

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE COMUNICACIÓN, LINGÜÍSTICA Y LITERATURA
ESCUELA MULTILINGUE DE NEGOCIOS Y RELACIONES INTERNACIONALES

TRABAJO DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TITULO DE LICENCIADA MULTILINGUE EN NEGOCIOS
E INTERCAMBIOS INTERNACIONALES

ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE COMO MÉTODO
ALTERNATIVO DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN EL ECUADOR CON
COOPERACIÓN INTERNACIONAL: CASO GALÁPAGOS – “PROYECTO ERGAL- RE
ELECTRIFICACIÓN CON ENERGÍA RENOVABLE EN GALÁPAGOS” EN EL PERÍODO
2007 - 2011

SHIRLEY GABRIELA RUIZ DE LA TORRE

QUITO, 2013

Dedicatoria

*Dedico este trabajo a mi padre Diego Ruíz y a mi madre Myriam de la Torre.
Para que su esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional lo valga.
Los amo!*

Agradezco:

*A mi padre, Diego Ruiz, y madre, Myriam de la Torre,
que siempre estuvieron a mi lado física y espiritualmente.
Por ser el eje de mi vida y de mis logros.*

*A mis abuelitos: Don Josecito, Yoly, Paty y Don Germán
Porque me enseñaron a luchar por mis sueños
y siempre serán un ejemplo de vida.*

*Un agradecimiento especial a mi ñaña Lesly
por ser tía, amiga y como una madre.
Siempre estuviste a mi lado y siempre estaré para ti.*

*A mis tías y tío:
Nahir, Ivonne, Taty y Marquito
Gracias por los valores que aportaron en mi vida*

La vie est belle grâce à votre existence, ma famille.

CARATULA
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
INDICE GENERAL

1.	TEMA	1
2.	INTRODUCCION	1
CAPITULO I		
ECUADOR: SUSTENTO LEGAL SOBRE ENERGIAS RENOVABLES, EDUCACION AMBIENTAL, MATRIZ ENERGETICA Y EVOLUCION		5
1.1.	Ecuador y su evolución legal ambiental	5
1.1.1	Generalidades de la República de Ecuador y la provincia de estudio Galápagos	5
1.1.2	Cooperación internacional en Ecuador	13
1.1.3	Educación y cultura ambiental generada desde un enfoque internacional hasta uno nacional	17
1.2.	Uso de fósiles y de energías renovables	22
1.2.1	El uso de fósiles y el impacto ambiental	22
1.2.2	Evolución y cambio cronológico de la matriz energética (generalizado)	27
1.2.3	Evolución y cambio cronológico de la matriz energética (Ecuador)	34
1.3	Marco legal: energías renovables, medio ambiente y educación	37
1.3.1	La Constitución ecuatoriana aprobada en el año 2008: el ambiente, educación y el acceso a la información.	37
1.3.2.	El plan nacional de desarrollo 2007-2011 vinculado a la matriz energética y los recursos renovables	44
1.3.3	Plan del Buen Vivir enfocado a la preservación del medio ambiente y a la importancia de la energía eléctrica	47
CAPITULO II		
BASE TÉCNICA DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS COMPLEMENTARIAS APLICADAS EN LA MATRIZ ENERGÉTICA DE GALAPAGOS-ECUADOR		49
2.1.	Energía fotovoltaica	49
2.1.1	Antecedentes históricos	49
2.1.2	Funcionamiento y usos	52
2.1.3	Ventajas y desventajas	58
2.2.	Energía eólica	61
2.2.1	Antecedentes históricos	61
2.2.2	Funcionamiento y uso	63
2.2.3	Ventajas y desventajas	67
CAPITULO III		
PROYECTO PARAGUAS ERGAL- RE POTENCIACIÓN DE LAS ISLAS GALÁPAGOS		70
3.1.	Sustento legal enfocado en las islas Galápagos como Régimen Especial	70
3.1.1	Ley de Régimen Especial para la Conservación y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Galápagos y las reformas	

	después de la Constitución aprobadas en el año 2008	70
3.1.2	Ley de Régimen del Sector Eléctrico	72
3.2	Energía Renovable en Galápagos	73
3.2.1	Descripción general del proyecto	73
3.2.2	Antecedentes	78
3.2.3	Actores	80
3.3	Estudios de factibilidad	84
3.3.1	Fase 1: Islas San Cristóbal y Floreana	84
3.3.2	Fase 2: Islas Santa Cruz/ Baltra e Isabela	87
3.3.3	Resultados generales del proyecto	90
3.	ANÁLISIS	92
4.	CONCLUSIONES	93
5.	RECOMENDACIONES	94

BIBLIOGRAFÍA

1. TEMA

ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE COMO MÉTODO ALTERNATIVO DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN EL ECUADOR CON COOPERACIÓN INTERNACIONAL: CASO GALÁPAGOS – “PROYECTO ERGAL- RE ELECTRIFICACIÓN CON ENERGÍA RENOVABLE EN GALÁPAGOS” EN EL PERÍODO 2007 - 2011

2. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad de Ecuador en un territorio de 256.370 km², hace que el país se encuentre entre los 17 países a nivel mundial con mayor variedad de especies de flora y fauna, además de las condiciones climáticas por su ubicación geográfica. El entorno se ve afectado por externalidades y por la falta de aplicación de políticas y leyes ambientales que fomenten y desarrollen una cultura consciente del desgaste de los recursos naturales.

