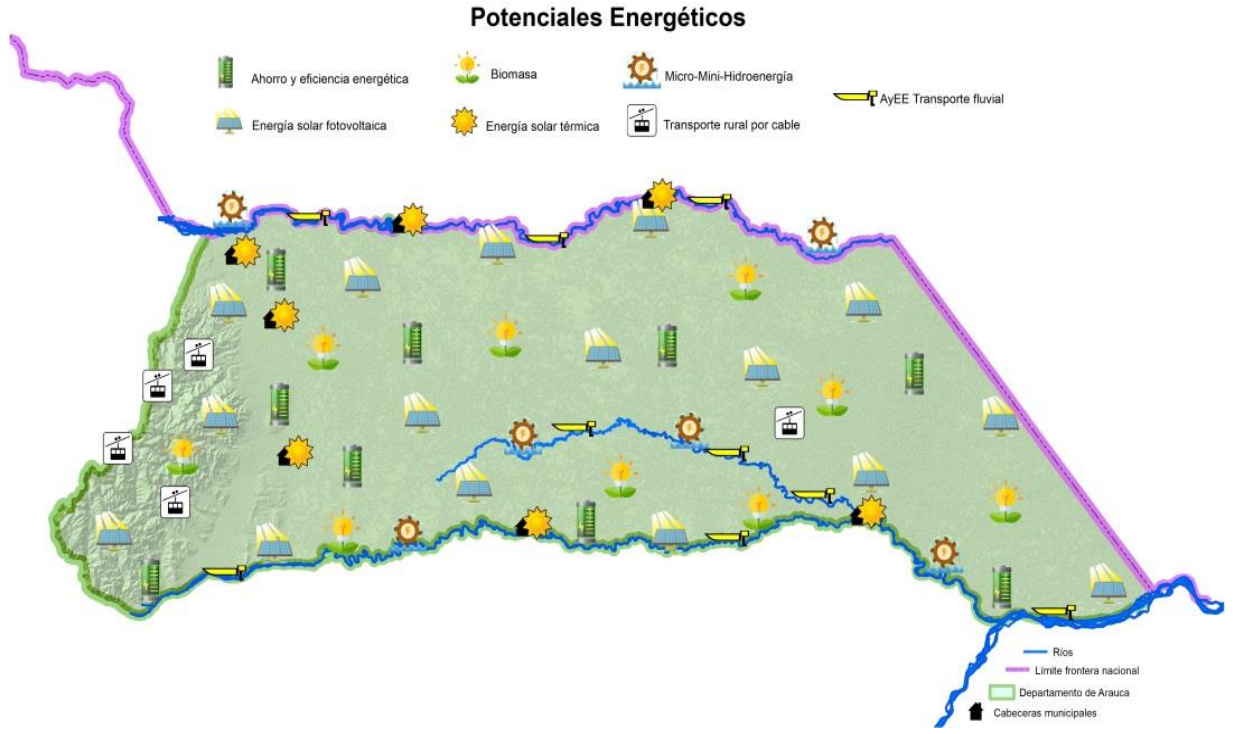


Figura 1. Mapa energético y precisiones proyectivas para el departamento de Arauca

6.2 Ahorro y eficiencia energética (AEE)

Como primera opción energética ordenadora para todo el territorio del Departamento de Arauca está la del *Ahorro y Eficiencia Energética*, con el objetivo de alcanzar grados crecientes de cara a la urgencia de ejecutar acciones concretas en la eliminación de las causas de la crisis ambiental global, al tiempo que la oportunidad de generar nuevos puestos de trabajo, de favorecer cadenas de valor y dar sostenibilidad a procesos amenazados por su desbalance energético representado significativamente por los costos de operación y mantenimiento.

