

# Desarrollo energético local en función de la mitigación al cambio climático

Vázquez Pérez Antonio, Rodríguez Gámez María, Washington Castillo Jurado

1 Carrera de Eléctrica/Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas/Universidad Técnica de Manabí  
Avenida Urbina y Che Guevara, Portoviejo/Manabí/Ecuador  
antoniov5506@gmail.com, talian-gel270557@gmail.com, wcastillo@utm.edu.ec

## RESUMEN

En un clima social donde apenas se conozca medianamente la evolución histórica de la situación ambiental del planeta, no se discute la necesidad de proteger la vida de las consecuencias derivadas del progreso social. Ahora el debate se centra en cómo se pudiera proteger la vida, en ese caso no es difícil advertir, que bajo los esquemas tradicionales no será posible alcanzar las metas del desarrollo sostenible. En el trabajo se muestra un análisis conceptual sobre los antecedentes históricos del desarrollo energético local, donde la influencia de las políticas económicas operadas durante las transiciones energéticas, fueron relegando cualquier vestigio de soluciones de tipo local, ignorando el papel del territorio y las localidades en el destino energético, imponiéndose un modelo de desarrollo centralizado que se sustentó cada vez más en el consumo de recursos naturales fósiles, con una industria ineficiente y contaminadora por excelencia. El objetivo del trabajo es mostrar un análisis de la contribución del desarrollo energético local a la mitigación de los efectos del cambio climático, tomando como paradigma el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía bajos los criterios técnicos de la generación distribuida, dirigido al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad. Se muestran los resultados preliminares obtenidos del proyecto SIGDES (Sistema de Información Geográfica para el Desarrollo Sostenible), relacionados con el estudio de los potenciales renovables en la provincia de Manabí, además de la necesidad de acoger un modelo de desarrollo energético que adopte como paradigma los conceptos asociados al desarrollo local y el aprovechamiento adecuado de los recursos endógenos.

Palabras clave: **Gestión energética sostenible, desarrollo local, generación distribuida, fuentes renovables de energía, energía solar.**

## ABSTRACT

*In a social climate where the historical evolution of the planet's environmental situation is scarcely known, the need to protect life from the consequences of social progress is not discussed. The debate now focuses on how life could be protected, in which case it is not difficult to warn, that under traditional schemes it will not be possible to achieve the goals of sustainable development. The paper shows a conceptual analysis of the historical background of local energy development, where the influence of the economic policies carried out during the energy transitions were relegated to any vestige of local solutions, ignoring*

*the role of the territory and the localities in the Energy destiny, imposing a model of centralized development that was based more and more on the consumption of fossil natural resources, with an inefficient and polluting industry par excellence. The objective of this work is to show an analysis of the contribution of local energy development to the mitigation of the effects of climate change, taking as a paradigm the use of renewable energy sources under the technical criteria of distributed generation, aimed at improving the Quality of life of society. The preliminary results obtained from the SIGDES (Geographic Information System for Sustainable Development) project, related to the study of the renewable potential in the province of Manabí, are shown, as well as the need to host a model of energy development that adopts as paradigm the Concepts associated with local development and the adequate use of endogenous resources.*

**Keywords:** *Sustainable energy management, local development, distributed generation, renewable energy sources, solar energy.*

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente se puede afirmar que resulta muy difícil lograr el desarrollo sostenible de la sociedad, anclado en los tradicionales conceptos de un sistema ineficiente de generación, distribución y suministro centralizado de la energía, dependiendo básicamente de robustas centrales generadoras, que distribuyen la energía a grandes distancias mediante un complejo y amplio sistema de distribución de electricidad, con extensas líneas de transportación y un amplio sistema de distribución que cada vez depende más de sofisticadas y costosas tecnologías (Montesino, 2010).

La actual situación mundial relacionada con el cambio climático aún no tiene las soluciones implementadas, a pesar de las estrategias trazadas por diferentes organizaciones internacionales donde se incluye la Agencia Internacional de Energía (AIE) y sus propuestas para mitigar los efectos negativos del clima, que en la mayoría de los casos afectan a los países pobres y en vías de desarrollo, donde aún no se trazan políticas adecuadas para darle solución a dichos problemas (Rodríguez, 2012).

La República del Ecuador es un país situado en la parte noroeste de América del Sur. Limita al norte con Colombia, al sur y al este con Perú y al oeste con el océano Pacífico. Posee una extensión territorial de 283.561 km<sup>2</sup>. Además del territorio continental, está formado por el archipiélago de Colón o Galápagos como también se le conoce, aparte de otras cercanas al continente, como Puná, Santay, y la Isla de la Plata (INOCAR, 2012).

Las principales unidades del relieve ecuatoriano son la llanura costera al norte del Golfo de Guayaquil, la sección de la Cordillera de los Andes en el centro del país y un extenso sector de la llanura amazónica ubicado al oriente del país. Hacia el suroeste se ubica el Golfo de Guayaquil, donde desemboca el río Guayas en el Océano Pacífico. Muy cerca de Quito, la capital, sobre la Cordillera de los Andes, se alza el Cotopaxi, el volcán activo más alto del mundo.

Ecuador se encuentra sobre la línea ecuatorial terrestre por lo cual su territorio se encuentra en ambos hemisferios. Comprende dos espacios distantes entre sí: el territorio continental al noroeste de América del Sur con algunas islas adyacentes a la costa y el archipiélago o provincia insular de Galápagos, que se encuentra a 1000 kilómetros de distancia del litoral ecuatoriano en el Océano Pacífico.

Manabí es una de las 24 provincias que conforman la República del Ecuador, situada al occidente del país, en la zona geográfica conocida como región litoral o costa. Su capital administrativa y ciudad más poblada es la ciudad de Porto-

viejo. Ocupa un territorio de unos 18.400 km<sup>2</sup>, siendo la quinta provincia del país por extensión, detrás de Pastaza, Morona Santiago, Orellana y Sucumbíos. Además del territorio continental, pertenecen a la jurisdicción de la provincia la Isla de la Plata y la Isla Salango. Limita al norte con Esmeraldas, por el este con Santo Domingo de los Tsáchilas y Los Ríos, al sur con Santa Elena, al este y al sur con Guayas y al oeste con el océano Pacífico a lo largo de una franja marítima de unos 350 kilómetros (GPM, 2016).