El enfoque de la investigación es el sector estratégico eléctrico de Galápagos y la diversificación de fuentes de energía disponible y adaptable al país tomando en cuenta su zona geográfica y los beneficios para la sociedad y su desarrollo sostenible. El sistema energético del país se ha limitado a la generación eléctrica basada en fósiles siendo una de las causas de las modificaciones ambientales, desde la búsqueda y explotación de pozos hasta la distribución y uso de la misma. El periodo de estudio de esta investigación es del año 2007 al año 2011 por ser el periodo emblemático del gobierno de turno en donde reafirma su compromiso por la protección y desarrollo sustentable de Ecuador detallado en la Agenda energética que incluye el Programa Cero Combustibles Fósiles en Galápagos como apoyo y seguimiento al proyecto en estudio como ejemplo y prolongación de esfuerzos.

La investigación se basa en un pensamiento económico ecológico por ser relevante la unión de los recursos naturales con el movimiento de la economía; siendo el resultado de ambas variables el desarrollo sustentable. De acuerdo a la economía ecológica, la armonía entre el ser humano y su entorno lleva al desarrollo sustentable de un lugar determinado. La riqueza de un país depende de la cantidad de recursos que posea los cuales son invaluable y su manejo es la clave de su riqueza. Las energías renovables no dejan de ser dañinas para el medio ambiente; sin embargo, el daño es menor al uso de fuentes fósiles. El estudio de energías renovables a partir de fuentes eólica y fotovoltaica es un tema que se ha tratado en Ecuador en menor profundidad

por los altos costos que representa su inversión, pero la falta de investigación es lo que frena al desarrollo intelectual y científico del país.

Como caso práctico, se estudia el proyecto de la re electrificación de las islas Galápagos por medio de energías renovables, "ERGAL". Se ha escogido este proyecto paraguas por su diversificación de fuentes energéticas en una de las provincias más sensibles en términos ecológicos y socio-económicos, además de ser consideradas como Patrimonio Nacional y Reserva Ecológica. Entre los objetivos de este proyecto, existe la intención de tomar la experiencia en la introducción de fuentes limpias en la matriz energética de Galápagos y replicarlas a Ecuador continental eliminando o reduciendo las barreras que se encontraron durante la elaboración y ejecución del proyecto ERGAL, sobre todo las barreras relacionadas con la educación, la cultura y la apertura que la legislación ecuatoriana tenga frente a este tema específico.

El principio del proyecto ERGAL se ha desarrollado con leyes anteriores a las del gobierno en referencia. Como base legal, la Constitución aprobada en el año 2008, vigente para el periodo de la investigación, y otras leyes conexas, programas y planificación creados en el gobierno del Presidente de la República de Ecuador, Econ. Rafael Correa, han proporcionado los indicios del cambio para la protección de la naturaleza y el control de los recursos naturales, junto con el Plan Nacional de Desarrollo y el Plan del Buen Vivir como pilar de los proyectos guiados por los ministerios competentes de los temas de interés mencionados.

Los temas relevantes a investigar se enlazan al Proyecto ERGAL enfatizando el ambiente y su deterioro producido por la cadena que encierran los procesos para la generación de electricidad y la situación del país en términos sociales, sobretodo la educación y cultura pro ambiental que se haya generado en Ecuador. Las energías fotovoltaica, eólica y biomasa al ser tipos de energía renovable y amigable con el medioambiente se convierten en una alternativa complementaria para la generación eléctrica y distribución de la misma en zonas marginales que tienen problemas con el acceso a este servicio básico que debe proveer el Estado. Siendo una propuesta adaptable a las condiciones climáticas de Ecuador, se requiere mayor incentivo para los estudios específicos requeridos con el fin de poder estimular la investigación y

aplicación de tecnología verde en el país conociendo que la riqueza material es limitada y se deben indagar opciones para el crecimiento sustentable del país.

De acuerdo a la hipótesis: la implementación fotovoltaica y eólica como fuentes de energía alternativa y complementaria a las utilizadas en Ecuador sería la clave del bienestar socio-económico al llegar a ser parte del fomento de la investigación en tecnología verde para la producción interna de los paneles solares y aerogeneradores, pues se podría limitar la generación de energía basada en fósiles dictando un marco legislativo y alcanzando un incremento en la inversión en el sector energético. La segmentación de los capítulos propuesta se lo hace desde un margen general que encierra la parte teórica de la implementación de fuentes energéticas complementarias a un específico que es la aplicación enmarcada en un proyecto que se ha planeado desde la década de los años 80 del siglo XX.

En el primer capítulo se describe a Ecuador y Galápagos en su entorno global, se incluye la evolución energética general de Ecuador y su posición frente a otras naciones: desde el concepto y efectos del uso de energía en base de fósiles hasta los impactos y decisiones tomadas a nivel mundial, regional, nacional y provincial sobre temas relacionados con la educación ambiental, el interés que se ha prestado al cambio climático, limitación de recursos y la evolución percibida por cambios tecnológicos y económicos.

También se incluye dentro de este primer capítulo un contexto general sobre la cooperación internacional en Ecuador por ser fundamental en el estudio del proyecto ERGAL. Ecuador solicita la cooperación financiera y técnica de la Organización de las Naciones Unidas por medio del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo con el objetivo de otorgar fortaleza al proyecto de energías renovables para Galápagos. Este capítulo contiene la base legal y la política de Ecuador sobre temas ecológicos, energía renovable y educación ambiental basados en la Constitución vigente para el periodo de esta investigación y los planes estratégicos y de contingencia, planteados desde el año 2008, enfocados en la importancia de una matriz energética basada en fuentes limpias.