De lo anterior se sugiere como primera acción formular el *Plan Departamental De Ahorro y Eficiencia Energética*, cuyo contenido debe abarcar ámbitos secuenciales desde las instituciones (construcciones) departamentales, hasta las viviendas particulares, pasando por centros comerciales, entidades bancarias, modos de transporte, actividades industriales, agrícolas y pecuarias, etc, iniciando con la identificación de focos de Alto Consumo y/o baja Eficiencia Energética, hasta ofrecer planes estratégicos diferenciados con opciones comerciales de solución.

Se destacan inicialmente tres focos de amplio espectro territorial con alto potencial de Ahorro y Eficiencia Energética:

1. Transporte Fluvial, con baja eficiencia energética ($\geq 10\%$);
2. Transporte Terrestre en zonas con altas pendientes y zonas inundables ($\geq 12\%$).
3. Aire Acondicionado y Refrigeración.

En los tres casos, las opciones de solución están al alcance de la mano para mejorar sustancialmente la Eficiencia Energética logrando ahorros y reduciendo los costos económicos y efectos ambientales, contemplando a la vez de manera paralela dentro del Plan medios adecuados de educación, divulgación e información especializados.

Por obvias razones el transporte fluvial implica el uso de la amplia red navegable del departamento mediante embarcaciones motorizadas de mínima escala para transporte de personas (canoas con motor, chalupas, voladoras y otras denominaciones), hasta las de un par de toneladas de composición mixta. Este tipo de embarcaciones presentan una pobre Eficiencia Energética y de allí su alto costo de servicio por consumo de combustibles. Se usan casi todo el año y son de fabricación local o regional, excepto los motores.

Subiendo la escala, están las embarcaciones motorizadas con capacidad de hasta 30 toneladas que también presentan pobre Eficiencia Energética por el alto consumo de combustibles, y que son utilizadas en los tramos bajos de los ríos debido a los calados que manejan y que les permiten funcionar durante una buena parte del año, deteniéndose durante la temporada seca. Son de fabricación local o regional, excepto los motores y sistemas de transmisión.

6.3 Enfoque de aumento de eficiencia energética en el transporte fluvial.

Independientemente de la escala de las embarcaciones motorizadas se sugiere orientar *acciones culturales para la Revalorización del Transporte Fluvial*¹¹, como estrategia que disminuye la presión para la construcción de carreteras, lo que se puede conseguir secuencialmente al reducir sus costos de operación vía la reducción del consumo de combustibles y/o la sustitución del mismo mediante bio-combustibles de fabricación local

¹¹ Sinha (2019) Various Methods Used to Minimise Resistance on Ship's Hull. Naval Architecture. Disponible en sitio web: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/various-methods-used-to-minimise-resistance-on-ships-hull/>

como aceites vegetales combustibles, pirogas, ESF, y otros. Mientras que la oferta de tecnologías para reducción de la fricción agua-cascos es amplia y muchas de código abierto.

6.4 Transporte Terrestre en zonas con altas pendientes y zonas inundables.

Este modo de transporte tiene dos nichos territoriales: la zona montañosa y las zonas inundables del Departamento. En ambos nichos este modo de transporte origina la intervención de territorios sensibles y muy sensibles con obras de alto costo, alto impacto ambiental y pobres resultados socio-económicos de mediano y largo plazo por altísimos costos de mantenimiento. La población frustrada por la incomunicación terrestre reclama carreteras; si se construyen, a mediano plazo la población reclama primero por su mal estado y luego por su reconstrucción, bajo un creciente malestar que remata en el regreso al estado inicial de frustración por la in-comunicación terrestre debido al pésimo estado o intransitabilidad de las carreteras, sobre todo las de tipo terciario.

Si bien el transporte eléctrico es un hecho y es inevitable que se imponga también en Arauca en el mediano y largo plazo, quedan opciones de corto plazo que sustituyen el concepto del vehículo personal o particular por modos que se asemejan al transporte público individualizado.