Su territorio ocupa extensas llanuras del litoral. De la provincia del Guayas viene la cordillera costanera del Chongón-Colonche que da origen a las montañas de Paján y Puca. Las elevaciones no sobrepasan los 1.200 metros sobre el nivel del mar. En el cantón Montecristi existen cordones aislados de los cerros de este nombre y los cerros de Hojas-Jaboncillo. Hacia el norte se dirige la Cordillera de Balzar, que comprende los cerros de Los Liberales y de Canoa; de allí sigue un ramal que se une con los cerros de Jama y se continúan hacia el norte con los cerros de Coaque, el Cerro Pata de Pájaro, uno de los más altos de La Provincia de Manabí con 845 m.s.n.m., continúan hacia el Norte las Montañas de Cojimíes y las montañas de Mache-Chindul.

En el territorio manabita habitan 1'369.780 personas, según el último censo nacional (2010), siendo la tercera provincia más poblada del país después de Guayas y Pichincha.

Es uno de los más importantes centros administrativos, económicos, financieros y comerciales del Ecuador. Las actividades principales de la provincia son el comercio, la ganadería, la industria y la pesca ya que se encuentra el segundo puerto más importante del país y las mayores fábricas de atún en Manta, el sector agropecuario en la vida rural; y, el turismo, principalmente en sus extensas playas.

La provincia de Manabí posee un elevado potencial solar durante todo el año; existe un determinado nivel de potenciales hidráulicos en sus ríos y tiene un desarrollo económico basado en la agricultura, ganadería y pesca, que pueden constituir fuentes de generación de residuales que se pueden utilizar como fuentes alternativas de energía, permitiendo fortalecer el desarrollo a escala local con recursos propios, reduciendo el consumo de recursos naturales y disminuyendo las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (Rodríguez, 2015).

La provincia cuenta con el 7,59% de población rural sin electrificar, que la ubica por encima de la media del país, siendo necesario aprovechar esta brecha para potenciar el desarrollo energético local con la nueva visión de generación distribuida sustentada en la utilización de recursos endógenos (Rodríguez & Washington, 2015). En estos casos la energía renovable no depende del complicado e ineficiente sistema centralizado

para el suministro de energía, siendo necesaria la búsqueda de soluciones energéticas con fuentes limpias en el modo de la generación distribuida y con ello dar pasos en la mitigación de los efectos del cambio climático en zonas necesitadas.

En Ecuador se ha desplegado una nueva visión que se refleja en los objetivos del programa nacional para el buen vivir (SENPLADES, 2013), que pretende la realización del cambio de matriz energética y productiva enfocada al respeto ambiental, pero aún no es suficiente para detener los efectos negativos en términos energéticos y dicha política sigue teniendo un sesgo centralizado en la generación y distribución de energía, lo que limita las posibilidades de los territorios para administrar y utilizar sus recursos endógenos como parte de una política de desarrollo local adecuada, que se enfoque en lograr la autosuficiencia energética de los territorios.

El objetivo de la investigación se enfoca en ofrecer un análisis sobre la contribución del desarrollo energético local a la mitigación de los efectos del cambio climático, tomando como paradigma el aprovechamiento de recursos energéticos endógenos bajo los criterios técnicos de lograr una adecuada combinación de la generación distribuida y el tradicional sistema de generación centralizada, dirigido al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.

## II. MÉTODO

El método básico de la investigación se sustentó en el razonamiento inductivo, que permitió partir de determinadas premisas particulares, para obtener como conclusión una premisa general que permita demostrar la viabilidad de combinar determinadas alternativas energéticas a nivel local con el tradicional sistema centralizado de servicio energético, con el fin de alcanzar un desarrollo coherente con el respeto ambiental. La investigación se apoya en la revisión bibliográfica de diversos artículos científicos y datos de instituciones del Ecuador, que permiten llegar a conclusiones precisas sobre el tema que se estudia.

Las conclusiones obtenidas se proyectan en función de la planeación territorial energética, teniendo en cuenta los elementos espaciales que intervienen en el medio, para lograr la sostenibilidad de los territorios bajo las premisas del desarrollo local sostenible, para lo cual resulta importante considerar las acciones que se realicen en el sector energético, enfocadas en fortalecer la resiliencia territorial frente al cambio climático.

## III. RESULTADOS

### ANTECEDENTES DEL DESARROLLO ENERGÉTICO LOCAL.

Conceptualmente el desarrollo energético local no resulta un tema nuevo, pues su origen está vinculado al desarrollo de las primeras sociedades humanas. Desde el surgimiento del hombre y durante milenios no contó el hombre con otra fuente de energía utilizable inmediatamente que no fuese su propia musculatura para cazar, pescar, machacar granos alimenticios, transportar cargas y otras tareas vitales. Pero había algunas tareas importantes para cuya realización pudo contar el hombre con el auxilio de una fuente adicional de energía: las ramas y hojas secas de los árboles. Porque desde tiempo inmemorial dominaba la técnica de extraer la energía acumulada en la madera y los residuos vegetales secos, quemándolos para hacer fuego a voluntad (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

Se ha calculado que, en las condiciones mencionadas anteriormente, cuando el ser humano no disponía de otras fuentes de

energía que la que podían suministrar su propio cuerpo y la leña, el consumo energético promedio era de unos 5,8 kWh/día, de las cuales, alrededor de dos mil correspondían al uso del fuego, es decir, a la conversión en calor y luz de la energía química liberada por combustión rápida de la madera y algunos residuos vegetales (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