El segundo capítulo se enfoca en métodos de generación eléctrica basados en energía eólica y fotovoltaica. Se describen los antecedentes

históricos de ambas fuentes, su evolución, funcionamiento, estudios de factibilidad que se deben realizar previa instalación para delimitar las condiciones óptimas en donde se puede obtener un rendimiento positivo, limitaciones, ventajas y desventajas que se han percibido después de la experiencia de otros países. Entre las limitaciones más relevantes para ambas fuentes es el desarrollo tecnológico para el almacenamiento de energía, además de la falta de experiencia y estudios sobre el comportamiento de los vientos y la radiación percibida.

El tercer capítulo estudia la aplicación de energías renovables en Ecuador, en las cuatro islas pobladas de la Provincia de Galápagos: Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela y Floreana. El proyecto toma fuerza después del derrame de petróleo del año 2001 cuando se evidencia la fragilidad de las islas y su entorno además de afectar la reputación de Ecuador por negligencia y descuido de sus islas influyendo en la disminución de turismo. Este capítulo está compuesto por la base legal enfocada en Galápagos que es considerado zona prioritaria y Régimen Especial con un extenso territorio de áreas protegidas. El proyecto ERGAL es nombrado como paraguas por tener varios sub proyectos bajo su dominio con diferentes actores en la cooperación para la ejecución e instrucción técnica.

Dentro de esta investigación emergen varios temas para el estudio de las políticas de Ecuador en temas energéticos ambientales, la reacción de la sociedad frente a la inclusión de fuentes renovables para generación de electricidad poco estudiadas en Ecuador, fomento en la investigación de tecnología verde, la apertura de Ecuador en su legislación a la inversión extranjera y/o privada en temas energéticos que son temas susceptibles y claves para el desarrollo socioeconómico de Ecuador. Galápagos no constituye como una zona en donde la energía eléctrica sea tan escasa como en otras zonas como la región amazónica en donde se registran los menores niveles de cobertura eléctrica en áreas urbanas y rurales. Sin embargo, es el primer lugar en donde se registran datos para el aprovechamiento de recursos naturales.

CAPÍTULO I

ECUADOR: SUSTENTO LEGAL SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES, EDUCACIÓN AMBIENTAL, MATRIZ ENERGÉTICA Y SU EVOLUCIÓN

1.1. Situación general de Ecuador y Galápagos

1.1.1 Generalidades de la República de Ecuador y la provincia de estudio Galápagos

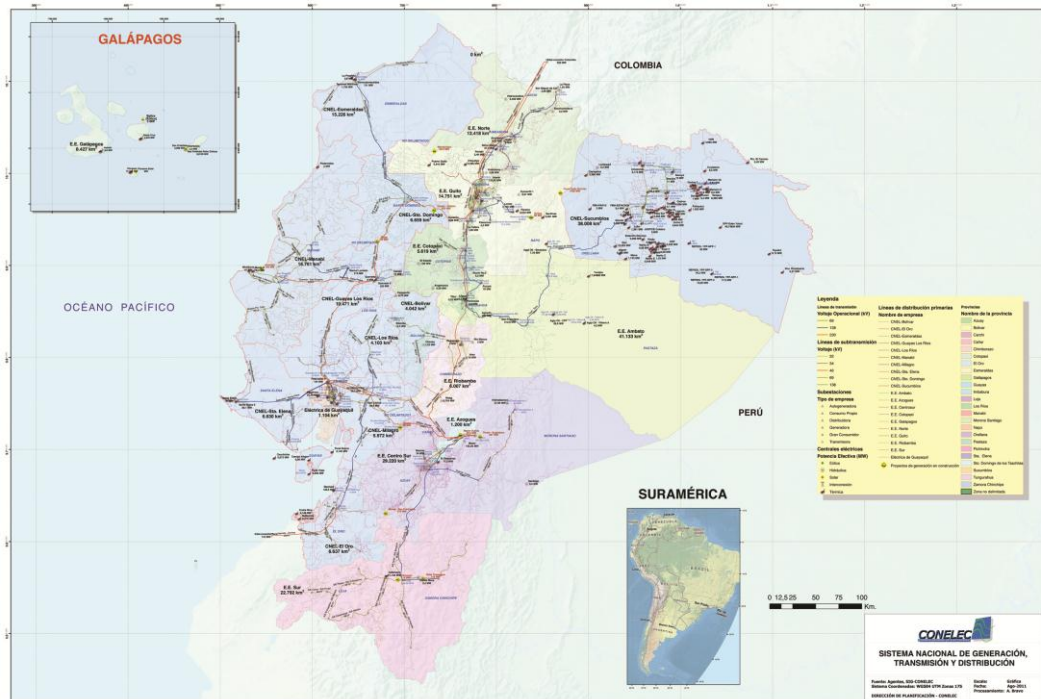
CUADRO 1
GENERALIDADES DE ECUADOR

Datos Generales de Ecuador	
Capital	Quito
Forma de Gobierno	Democrática
Presidente	Econ. Rafael Correa Delgado
Población (Censo 2010)	14,483,499 Hab.
Superficie	256,370 Km ²
Idioma Oficial	Español
Ciudades Principales	Quito, Guayaquil y Cuenca
Unidad Monetaria	Dólar