Para ambos casos, en zonas montañas y en las inundables, se sugiere la valoración detallada de *transporte por cables*, que en zonas montañas y de acuerdo con las posibilidades incluso no requeriría ningún motor al usar la Tecnología de Cablevías Gravitacionales¹². De igual manera en las zonas inundables, dicho modo de transporte podría ser valorado a partir de experiencias a nivel nacional en cuanto al uso de estos sistemas en las zonas planas, como las utilizadas por las agroindustrias bananeras y de palma africana.

Un tercer nicho con alto potencial de Ahorro y Eficiencia Energética está compuesto por dos sub-sectores íntimamente relacionados: el Aire Acondicionado y la Refrigeración. El primero convertido en sinónimo de confort y el otro de desarrollo a elevados costos por el alto consumo de electricidad, por falta de diseños y construcciones inadecuadas que inducen

¹² ICIMOD (sf) Gravity ropeways Practical action. Disponible en sitio web:
<http://lib.icimod.org/record/12656/files/1133.pdf>

grandes cargas térmicas debido a los estilos de vida y aspectos subculturales copiados de contextos biogeográficos no tropicales.

El sub-sector del Aire Acondicionado se ubica territorialmente en núcleos urbanos donde las construcciones *no han sido diseñadas y construidas bio-climáticamente*, suponiendo que la simple instalación de equipos y sistemas de Aire Acondicionado resuelven la demanda de temperaturas de un pseudo-comfort facilista, que también implica la metabolización de dietas hipercalóricas, vestimentas con materiales de baja transferencia de calor y permeabilidad, jornadas laborales dentro de máximos de radiación solar, desforestación urbana y trazados urbano no eclípticos¹³.

La Refrigeración de tipo comercial tiene nichos territoriales para Ahorro y Eficiencia Energética que se podrían precisar con mayor detalle si el PERS-Arauca hubiese entregado información primaria de alto valor, pero al no ser esto posible, el llamado es de nuevo a formular el *Plan Departamental de Ahorro y Eficiencia Energética*. Aun así, es posible señalar que la Refrigeración Comercial tiene grandes oportunidades mediante Tecnología que usan fuentes de calor de Baja Entalpía o focos fríos con los cuales manejar el calor de los intercambiadores (Condensadores) de los equipos de refrigeración comercial, especialmente útiles en las industrias láctea, cárnica y cadenas de frío.

La refrigeración doméstica, aparte del impulso que debe darse a la rápida sustitución de las viejas neveras por las modernas de mayor eficiencia y menor consumo de electricidad, puede obtener sustanciales mejoras mediante construcciones diseñadas y ejecutadas siguiendo los criterios de la Bio-Climática y la Eficiencia Energética. No como engañosos slogans o ganchos publicitarios, sino como auténticas normas básicas de calidad de las construcciones vigiladas por los mismos usuarios para y con quienes desarrollar programas de "*alfabetización energética doméstica*".

¹³ (...)José Arcadio Buendía, que era el hombre más emprendedor que se veía jamás en la aldea, había dispuesto de tal modo la posición de las casas, que desde todas podía llegarse al río y abastecerse de agua con igual esfuerzo, y trazó las calles con tan buen sentido que ninguna casa recibía más sol que otra a la hora del calor. En pocos años, Macondo fue una aldea más ordenada y laboriosa que cualquiera de las conocidas hasta entonces (...)

7. Alternativas energéticas para el departamento de Arauca

7.1 Energía solar fotovoltaica (ESF)

La evolución de esta opción muestra una tendencia departamental creciente que lentamente ha ido satisfaciendo necesidades básicas de iluminación, comunicaciones electrónicas mayormente rurales y bombeo solar de agua. Dicha evolución se debe principalmente a acciones privadas de dueños de fincas y algunos grupos de la sociedad civil, con algunas acciones oficiales en zonas indígenas, algunos caseríos y sectores campesinos minoritarios. Por lo tanto se trata de una opción energética de amplia cobertura territorial que no tiene límites particularmente restringentes geográficamente.