La gran revolución técnica que fue la agricultura le permitió al hombre almacenar la energía solar y transferirla a vegetales utilizables. En algún momento el hombre puso a tirar del arado a algunos animales domesticados en lugar de hacerlo él mismo y a emplearlos para arrastrar trineos o carros, con la ventaja que los animales utilizados podían desarrollar de cuatro a diez veces más potencia muscular que un hombre. Se ha estimado que en la sociedad del neolítico, el consumo energético medio del ser humano, ayudado en sus labores por la utilización de algunos animales domesticados y del fuego, llegó a ser tres veces mayor que el característico de la anterior fase cazadora y recolectora, esto es, unos 13,9 kWh/día (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

Con el tiempo, los procesos metalúrgicos llegaron a tener un apreciable impacto en el consumo de energía, que durante siglos procedió esencialmente de la combustión de la madera. Con el paso de los siglos se desarrollaron los medios de transporte sobre lagos, ríos y mares, y se utilizó ampliamente el viento combinado con la muscular humana auxiliada por remos para impulsar las barcas. Comenzó a utilizarse también la energía hidráulica para fines productivos. Esta energía, ya fuese por caída del agua en movimiento o por su impacto sobre los álabes de una rueda de madera, se empleaba para hacer girar las piedras o muelas con que se molía el grano, destinado fundamentalmente a la elaboración de pan (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

Con el concurso de la energía hidráulica, la de origen animal y la procedente de la combustión de la madera se desarrollaron la minería, la metalurgia y variadas actividades industriales. Entre los siglos XII y XVI no solo se construyeron las impresionantes edificaciones góticas, sino que florecieron invenciones ingeniosas como la pólvora, inventada por los chinos e introducida en Europa por los árabes, que la usaban como arma de guerra (Montesino, 2010).

Se estima que hacia el año 1400, es decir, entre fines de la Edad Media y comienzos del Renacimiento, el consumo energético per cápita era de unos 30,2 kWh/día. De ellas, aproximadamente 23 % correspondía a la alimentación, 46 % a las labores domésticas, el comercio y otros servicios; 27 % a la agricultura y la industria, y 4 % al transporte (Altshuler & Colectivo de autores, 2004). En la figura 1 se muestra la relación existente en el consumo de energía per cápita por actividades.

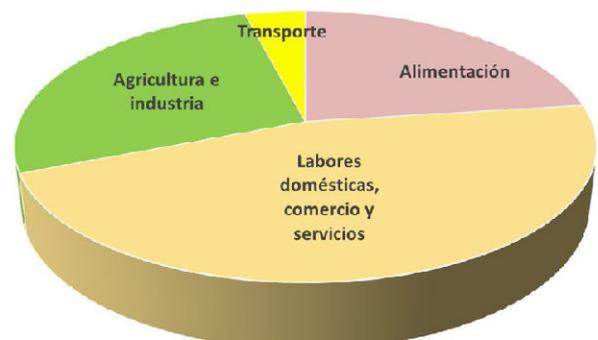


Figura 1. Consumo de energía per cápita por actividades.

La actividad derivada del desarrollo social fue imponiendo un incremento gradual de la demanda de energía y como consecuencia a partir del siglo XVII se produjo una aguda escasez de madera en Europa occidental, sobre todo en las islas británicas, donde para la realización de las actividades industriales que se servían de la energía térmica hubo que empezar a quemar hulla. Esta fuente energética fue el combustible por excelencia en los países más desarrollados, hasta que cedió esta condición al petróleo, bien entrado el siglo XX y es cuando comienzan a tener auge la extensión de los sistemas centralizados de energía, dejando a un lado los tipos de soluciones vinculadas al desarrollo local mediante el aprovechamiento de los recursos endógenos (Washington & Rodríguez, 2015).

Actualmente la generación de electricidad básica del Ecuador es de origen hidroeléctrica, que resulta más eficiente y menos costosa; pero en la medida que los centros de consumo se alejan de los centros de generación, el efecto es inverso. Esta situación supone que en la región Sierra el costo de la generación y suministro de energía hidroeléctrica sea relativamente bajo, pero esa misma energía llevada a la región costera sea ineficiente y con un costo elevado (Vázquez & Washintog, 2015).

El desarrollo energético local está llamado a romper con los tradicionales conceptos de la ineficiente y costosa generación centralizada de energía, perfilando la acción en lograr una adecuada combinación entre el sistema centralizado de suministro de electricidad, con el aprovechamiento de los recursos energéticos endógenos con que cuentan los territorios, logrando un esquema energético sostenible ajustado a las características de cada territorio (Vázquez & , 2015).

#### LAS TRANSICIONES ENERGÉTICAS VS DESARROLLO LOCAL.

Los países desarrollados han efectuado dos grandes transiciones energéticas vinculadas con la introducción de nuevas tecnologías que impulsaron un incremento exponencial de la demanda energética (Altshuler & Colectivo de autores, 2004):

- I. La primera entre 1760 y 1830 asociada a la primera revolución industrial, cuando se desarrollaron tecnologías como la máquina de vapor, el ferrocarril y las máquinas textiles y se produjo el tránsito de la madera y el carbón vegetal al carbón mineral;
- II. La segunda transición del carbón mineral al petróleo, vinculada con la segunda revolución industrial, que tuvo lugar entre 1860 y 1930, período en que se introdujeron los sistemas eléctricos, la aviación y la siderurgia.

Ambas transiciones presentan una característica común: el nuevo portador empleado era de mayor densidad energética que su predecesor y, por tanto, más competitivo que éste desde el punto de vista económico. En la figura 2 se muestra la relación gráfica de la densidad energética relativa de los portadores primarios que participaron en las dos transiciones energéticas.

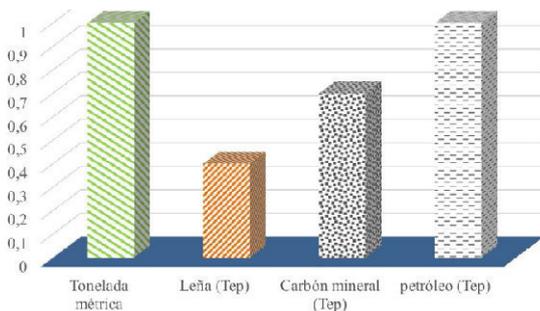


Figura 2. Densidad energética relativa de los portadores primarios

En ambas transiciones primó la escasez local de los portadores requeridos, así como la comodidad en su manipulación y almacenamiento, pero a pesar de contar con ese poderoso mecanismo a su favor, costó varias decenas de años el proceso de toma del mercado por el nuevo portador.