Fuente: Embajada de Ecuador en Estados Unidos
Elaborado por: Shirley Ruiz de la Torre

Ecuador es un país Sudamericano ubicado sobre la línea equinoccial, el cual colinda al norte con Colombia, al Sur y Este con Perú y al Oeste con el océano Pacífico (Embajada del Ecuador en Estados Unidos, 2013) en donde se encuentran las Islas Galápagos las cuales son consideradas Patrimonio Natural de Ecuador por su biodiversidad en su flora y fauna desde 1959 y a nivel internacional, la UNESCO las declara como Reserva de Biósfera. El territorio ecuatoriano con 256.370 km², se divide en cuatro regiones: Oriente o Amazonía (47,8%), Región Andina o Sierra (24,8%), Costa (24,6%) y Región Insular o Archipiélago Galápagos (2,8%) ubicado a 1000 kilómetros de Ecuador continental (MAE, 2010: 25,28,76).

IMAGEN 1
MAPA DEL ECUADOR



Fuente: CONELEC
Elaborado por: CONELEC

El territorio ecuatoriano se sitúa sobre la cordillera Andina con 73 volcanes de los cuales 26 se encuentran activos. Entre ellos, destaca el Chimborazo con 6.310 msnm como el volcán más alto de Ecuador, seguido por el Cotopaxi cuya altura es de 5.897 msnm. Ecuador es un país multiétnico, pluricultural y biodiverso considerando su expansión territorial. Se identifican alrededor de 13 nacionalidades indígenas, siendo la quichua la más numerosa (UICN, 2011: 140-141).

Ecuador posee el 0.2% de la superficie de flora y fauna del planeta. Además, se ubica entre los 17 países más diversos del mundo cuya pequeña extensión posee el 18% de aves, 18% de orquídeas, 10% de anfibios, 8% de mamíferos y 46 ecosistemas representativos a nivel mundial (MAE, 2008: 11) en donde 45 áreas de protección¹ ecológica entre parques nacionales, refugios de vida silvestre, reservas marinas, ecológicas, biológicas, geobotánicas, de producción de fauna y áreas nacionales de recreación representan 19.117,57

¹ Según la nueva definición de la UICN de 2008, un área protegida es: "Un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados"

km² de superficie del cual 4.894,11 km² de superficie es terrestre y 14.220,41 km² es marina (MAE, 2008: 1).

El 19% de la superficie terrestre nacional es Patrimonio de Áreas Naturales del Estado siendo el Parque Nacional Yasuní la reserva más extensa con 982.000 habitantes y el 13% corresponde al área marina en donde las Islas Galápagos corresponden a 14 millones de hectáreas². Ecuador es categorizado como el país Latinoamericano que dedica una mayor porción de su territorio a la protección de ecosistemas que cubre 9 categorías de manejo de áreas protegidas (UICN, 2011: 144).

La temperatura climática de Ecuador varía según la zona: la Costa tiene un promedio de temperatura de 27° C con ciertas variaciones dependiendo de la época. La corriente del Niño es un período crítico por las precipitaciones que aumentan y provocan inundaciones y deslaves. La región de Andina es de las más frías por su temperatura que puede ser inferior a 0° C, en los páramos, hasta un promedio de 20° C. En la Amazonía, la temperatura es de 20° C considerada relativamente uniforme. En esta región, las precipitaciones varían entre 2000 mm y 5000 mm por año, mientras que en la Costa entre 355 mm y 6000mm y en la Sierra tiene un promedio de 1500mm por año. En el Archipiélago Galápagos, se detecta una estación fría de junio a diciembre con una temperatura aproximada de 19° C; mientras que desde enero hasta mayo la temperatura oscila entre 14° C a 23° C determinada como época cálida-húmeda y lluviosa (MAE, 2010: 26,62).

La región Insular, Islas Galápagos, se constituye por 7 islas mayores: Isabela, Santa Cruz, Fernandina, Santiago, San Cristóbal, Floreana y Marchena (con una superficie mayor a 100 km²); 14 islas menores: Española, Pinta, Baltra, Santa Fe, Pinzón, Genovesa, Rábida, Seymour Norte, Wolf, Tortuga, Bartolomé, Darwin, Daphne Mayor y Plaza Sur (entre 0,13 y 60,89 km² de superficie); 12 islas adicionales; 64 islotes y 136 rocas, todas de origen volcánico (MAE, 2010: 63).

La principal fuente de ingresos para Galápagos es el turismo y la secundaria es la pesca sobre todo de pepinos de mar. Ciertas tendencias de

²De acuerdo a UNESCO, el archipiélago de Galápagos, Yasuní, Sumaco y Podocarpus son considerados como Reserva de Biósfera

desarrollo entran en conflicto con la conservación de las Islas, tales como: el turismo, la población humana, la pesca, la introducción de especies, desechos y el transporte entre islas. El Gobierno Ecuatoriano del año 2007 presidido por el Econ. Rafael Correa Delgado, declaró al Archipiélago en riesgo y prioridad nacional a la conservación y manejo ambiental del ecosistema. A nivel internacional, la UNESCO incluye el mismo año en la lista de Patrimonio Mundial en Peligro (MAE, 2010: 76). La producción, transformación y consumo de energía implica una fuerte contaminación del ambiente y uno de los métodos aplicados por el gobierno es el uso de focos fluorescentes que consume 80% menos de energía que los focos regulares y dura 10 veces más que los tradicionales (OLADE, 2010: 3).