Se sugiere en razón de la buena oferta de radiación solar, sobre todo hacia el oriente del Departamento, ejecutar acciones coordinadas de promoción, divulgación y educación de la ESF en particular dirigidas a escuelas y salones comunales, polideportivos, iluminación pública, centros y servicios de salud. Mientras que el sector privado mediante acciones dirigidas a mejorar la competitividad empresarial debe acometer el tema energético solar fotovoltaico como mercado de bienes y servicios con indudables proyecciones positivas.

La oferta comercial actual permite acciones concretas ojalá bajo la acción oficial en materia de educación para el buen uso de la energía solar fotovoltaica y la calidad de sus instalaciones.

La ESF tiene tan amplia cobertura y alcances que se puede generalizar en todos sus usos a lo largo y ancho del Departamento de Arauca. Las limitantes son de información y modelos de negocios antes que otra cosa, aunque conviene señalar que la formación Profesional en ESF es imprescindible, no solo de Técnicos, lo que centra cierto énfasis en las principales ciudades y asentamientos humanos concentrados.

Cabe señalar la importancia de la ESF para el concepto de autonomía energética, como derecho en ciernes, en virtud de la gratuidad solar que cubre a todos los habitantes del planeta, así como el derecho que acoge a quienes quieren y pueden producir todos o parte de sus alimentos siempre y cuando tengan los espacios, los conocimientos y recursos propicios para ello.

7.2 Energía solar térmica (EST)

La EST para el calentamiento de agua hasta unos 85°C tiene evidentes usos en la industria hotelera y turística, para aplicaciones domésticas e industriales, y el precalentamiento de agua para calderas hospitalarias, hoteleras e industriales. Aquí es importante resaltar la capacidad departamental de la pequeña industria metalmecánica, donde cabe la opción de fabricar calentadores solares de agua con tecnología intermedia de bajo costo, que tiene mercado en sectores socio-económicos de ingresos bajos y medios, y que perfectamente puede atender el precalentamiento de agua para calderas.

Otra forma surge a partir de los beneficios tributarios actuales que permiten la importación de tecnologías más sofisticadas, se permitiría atender necesidades de agua caliente hasta 100°C para la industria hotelera de alto nivel y doméstico de estratos 4 y superiores, así como en aplicaciones industriales donde el costo de energía para calentamiento de agua mediante otras fuentes no ofrece balances económicos atractivos.

Dentro del ámbito de mayores temperaturas, es decir superiores a los 110°C, la opción territorial de los concentradores solares es sin duda amplia, permitiendo numerosas aplicaciones no solo para producir vapor de agua, sino para otros fines con fluidos térmicos adecuados para las industrias láctea y cárnica, con una cierta ventaja hacia el oriente del Departamento donde la radiación solar y su brillo es ligeramente mayor.

7.3 Energía eólica

Esta forma de energía apunta en el Departamento de Arauca a seguir sirviendo al sector ganadero, sobre todo durante la época seca. La expansión de su uso tiene todas las condiciones para servir a muchos más campesinos, agricultores y ganaderos que sufren en los meses secos, cuando justamente, es mayor la velocidad del viento ofreciendo potencias más que suficientes para atender numerosas necesidades de agua.

La cobertura territorial de la EO está limitada a la zona plana, a partir de una línea imaginaria paralela a la cordillera, distante unos 80-100 km del frente cordillerano, ya que en la zona montañosa y del piedemonte las velocidades del viento son sustancialmente menores,

excepto en sectores muy particulares de los que no se tienen datos precisos pero que por medio de un análisis climático-topográfico es posible predecir que existen.

Los Molinos de Viento o mejor Aerobombas, son posibles de instalar en el territorio, debido a que son máquinas cien por ciento automáticas, cuyo mantenimiento es francamente sencillo con capacidades de bombeo a costos bajos por cada litro de agua bombeado de manera silenciosa, limpia e infatigable durante muchos años. Debe quedar muy claro que los Molinos de Viento toman aguas subterráneas superficiales hasta unos 100 metros, pero que en las sabanas araucanas la toman hasta unos 6 a 12 metros, por lo que se deben establecer y hacerse respetar zonas para recarga de esos acuíferos superficiales, ojalá adicionando programas como los de cosecha de lluvias.