A partir del empleo del petróleo como portador energético por excelencia en la segunda mitad del siglo XIX, se incrementó rápidamente su participación en el mercado mundial de energía primaria y alrededor de 1970 constituía la base del primer sistema global de suministro energético. Ese dominio del mercado es una de las causas fundamentales de la actual situación, en la que el precio de los hidrocarburos determina la competitividad de los portadores alternativos y sus tecnologías asociadas, por lo que se constituye en el energético de referencia (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

A partir del año 1860 con la segunda transición energética donde se comienza a utilizar una fuente más concentrada, empieza la introducción gradual de los sistemas centralizados de energía, que tendrán su mayor auge a partir de la primera mitad del siglo XX y poco a poco fueron quedando atrás los tipos de soluciones vinculadas al desarrollo local mediante el aprovechamiento de recursos energéticos endógenos (Montesino, 2010).

#### IMPACTOS AMBIENTALES

En el mundo actual la interacción humanidad-ambiente tiene un carácter global y las tendencias indican su incremento creciente. De todas las formas de actividad humana quizá la más contaminante y degradante sea la relativa al manejo de los recursos energéticos fósiles, es decir, su extracción, producción, transporte y consumo. Esto ocurre porque los ecosistemas surgen en la naturaleza con un determinado equilibrio energético. Si se rompe o altera ese equilibrio, las condiciones de mantenimiento del ecosistema se modifican. Al sobrepasar los límites superior o inferior de balance de energía que permiten la existencia del ecosistema (resiliencia), éste degenera y corre el peligro de desaparecer si el automatismo del sistema (homeostasis) no le permite restaurar las condiciones de equilibrio. El uso de la vía energética dura por encima del aprovechamiento de los recursos endógenos, se sustenta en un sistema de valores que se justifican a sí mismos, es decir: dominación, competencia, explotación, desarrollo desigual, violencia, etc., todos tendientes a elevar la ganancia económica, sin reparo de las condiciones ambientales (Montesino, 2010).

Una de las características esenciales de los impactos provocados por el sistema energético contemporáneo es la interacción de fenómenos de diversos tipos que ocasionan diversos tipos de problemas ambientales, económicos, sociales, políticos, etc. Es necesario verlos, por tanto, en su integralidad desde la perspectiva de la relación medio ambiente-desarrollo (Washington & Rodríguez, 2015).

En primer lugar, la combustión de carbón, petróleo y gasolina es el origen de buena parte de los contaminantes atmosféricos que producen distintos efectos sobre el medio ambiente. Se ha podido comprobar que la contaminación ocasionada por las emisiones de gases contaminantes, de metales pesados en suspensión resultantes de la combustión de hidrocarburos, tanto de las plantas de generación eléctrica y las industrias como de los automóviles y hogares constituye una de las causas principales de enfermedades de las vías respiratorias, la piel y diversos tipos de cáncer (Washintong & Rodríguez, 2015).

Otro de los efectos es lo que se conoce como cambio climático global. Cada vez con mayor frecuencia se escuchan noticias sobre sucesos catastróficos del presente que indican que las zonas climáticas se están desplazando, los glaciares se están descongelando y el nivel de los océanos se eleva. Estos acontecimientos de orden meteorológico han alertado a la comunidad internacional, la cual ve en ellos una amenaza futura para el desarrollo económico y la preservación de las condiciones ambientales necesarias con vistas a mantener las distintas formas de vida sobre la Tierra, tal como hoy son concebidas (Saltos & Colectivo de autores, 2017).

En la atmósfera existen concentraciones naturales de distintos gases de efecto invernadero (GEI). El CO<sub>2</sub>, el metano y los cloro flouro carbonados (CFCs) recalientan la atmósfera al reabsorber el calor radiado por la superficie terrestre; por ello, mientras mayor sea la concentración de estos gases mayor será la temperatura del aire en la troposfera, o sea sobre la Tierra. El efecto invernadero resultante, que permite la entrada de la energía solar, pero reduce la reemisión de rayos infrarrojo al espacio exterior, genera una tendencia al calentamiento que podría afectar el clima global y llevar al deshielo de los casquetes polares (Montesino, 2010).

El calentamiento global ya está ocurriendo y aunque algunos lo niegan increíblemente, es una realidad palpable. De mantenerse la tendencia experimentada en los últimos años, puede estar ocurriendo un cambio de temperatura global en la atmósfera de la Tierra, que tendría como consecuencias la muerte de bosques, tormentas violentas y sequías, el deshielo del océano Ártico durante todo el año, el aumento del nivel del océano mundial, la disminución de las tierras emergidas, el hundimiento de ciudades litorales, y se secaría el cinturón productor de cereales y los campos de trigo de las estepas, lo que unido al hundimiento de las tierras bajas pudiera propiciar la pérdida de 1/3 de las tierras agrícolas (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

Otro efecto de las emisiones de contaminantes a la atmósfera producto de la combustión es el de las precipitaciones ácidas en forma de lluvia o neblina. Más de 80% del dióxido de azufre, 50% de los óxidos de nitrógeno, y de 30 a 40% de las partículas en suspensión emitidos a la atmósfera proceden de las centrales eléctricas que queman combustibles fósiles, las calderas industriales y las calefacciones. Estos contaminantes son transportados por el viento y las nubes, y producen efectos adversos en áreas muy distantes del lugar de la emisión en forma de depósito o de lluvias ácidas (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

Según datos de organismos internacionales, las lluvias ácidas han aumentado en diez veces desde 1970 (Altshuler & Colectivo de autores, 2004). La acidez relativa de muchos lagos y embalses de agua dulce se ha visto alterada hasta tal punto que han quedado destruidas poblaciones enteras de peces y otras especies; como consecuencia de las escorrentías y filtraciones estas aguas ácidas van a parar a las cuencas subterráneas, las contaminan y las hacen inservibles o dañinas para el consumo humano. Asimismo, las concentraciones de vapores ácidos producen numerosos perjuicios a la salud, sobre todo en las áreas urbanas donde sus concentraciones suelen ser mayores.