Galápagos está dividida en tres cantones que corresponden a San Cristóbal como cabecera provincial en Puerto Baquerizo Moreno en donde se incluye a la isla Floreana, Santa Cruz con su capital y puerto principal Puerto Ayora y la isla Isabela con su capital Puerto Villamil. La isla Isabela cubre el 80.94% del territorio de los tres cantones nombrados, la isla San Cristóbal cubre el 12.8% y Santa Cruz el 6.27%. Las tasas de crecimiento demográfico para Santa Cruz es: del año 1982 al año 1990 es de 6.7%, del año 1990 al año 1998 es del 7% y del año 1997 al año 2001 es de 5.6%. Para las islas San Cristóbal, Isabela y Floreana los porcentajes son menores. La mayor parte de la población y el turismo se concentran en Santa Cruz y uno de los datos alarmantes es la inmigración. El turismo afecta a las islas por la provisión de energía eléctrica y servicios básicos que son escasos (Lahmeyer International GMBH, 2010: 27, 32).

El turismo de extranjeros y ecuatorianos sigue aumentando: en el año 1979 se registra un ingreso de 9.539 extranjeros y 2.226 ecuatorianos, un total de 11.765 personas, 10 años después, en el año 1989 esta cifra se cuadruplica y llega a 41.899 personas en su mayoría extranjeros. En el año 1999, ingresan 66.071 turistas de los cuales 50.469 personas son extranjeros y 12.602 son ecuatorianos. Para el año 2009, la cifra de turistas asciende a 162.610 personas siendo 106.646 son extranjeros y 55.964 son ecuatorianos (PNG, 2013). En el año 2011, fueron 185.028 visitantes de los que 121.328 fueron extranjeros. El 34% de los turistas son ecuatorianos, el 26% fueron estadounidenses, el 5% de Reino Unido, el 4% de Alemania y el resto de turistas provienen de Canadá, Australia, Francia, Suiza, Argentina, Italia y otros

países. Baltra es el punto más común de entrada con el 77% de inmigrantes, y después se encuentra San Cristóbal con el 23% (PNG, 2012).

A nivel mundial, Ecuador genera menos del 1% de emisiones de gases de efecto invernadero. A nivel nacional, el incremento de las emisiones son provocadas por el cambio de uso de suelo como efecto de deforestaciones (70% de las emisiones de CO₂), el sector de energía y de transporte por la quema de combustibles fósiles (30% de emisiones de CO₂) y el sector agrícola con emisiones de metano (70%). El 30% de emisiones atribuidas al sector eléctrico y transporte se componen por: el 5.6% es uso de energía para cocinar, el 10% generación de electricidad y el 14.4% corresponde al transporte. La combustión de fósiles representa el 27% de los gases de efecto invernadero y el 89% de energía de Ecuador se basa en fuentes de energía fósil (CONELEC, 2009: 149).

Sobre el aspecto ambiental corporativo, según las encuestas del año 2010 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo-INEC, existen 3.572 empresas instaladas en Ecuador de las cuales el 22.3% de estas invierten en protección ambiental. El 19.5% de estas destinan su inversión a la implementación de equipos o instalaciones que reducen el consumo de energía, mientras que el 2% de las empresas del sector privado han incluido sistemas de gestión ambiental mediante certificaciones internacionales dentro de sus organizaciones, y más del 80% de empresas no han hecho estudios de los impactos ambientales. De estas 796 empresas, el 76% se destina a la región amazónica, el 27% a la sierra y el 11% a la costa ³ (INEC, 2010).

Ecuador carecía de base legal ambiental para la electricidad hasta que se publica en el año 1996 la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, lo que crea el Consejo Nacional de Electricidad-CONELEC que empieza en noviembre de 1997 sus funciones dando un giro radical a las prioridades gubernamentales. Una de las tareas de esta entidad es la creación del “Plan Maestro de Electrificación”, el cual permite conocer el estudio de la energía y otras alternativas aplicables a Ecuador para mejorar el sistema energético del país, también se analizan las falencias del sistema energético en cuanto a:

³ Los datos del Reporte del gasto empresarial en temas ambientales corresponder a Ecuador, con excepción de Galápagos.

funcionamiento, satisfacciones de la demanda y legislación ambiental y eléctrica (CONELEC, 2011).

Entre las entidades gubernamentales encargadas de temas ambientales en conjunto con la generación eléctrica son las siguientes: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo SENPLADES, Ministerio de Coordinación de Patrimonio Natural y Cultural, Ministerio de Coordinación de los Sectores Estratégicos, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Recursos Naturales No Renovables, Ministerio de Educación y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable que trabaja junto con el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC y el Centro Nacional de Electricidad CENACE (Presidencia República de Ecuador, 2008).

En general, la economía de Ecuador es la de un país en vías de desarrollo; se basa en la exportación de materia prima y además de crudo del petróleo y sus derivados (productos sin valor agregado), convirtiéndose en el quinto país sudamericano productor de petróleo. A nivel internacional, se destaca por ser un exportador de crudo e importador de petróleo refinado lo que tiene como consecuencia el perder los beneficios del aumento del precio del petróleo. Mientras la exportación de materia prima aumenta, la cuenta de importación también lo hace. De acuerdo al gobierno de turno, para contrarrestar este desbalance, Ecuador y China han firmado acuerdos bilaterales en donde China provee tecnología para la extracción de petróleo y Ecuador le paga a China con crudo e incluso China financia todos los proyectos hidroeléctricos de Ecuador (EIA, 2012).