La electricidad eólica, a partir de aerogeneradores estaría solo al oriente del Departamento de Arauca y durante los meses secos podría atender *Micro-Redes Inteligentes Híbridas Solar-Eólicas*. Excepcionalmente y luego de realizar estudios detallados puede pensarse en la ubicación de Parques Eólicos que alimenten “colas” de la red interconectada.

7.4 Pequeña, Mini y MicroHidroenergía (PCH,MCH,mCH)

Se asocia la Hidroenergía con grandes caudales y grandes alturas, lo que en términos geográficos hace pensar en la zona montañosa al occidente del Departamento. Es más, se asocia con grandes obras civiles, presas, casas de máquinas, túneles y en general grandes capitales, enormes inversiones y aún mayores conflictos socio-políticos y ambientales. Sin embargo el enfoque contemporáneo es la miniaturización tecnológica, lo que origina el énfasis en los Pequeños, Mini y micro aprovechamientos Hidroenergéticos.

La Hidroenergía, más allá de la Hidroelectricidad implica los usos directos de la energía mecánica de las máquinas hidráulicas que transforman la energía cinética del agua en energía mecánica. Esta manera de aprovechar la energía del agua circunscribe la *geografía hidroenergética departamental* a las proximidades de *Todas* las corrientes de agua, incluyendo los grandes y lentos ríos tan característicos del Departamento, por cuanto hoy en

día las Turbinas de Río, las Hidrocinéticas y otras permiten aprovecharlos como fuente de energía a Pequeña, Mini y micro escalas.

De lo anterior se deduce que el *mapa hidroenergético departamental* se extiende desde la zona montañosa hasta su límite oriental y de norte a sur en franjas a lado y lado de cada corriente de agua para usos localizados como fincas, hatos y pequeños asentamientos humanos. A pesar de los avances tecnológicos no es posible el aprovechamiento hidroenergético en grandes ríos en todos los sitios, por cuanto se deben cumplir ciertos requisitos técnicos, pero en general las condiciones del Departamento se estiman favorables.

7.5 Energía de biomasa

Apunta la biomasa a ofrecer buenas opciones en el Departamento de Arauca, bajo el enfoque de bosques dendroenergéticos con destino al consumo de leña para asaderos (Yopo, *Anadenanthera peregrina*) y bosques industriales con especies de rápido crecimiento que ofrezcan briquetas carbonizadas en sustitución del carbón de leña para parrillas.

En la ganadería en proceso de intensificación con corrales de ordeño y/o para manejo del ganado, los biodigestores pueden ocupar un lugar en la matriz energética de numerosas fincas, tanto o más por el bio-abono, que por el mismo bio-gas.

La generación distribuida tiene en Arauca el potencial de la gasificación local para accionamiento de numerosos motores que hoy requieren hidrocarburos líquidos o gaseosos, y que mediante tecnologías intermedias están en capacidad de favorecer industrias locales de metalmecánica.

Finalmente, es importante también entrar a analizar la revalorización energética de los procesos que se adelantan a partir de la Biomasa (EB), en consideración de seleccionar los materiales más adecuados para la producción tanto de biocombustibles sólidos como líquidos, de manera que no se afecten otros renglones de la producción y que los impactos derivados no superen los beneficios que se puedan obtener de la utilización de este tipo de energía.