Las lluvias ácidas tienen un notable efecto defoliante y es la causa de la desaparición de extensas zonas boscosas, fundamentalmente en el hemisferio Norte. Tiene como agravante que la acidez de suelos es acumulativa y prácticamente no se elimina, lo que hace virtualmente inservibles los suelos para procesos de reforestación. El impacto que esto produce sobre

la biota en general es incalculable. Las emisiones de dióxido de azufre y la formación de ácido sulfúrico son también responsables del ataque sufrido por las calizas y el mármol a grandes distancias. Se ha podido apreciar su efecto corrosivo sobre materiales de construcción, edificios, equipos industriales, monumentos y joyas arquitectónicas de la antigüedad (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

Otro de los impactos está relacionado con la contaminación de los mares y océanos. Las descargas accidentales y a gran escala de petróleo líquido, son una importante causa de contaminación de las costas. Los casos más espectaculares de contaminación por crudos suelen estar a cargo de los supertanqueros empleados para transportarlos; pero hay otros barcos que vierten también petróleo, y la explotación de las plataformas petrolíferas marinas supone, asimismo, un importante aporte de vertidos. Se estima que de cada millón de toneladas de crudo embarcadas se vierte una tonelada. Esto trae como consecuencia daños de consideración a la flora y la fauna del mar y los ecosistemas costeros. Todos los años se cuantifican miles de peces, aves y mamíferos muertos por las llamadas "mareas negras" y son incalculables los daños a otras especies de ecosistemas que resultan sensibles, como los arrecifes coralinos, manglares y marismas (Montesino, 2010).

En el orden económico son cuantiosas las pérdidas que los derrames ocasionan a la pesca y el turismo. La contaminación térmica de la mar provocada por las centrales termoeléctricas, se debe a la elevación de la temperatura que experimenta el agua de mar al ser utilizada como refrigerante. Aunque esta contaminación tiene efectos variables en dependencia de la potencia de la instalación, se ha comprobado el daño que produce sobre el fitoplancton, el zooplancton y otros organismos.

Aunque la producción de energía no es la causa principal de la deforestación y la degradación de los suelos, sí contribuye a ello en algunas regiones del planeta, tanto por la devastación de bosques para la prospección y explotación petrolera, como para la obtención anárquica de energía de biomasa ante la imposibilidad de otras alternativas. En la tabla 1 se muestran los contaminantes y sus fuentes principales.

**TABLA I.**  
CONTAMINANTES Y SUS FUENTES PRINCIPALES

CONTAMINANTES	FUENTES DE ORIGEN
Monóxido de carbono (CO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases de escape de los vehículos de motor</li> <li>• Algunos procesos industriales que utilizan</li> </ul>
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones generadoras de calor y electricidad que utilizan petróleo o carbón con contenido sulfurado.</li> </ul>
Partículas en suspensión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases de escape de vehículos de motor;</li> <li>• Procesos industriales;</li> <li>• Incineración de residuos;</li> <li>• Generación de calor y electricidad y;</li> <li>• Reacción de gases contaminantes en la atmósfera.</li> </ul>
Plomo (Pb)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases de escape de vehículos de motor;</li> <li>• Fundiciones de plomo;</li> <li>• Fábricas de baterías</li> </ul>
Óxidos de nitrógeno (NO, NO <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases de escape de vehículos de motor;</li> <li>• Instalaciones generadoras de calor y electricidad;</li> <li>• Ácido nítrico;</li> <li>• Explosivos;</li> <li>• Fábrica de fertilizantes.</li> </ul>
Hidrocarburos no metánicos (incluye etano, etileno, propano, butanos, pentanos, acetileno).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases de escape de vehículos de motor;</li> <li>• Evaporación de disolventes;</li> <li>• Procesos industriales;</li> <li>• Eliminación de residuos sólidos;</li> <li>• Combustión de combustibles y;</li> <li>• Todas las fuentes de combustión.</li> </ul>

## OTROS IMPACTOS ASOCIADOS

Además del impacto ambiental, el sistema energético contemporáneo ocasiona también problemas en el orden económico, político y social a escala global de los cuales el Ecuador no escapa.

La dependencia casi exclusiva de estos esquemas energéticos basados en las energías fósiles ocasiona, por una parte, frecuentes convulsiones económico-financieras cuando por diversas razones los precios del petróleo suben o bajan, vaivenes en el precio que, por supuesto, afectan a todos los países del Tercer Mundo, tanto los que no son productores del crudo, como aquellos que sustentan una parte de su economía en la gestión petrolera (Montesino, 2010).

El nivel de inversiones en recursos energéticos a escala mundial es aproximadamente de 750 billones de dólares (Altshuler & Colectivo de autores, 2004). Semejante nivel es insostenible para los países subdesarrollados, lo que los obliga a un endeudamiento creciente y crónico. Para pagar la deuda muchos países subdesarrollados se han visto forzados a expropiar los recursos naturales al máximo, aumentando así el costo ambiental del endeudamiento. Este deterioro ambiental en los países subdesarrollados, a su vez, agudiza los problemas sociales de pobreza, desnutrición, desempleo, insalubridad y analfabetismo, y hace aún más abismal el desarrollo desigual. Por otro lado, estos países quedan relegados en su función de exportadores de materias primas.

La especialización que promueven las políticas neoliberales comprometidas a un crecimiento económico continuo, están encaminadas hacia la máxima explotación de las riquezas naturales de los países en desarrollo, provocan agotamiento y destrucción de los recursos y aumentan los costos del crecimiento económico dado el descenso de la productividad natural de dichos recursos.

El control de los recursos energéticos fósiles es la causa de innumerables conflictos geopolíticos del mundo contemporáneo, atendiendo al carácter estratégico que tienen para el funcionamiento y existencia de la sociedad de consumo. No es casual que extensas zonas petroleras sufran la presencia de bases militares de las potencias imperialistas, en particular de los Estados Unidos (Montesino, 2010).