La balanza comercial de Ecuador registra una cifra negativa de \$-1.432.815 miles de dólares e indica que desde el año 2008 hasta el año 2012 hubo un aumento en las exportaciones del 10%. La tasa de crecimiento anual de exportaciones y también de importaciones del año 2011 al año 2012 es del 6%, en donde sobresale la exportación de productos como combustibles cuya tasa de incremento anual es del 7%, los frutos comestibles, cortezas de melones con el -8%, pescados y crustáceos con una tasa del 6%, preparaciones de carne, de pescado, o crustáceos y moluscos con una tasa del 27% y la exportación de flores con una tasa del 6%. Los países importadores de productos provenientes de Ecuador son Estados Unidos, Chile, Perú, Colombia y Venezuela representando el 44.8%, 8.6%, 8.4%, 4.4%

y 4.2% respectivamente en la participación de las exportación para Ecuador (BCE, 2012).

La población de Ecuador aumenta en un promedio del 2.1% anual, lo que significa que para el año 2017 la población sobrepasará los 17 millones de habitantes. De acuerdo a la capacidad biológica, definida como la superficie de tierra medida en hectáreas y recursos disponibles para un nivel de producción; y la huella ecológica, que se mide por la superficie territorial y cantidad de agua que se requiere para satisfacer las necesidades de alimento, vivienda, energía, recreación, agua de un determinado número de habitantes en un lugar, se calcula de acuerdo a su espacio físico por el consumo y tecnología utilizada. En el cuadro 2, se visualiza la disminución de la capacidad biológica⁴ y el aumento de la huella ecológica en Ecuador provocando un déficit ecológico. Además, la degradación del ambiente, las deficiencias en la gestión de los recursos naturales, el aumento de desechos y los patrones de producción en los países son la causa del 25% de las enfermedades prevenibles (Geo Juvenil Ecuador, 2009).

CUADRO 2
HUELLA ECOLÓGICA-ECUADOR

Años	Capacidad Biológica	Huella Ecológica
2005	2.14	2.20
2000	2.46	1.95
1995	2.74	2.11
1990	3.18	2.00
1985	3.63	1.88
1980	4.00	1.97

Fuente: Ecological footprint Atlas 2008
Elaborado por: Shirley Ruiz de la Torre

El término de desarrollo sostenible prevé la creación de vínculos sólidos entre las variables sociales, económicas y ambientales siempre prevaleciendo satisfacer las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de futuras generaciones. De acuerdo a los datos del PNUD, Ecuador ha mantenido un crecimiento económico de aproximadamente 4% anual por el

⁴ La capacidad que tiene la naturaleza para renovarse, regenerarse y absorber desechos.

Producto Interno Bruto PIB desde el año 1995 al año 2006, la pobreza aumentó al igual que la desigualdad registrado por el coeficiente GINI. Los datos se ven reflejados en el cuadro 3 (Geo Juvenil Ecuador, 2009).

CUADRO 3
DATOS ECUADOR

Año	PIB por persona (USD\$)	Pobreza	Pobreza extrema	Coeficiente de GINI
1995	1772	39%	14%	0.42
1998	1946	45%	19%	0.44
1999	1376	52%	20%	0.45
2006	3115	38%	13%	0.46

Fuente: PNUD, Informe IDH del año 2008
Elaborado por: Shirley Ruiz de la Torre

La tasa de variación promedio del PIB es 4.4%; en el año 2011, el PIB per cápita fue de \$3.967 dólares con una tasa de variación anual de 7.8% y en el año 2012, el valor aumentó a \$4.102 dólares con una tasa porcentual anual de 5.1% (BCE, 2013). En cuanto a la pobreza, los datos registrados indican que disminuyó de la siguiente manera: en el año 2008 la tasa es de 35.1%, en el año 2009 aumenta a 36%, en el año 2010 decrece a 32.8% y en el año 2011 disminuye a 28.4% (ENEMDU, 2012).