7.6 Conclusiones

Dentro de las conclusiones que se pueden obtener de este análisis, se pueden concentrar de la siguiente manera:

- ✓ La necesidad del plan departamental de ahorro y eficiencia energética, que permita el uso racional del recurso, sin distinguir la fuente que lo provea.
- ✓ La generación del mapa energético del departamento de Arauca, donde se consideren las características fisiográficas y las potencialidades de los recursos existentes, de tal forma que, en la consideración total del territorio se alcance una distribución equitativa y ordenada para la producción y uso de sus fuentes energéticas.
- ✓ Especialización del talento humano departamental en el tema energético, que permita crear, ejecutar y mantener tanto los desarrollos endógenos y la aplicación contextualizada de las alternativas foráneas en el tema de la energía.

BIBLIOGRAFÍA



ICIMOD (sf) Gravity ropeways Practical action. Disponible en sitio web:
<http://lib.icimod.org/record/12656/files/1133.pdf>

Prada, A. (2014) Hidrocarburos: Marco institucional y legal colombiano. Universidad Santo Tomás, Medellín. Disponible en sitio web:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/1468/Hidrocarburos%20Marco%20Institucional%20y%20Legal%20Colombiano.pdf?sequence=1>

RETIE (2013) Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. Resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013. Disponible en sitio web:
<https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/593881/Modificaciones+RETIE.pdf>

Sinha (2019) Various Methods Used to Minimise Resistance on Ship's Hull. Naval Architecture. Disponible en sitio web: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/vvarious-methods-used-to-minimise-resistance-on-ships-hull/>

Tips de ahorro de energía publicado en redes sociales por la Empresa de Energía de Arauca ENELAR Esp. Disponible en el sitio web:
https://twitter.com/hashtag/TipsDeAhorroParaLaIndustria?src=hash&ref_src=twsrc%5Etfw%7Ctwcamp%5Eembeddedtimeline%7Ctwtterm%5Eprofile%3AEnelarArauca&ref_url=https%3A%2F%2Fenelar.com.co%2Fprensa.php

UPME (2015) Plan energético nacional Colombia: Ideario energético 2050. Ministerio de Minas y Energía, Bogotá, DC. Disponible en sitio web:
http://www1.upme.gov.co/Documents/PEN_IdearioEnergetico2050.pdf

UPME (2016) Plan de acción indicativo de eficiencia energética –PAI PROURE 2017 – 2022. Ministerio de Minas y Energía. Disponible en sitio web:
http://www1.upme.gov.co/Documents/PAI_PROURE_2017_2022.pdf

UPME (sf) Mapas temáticos, disponible en sitio web:
<http://sig.simec.gov.co/GeoPortal/Mapas/Visores>

UPME (sf) Mapas temáticos, disponible en sitio web:
<http://sig.simec.gov.co/GeoPortal/Mapas/Visores>

Vaclav, S (2010) Energy Transitions: History, Requirements, Prospects. Praeger, Santa Barbara, CA

Wolfram et al., (2009) Role and potential of renewable energy and energy efficiency for global energy supply. Germany. Disponible en sitio web:
<https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/21269769>

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS INSTITUTO DE CIENCIAS AMBIENTALES DE LA ORINOQUIA

Barcelona: Km. 12 Vía Puerto López - Tel. 6616800 ext 130

icaoc@unillanos.edu.co

Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Sostenible – GIGAS

gigas@Unillanos.edu.co

Posgrados en Gestión Ambiental Sostenible

maestriaengestionambientalsostenible@unillanos.edu.co

gambiental@unillanos.edu.co

Enlaces de interés:

<https://www.unillanos.edu.co/pod-arauca/index.html>

<https://icaoc.unillanos.edu.co/>

<https://www.unillanos.edu.co/index.php/area-de-archi-vo/155-contenidos/maestrias/203-maestria-en-gestion-ambiental-sostenible>

<https://posgrados.unillanos.edu.co/esp-gestion-ambiental-sostenible/>

© 2017 Universidad de los Llanos. Todos los derechos reservados



**UNIVERSIDAD
DE LOS LLANOS®**

GOBERNACIÓN DE ARAUCA
"Construyendo Futuro"
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
"Cualificación académica y acción social"