Desde la Cumbre de Río en 1992 quedó claramente establecida la relación medio ambiente-desarrollo, en el sentido de que la protección ambiental no puede significar la preservación de la pobreza y el subdesarrollo y que la búsqueda del desarrollo no puede significar la destrucción del ecosistema terrestre, por lo que se reclama la necesidad de adoptar modelos y procesos de desarrollo que sean sostenibles, lo que será muy difícil de lograr siguiendo los tradicionales esquemas que describen una ruta lineal que invisibiliza la gestión local y el adecuado aprovechamiento de los recursos endógenos (Toala & Colectivo de autores, 2017).

El desarrollo sostenible debe ser entendido como un proceso de elevación de la calidad de vida del ser humano como objeto y sujeto del desarrollo, por medio del progreso económico equitativo sobre la base de métodos de producción y patrones de consumo que mantengan el equilibrio ecológico y garanticen la calidad de vida de las generaciones futuras. Cuando se habla de sostenibilidad se hace referencia a la preservación de los equilibrios que le dan sustento al bienestar social, el progreso económico, el enriquecimiento cultural y el crecimiento personal, lo que resulta difícil lograr mediante la práctica de los tradicionales esquemas de desarrollo, donde prevalece la gestión energética centralizada.

Las causas principales de los problemas ambientales son, de un lado la pobreza y el subdesarrollo, y en un proceso de transición hacia el desarrollo sostenible en las condiciones del mundo actual supone múltiples desventajas para los países pobres.

En cuanto a los países ricos, se plantea la necesidad de cambios fundamentales en los estilos de vida basados en el consumo desmesurado. A esta iniquidad contribuye de manera significativa el sistema energético contemporáneo. La agresión exportadora del sistema energético genera innumerables problemas y conflictos ambientales; son conflictos por el territorio, el suelo, los espacios físicos en los que se vive; por el agua, el aire puro, los desechos y la basura, los derrumbes, por los productos contaminantes, las enfermedades producidas por la contaminación; por la disminución del bosque nativo, de la flora y la fauna nacional es; en fin, por la sobreexplotación de los recursos naturales.

## LOS RECURSOS ENERGÉTICOS ENDÓGENOS

Las fuentes renovables de energía fueron los primeros portadores utilizados por el hombre para sustituir su fuerza corporal y la energía biológica de los animales que fueron domesticados a los efectos de aliviarlo en tareas engorrosas, difíciles y arriesgadas o que consumían mucho tiempo o esfuerzos; de esa manera, el hombre aprendió a aprovechar la fuerza del viento, la energía de los ríos y de las cascadas, la contenida en la leña, la madera y otros tipos de biomasa.

Esa etapa histórica puede caracterizarse por la baja eficiencia de las tecnologías empleadas en general, en buena medida consecuencia del incipiente desarrollo científico y tecnológico que prevalecía en ella, así como de la disponibilidad de los recursos en comparación con la intensidad de su empleo, todo lo que conformaba un entorno no urgido de luchar por una elevación constante de la eficiencia. Esas circunstancias ambientales que configuran los riesgos actuales derivados del cambio climático que ya ha comenzado a manifestarse de distintas formas, obligan a pensar en la sustitución acelerada de los combustibles fósiles para complementar el incremento constante en la eficiencia de su utilización, que viene produciéndose desde hace varias décadas, aunque no resulta suficiente para evitar los desastrosos efectos en marcha desencadenados por los elevados niveles de concentración ya alcanzados, cuya reversión demoraría decenios o tal vez siglos para hacerse patente, aún en el caso ideal de que pudieran dejarse de emitir de inmediato los gases de invernadero.

Es por ello que resulta necesario iniciar un proceso de reducción acelerada en el uso de los combustibles fósiles, combinando el aprovechamiento adecuado de recursos energéticos endógenos, en paralelo con el aumento de la eficiencia que puede lograrse mediante un grupo tecnologías modernas, sin dejar de considerar las medidas que en el orden organizativo y comportamental de la sociedad pueden lograrse; pero ello se requiere vencer barreras de todo tipo (financieras, económicas, tecnológicas, conductuales, conceptuales, psicológicas, políticas, regulatorias, etc.) que ahora se oponen a la adopción de un nuevo tipo de desarrollo que tenga su centro en la localidad y el aprovechamiento adecuado de los recursos endógenos.

El Sol es la única fuente externa de energía que llega al planeta y, aunque a escala cósmica el Sol es finito y no renovable, a escala terrestre es inagotable porque se espera que continúe enviándonos energía durante muchos miles de millones de años más. Del Sol se derivan todas las fuentes renovables de energía: hidráulica, biomasa, eólica, fotovoltaica, térmica solar, gradiente térmico oceánico (GTO), olas, corrientes marinas, etc.; el flujo solar se emite y llega a la Tierra con in-

dependencia de que se le emplee o no, así que las futuras generaciones no estarán más limitadas al usarlo porque lo aprovechemos ahora.

Las fuentes renovables de energía son las más sanas que existen desde el punto de vista ambiental, a pesar de que para el aprovechamiento de algunas de ellas el entorno puede ser perturbado en forma más o menos sensible, como es el caso de los vasos de las presas o el ruido de los aerogeneradores.

Si bien la utilización de las fuentes renovables de energía ha crecido significativamente durante los últimos años, su participación en el consumo mundial de portadores energéticos apenas rebasa 2,5 % del total, debido al bajo nivel de partida y su lento ritmo de penetración en el mercado, consecuencia combinada de varios factores, entre los que se destacan (Altschuler & Colectivo de autores, 2004):

- Necesidad de tecnologías eficientes para su aprovechamiento, que no existen o están en diversos estadios de desarrollo;
- Competencia desleal de los combustibles fósiles, cuyos precios no incluyen el valor de los daños ambientales ocasionados cuando se consumen, ni tienen en cuenta su carácter no renovable;
- Hábitos establecidos durante más de dos siglos, en que los portadores fósiles y en particular los combustibles líquidos derivados del petróleo, con grandes ventajas en su manipulación y alta densidad energética, se han utilizado de manera creciente;
- Estilos de vida derrochadores, basados en vehículos automotores para pocos pasajeros, cuyo funcionamiento depende fundamentalmente de los hidrocarburos;
- Tratamiento discriminatorio y peyorativo que tradicionalmente se da a las fuentes renovables como alternativas, auxiliares, complementarias, otras, unido a su carácter disperso o distribuido, su menor densidad energética y la poca comprensión del significado de su renovabilidad.