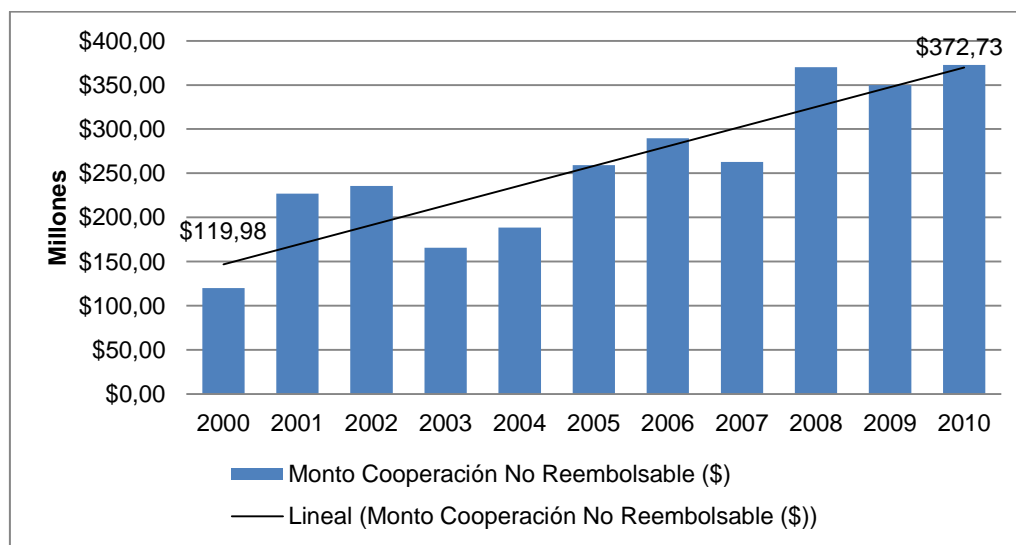
Como contraste, en el año 2006 el coeficiente de GINI estaba en 0.46, en el año 2009 este indicador aumenta a 0.5 y para el año 2011 disminuye a 0.472. En el año 2008, el 80% de los habitantes tenía acceso a internet y el 0.2% del PIB, correspondía al gasto en ciencia y tecnología relacionado con el año 2007. Entre otros datos sobre Ecuador, el cambio percibido para el año 2007, es que el país tiene un alto índice de desarrollo humano ubicado en el puesto 80 de 182 países; en el año 2006, el 95% de la población tenía acceso al agua potable y el 84% a servicios de saneamiento (UICN, 2011: 19). De acuerdo al informe del año 2011 de la OMS, para el año 2008, el porcentaje con acceso a agua potable es de 94% y el 92% de la población utiliza servicios de saneamiento mejorados (OMS, 2011).

1.1.2 Cooperación internacional en Ecuador

Cooperante o donante es aquella entidad pública o privada que brinda de manera voluntaria recursos monetarios y/o técnicos con el fin de contribuir en el desarrollo del país receptor. Se utilizan instrumentos legales de cooperación internacional (acuerdos) en donde se establecen condiciones, derechos y obligaciones. Los cooperantes se dividen por fuentes: bilateral, multilateral, descentralizada, ONG extranjera, triangulares, multidonante o empresa privada (SETECI, 2011: 9-10).

En el gráfico 1, se observa el comportamiento de la tendencia de la cooperación internación que recibió Ecuador desde el año 2000 cuando el monto no reembolsable era de \$112 millones de dólares americanos hasta el año 2010 que sobrepasa los \$300 millones, reflejando un crecimiento promedio anual del 16% durante la época post- dolarización. Desde el año 2008 al año 2009, se detecta un declive en el monto producido por la crisis mundial (SETECI, 2011: 79).

GRÁFICO 1
MONTO DE COOPERACIÓN NO REEMBOLSABLE

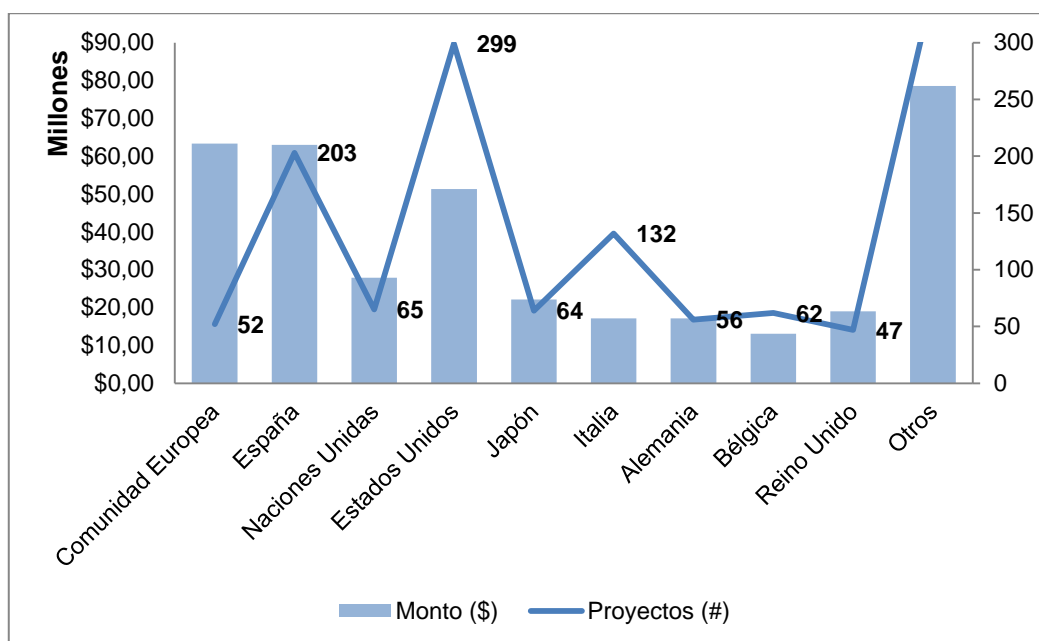


Fuente: SETECI
Elaborado por: Shirley Ruiz de la Torre

La Secretaría Técnica de Cooperación Internacional SETECI es el organismo público que gestiona, negocia, coordina y hace seguimiento a la cooperación internacional. En el año 2010, el directorio de cooperantes inscritos en la SETECI financiaron alrededor de 1327 proyectos con \$372.72

millones a nivel nacional, de los cuales el principal cooperante fue la Unión Europea con \$63.32 millones de dólares para 52 proyectos, posterior a este, España es el mayor cooperante con \$62.95 millones de dólares para 203 proyectos y en tercer lugar, Estados Unidos con \$51.32 millones de dólares de para 299 proyectos. En el gráfico 2, se reflejan los principales cooperantes del año 2010 de acuerdo a la cantidad de dinero que invierten y la cantidad de proyecto (SETECI, 2011: 90-91).