#### EL DESARROLLO LOCAL

El desarrollo local es una de las temáticas más relevantes en el campo del progreso socioeconómico en el siglo XXI y está contemplado entre los grandes retos para las actuales y futuras generaciones, pues se trata de redescubrir la dimensión territorial en función de priorizar las soluciones locales para enfrentar las nuevas exigencias en términos de eficiencia energética, productiva y competitividad, de manera que el tipo de desarrollo que más se conoce vaya abriendo paso a uno nuevo, más completo, más humano y respetuoso con el ambiente y sobre todo donde no se repitan los errores cometidos en periodos anteriores (Yuvey, 2010).

El esquema de desarrollo puesto en práctica en los últimos cien años en el campo de la energía, ha posibilitado el impulso del progreso tecnológico, el mundo se ha vuelto cada vez más pequeño y más cognoscible; pero al propio tiempo se han creado dos mundos: uno dotado de todo el desarrollo posible, donde están resueltas las necesidades y se pueden complacer los más especiales caprichos humanos; el otro mundo plagado de pobreza, y enfermedades, un mundo que se debate todos los días por la supervivencia contra el hambre, las enfermedades y la miseria. Estas son realidades que demuestran la necesidad de pasar a otros conceptos prácticos del desarrollo, donde el componente local con sus recursos pueda ser dueño de su propio destino social (Rodríguez & Washington, 2015).

Los sistemas de información geográfica (SIG) constituyen herramientas muy usadas en los momentos actuales, ya que permiten hacer estudios en el territorio de forma integrada,

posibilitando realizar múltiples estudios para una misma región, territorio o localidad, de forma que esta información genera nuevos datos que en muchos casos pueden apoyar estrategias para el desarrollo de interés local, provincial, nacional con potencialidad de repercutir en nuevos productos, planes o programas, de ahí su importancia para el desarrollo local (Saltos & Colectivo de autores, 2017).

La provincia de Manabí está ubicada en la zona del litoral del Ecuador. Según estudios realizados por la Universidad Eloy Alfaro (ULEAM), esta región por sus características socioeconómicas califica entre las siete más pobres del Ecuador, donde se puede apreciar como rasgo distintivo que: el 87,5% de los hogares poseen características físicas inadecuadas; el 28% de la población carece del abastecimiento de agua por la red pública; el 6,8% no dispone del servicio eléctrico; un 46,4% no poseen los servicios de alcantarillado; el 23% no cuenta con el servicio público de recogida de residuales; y un 26,6% no dispone del servicio telefónico (Rodríguez, 2015).

Las características de la provincia la hacen propicia para desarrollar un proyecto que sea dirigido al desarrollo local sostenible, con una visión energética aprovechando los recursos endógenos de la zona de estudio, implementado los SIG como herramientas para el estudio de los espacios territoriales y locales, así como la disponibilidad de recursos energéticos, de manera que se pueda gestionar financiamiento para el desarrollo y que la localidad se empodere de su destino energético.

Una de las causas que motiva el poco aprovechamiento de las fuentes renovables en la generación sostenible de energía a escala local, resulta el desconocimiento y la falta de información vinculada a las relaciones que tienen lugar entre el componente territorial y las energías renovables, impidiendo que se puedan considerar de manera integrada los elementos de la localidad, la situación ambiental, las tradiciones, la cultura y las necesidades que implica el desarrollo equilibrado y equitativo de las localidades, pues el desconocimiento de estos datos imposibilita la realización de estudios de factibilidad que puedan ser objetivos.

La visión de los decisores que trabajan en el campo de la energía sobre el territorio no siempre se corresponde en muchos casos, con la realidad física de recursos y con las relaciones de estos con el ambiente y la sociedad, los SIG pueden jugar un rol importante en ofrecer información espacial integrada con un conjunto de datos de la realidad objetiva y las posibilidades de su aprovechamiento en función del desarrollo local sostenible.

Desde el año 2015 se viene realizando en la Universidad Técnica de Manabí, un proyecto encaminado al estudio de los potenciales de fuentes renovables (Rodríguez, 2015) perfilado a ofrecer datos relevantes a nivel local, que posibilite la introducción y desarrollo de las fuentes renovables de energía. Como parte del proyecto se ha desarrollado información geográfica en mapas a escala cromática sobre el potencial solar y de viento. La información está enfocada a promover inversiones en pequeños sistemas conectados a la red o de sistemas autónomos para la electrificación rural. Con ello se persigue aprovechar los recursos endógenos a nivel local, propiciando el ahorro de combustibles, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, disminuir las pérdidas y crear espacios técnicos con una alta eficiencia energética.

En la figura 3 se muestra el mapa del potencial solar promedio anual y en la figura 4 el mapa del potencial de viento elaborados a escala cromática, ambos de la provincia de Manabí donde se especifica el resultado de un estudio realizado en los cantones del municipio de Chone, de manera que, con solo

realizar una inspección visual sobre el documento, se logra formar una idea bien aproximada de los potenciales de energía solar y de viento que inciden en el territorio.

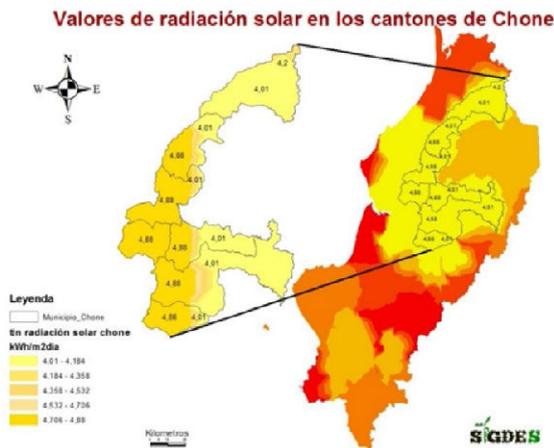


Figura 3. Mapa del potencial solar promedio anual de la provincia de Manabí y el municipio Chone.  
Fuente: (Rodríguez, 2015)

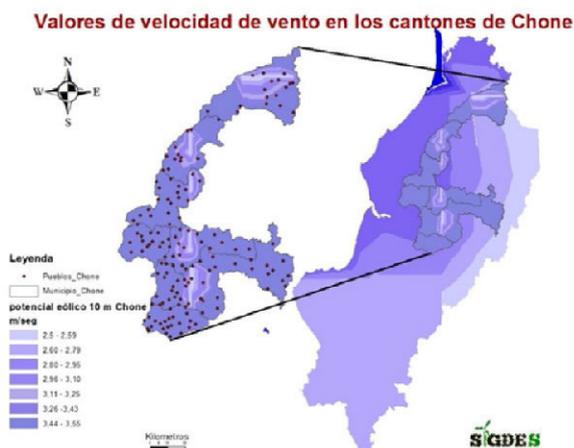


Figura 4. Mapa del potencial de viento de la provincia de Manabí y el municipio Chone.  
Fuente: (Rodríguez, 2015)

Actualmente se desarrollan varios estudios relacionados con el potencial hidráulico que existe en los ríos de la provincia y se prevé desarrollar el mapa de este potencial, de manera que se pueda valorar el aprovechamiento de dicho recurso endógeno, con tecnologías que permitan realizar el aporte a la red para la electrificación de viviendas y comunidades aisladas.

#### IV. CONCLUSIONES

1. El trabajo logra mostrar un análisis relacionado con la contribución que puede ofrecer el desarrollo energético local a la mitigación de los efectos del cambio climático, partiendo del aprovechamiento de los recursos endógenos bajo el criterio de lograr la combinación de la generación distribuida y el tradicional sistema de generación centralizada, dirigido al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.
2. Se logra argumentar la necesidad de transitar de un sistema centralizado que privilegia el formato técnico de grandes centrales generadoras, con complejos sistemas de transportación y distribución, a uno que considere

el aprovechamiento gradual de los recursos endógenos para la generación de electricidad en el modo de la generación distribuida, que logre disminuir el consumo de recursos naturales, que reduzca las pérdidas, que incremente la eficiencia, que propicie la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y logre mejorar la calidad del servicio eléctrico.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad y a sus administrativos por permitir realizar la investigación.

#### REFERENCIAS

- Althuler, J., & Colectivo de autores. (2004). Energía. Suplemento Especial de Energía CUBAENERGÍA, Editorial Academia.
- GPM, (2016). Datos geográficos. Gobierno Provincial de Manabí (GPM). Consultado el 6 de mayo de 2017. Disponible en: <http://www.manabi.gob.ec/datos-manabi/datos-geograficos>.
- INOCAR, (2012). Información general de la república del Ecuador. Consultado el 10 de mayo de 2017. Disponible en: [https://www.inocar.mil.ec/docs/derrotero/derrotero\\_cap\\_1.pdf](https://www.inocar.mil.ec/docs/derrotero/derrotero_cap_1.pdf).
- Montesino, L. R. A. (2010). Solarización Territorial. Vía para el logro del desarrollo sostenible. CUBASOLAR. ISBN: 978-959-7113-39-3, La Habana, Cuba.
- Rodríguez, G. M. (2015). SIGDES. Facultad de Ciencias Matemática, Física y Química de la Universidad Técnica de Manabí, Sistema de Información para el Desarrollo Energético Sostenible.
- Rodríguez G. M. (2012). La Ordenación y la Planificación de las Fuentes Renovables de Energía en la Isla de Cuba, desde una perspectiva territorial. Estudio de caso en el municipio Guamá a partir de un Geoport. ISBN. 978-84-7834-689-9. Editorial CIEMAT. España.
- Rodríguez, G. M., & Washington, C. J. (2015). Factibilidad económica de la extensión de la red eléctrica (comunidades rurales de Chone). XXX Seminario Nacional del Sector Eléctrico. Riobamba 15, 16 y 17 de abril de 2015, AC.5.1. Sostenibilidad de proyectos en energías renovables en sistemas aislados.
- Salto, A. W. M., & Colectivo de autores. (2017). Sistemas de información geográfica y microrredes Revista Cubana de Ingeniería. Vol. VIII, No. 1, enero - abril, 2017, pp. 00 - 00, ISSN 2223 -1781.
- SENPLADES. (2013). Plan Nacional del Buen Vivir. 2013-2017. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Gobierno de Ecuador, ISBN-978-9942-07-448-5.
- Toala, A. G., & Colectivo de autores. (2017). Climatization. Energy Efficiency and Environmental Protection. IRJEIS. International Research Journal Of Engineering, IT E Scientific Research, Vol. 3 Issue. 2: March 2017. ISSN: 2454-2261. Impac Factor: 5.211.
- Vázquez, P. A., & Washintog, C. J. (2015). La energía solar en la provincia de Manabí y el déficit de un marco regulatorio adecuado. XXX Seminario Nacional del Sector Eléctrico. Riobamba 15, 16 y 17 de abril de 2015, Área A C. 2 Regulación del sector eléctrico y aspectos legales. AC.2.1. Análisis del nuevo marco legal del sector eléctrico ecuatoriano.
- Washintog, C. J., & Rodríguez, G. M. (2015). Impacto ambiental de las redes eléctricas próximas al litoral manabita. XXX Seminario Nacional del Sector Eléctrico. Riobamba 15, 16 y 17 de abril de 2015, GT3.2 Mantenimiento en Sistemas de Transmisión.
- Yuve, M. P. (2010). Elementos sustanciales del desarrollo local. Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social (OIDLES), Revista OIDLES - Vol 4, N° 8 (junio 2010).