GRÁFICO 2
LOS PRINCIPALES COOPERANTES DURANTE EL AÑO 2010

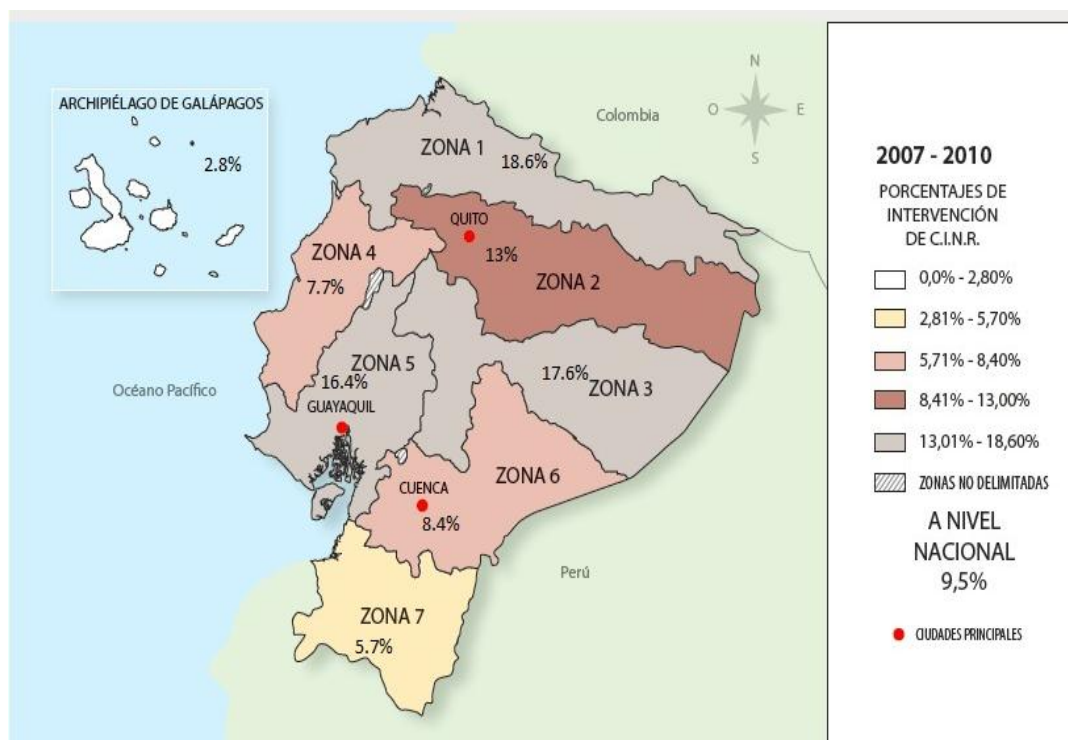


Fuente: SETECI
Elaborado por: Shirley Ruiz de la Torre

De acuerdo al tipo de entidad cooperante y porcentaje de participación en proyectos, Ecuador ha recibido el 29.8% de cooperación internacional no reembolsable de manera bilateral, el 15.9% de multilateral, el 48.2% de ONG extranjeras, el 6.3% de entidades multidonantes, descentralizadas y empresas privadas. En cuanto a la cantidad de proyectos, las ONG extranjeras han aportado con 639 proyectos, de manera bilateral con 395, multilateral con 211 y 82 proyectos de otras fuentes. Respecto a la participación en montos, el 40.3% corresponde a cooperación bilateral, el 32.6% a multilateral, el 23.3% a ONG y el 3.8% a fuentes descentralizadas, multidonantes y empresas privadas. El 22.3% se destina para el desarrollo productivo, el 22% para el sector educativo, el 19.1% para el desarrollo social, el 17.3% para el ambiente, el 9.3% para la salud y el 10.1% para otros sectores (SETECI, 2011: 83).

Para los estudios y seguimientos de los proyectos, se ha dividido al país por zonas. En la imagen 2, se observa la división del país, junto con el porcentaje de cooperación internacional no reembolsable de ONG extranjeras que ha recibido Ecuador. Las zonas 1, 3 y 5 son en las que se han desarrollado más proyectos con fondos provenientes de ONG extranjeras, las cuales representan el 18,6%, 17,6% y 16,4% respectivamente de la cooperación internacional. El Archipiélago de Galápagos con el 2,8% de cooperación internacional a nivel nacional es la zona con el menor porcentaje y también es la zona más pequeña (SETECI, 2011: 4).

IMAGEN 2
DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LA COOPERACIÓN 2010 DE ONG EXTRANJERAS COMO ENTIDADES CANALIZADORAS (POR ZONAS)



Fuente: SETECI
Modificado por: Shirley Ruiz de la Torre

- **Zona 1:** Esmeraldas, Carchi, Imbabura y Sucumbíos
- **Zona 2:** Pichincha, Napo y Orellana.
- **Zona 3:** Pastaza, Cotopaxi Tungurahua y Chimborazo.
- **Zona 4:** Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas
- **Zona 5:** Santa Elena, Guayas, los Ríos y Bolívar.
- **Zona 6:** Cañar, Azuay y Morona Santiago.
- **Zona 7:** El Oro, Loja y Zamora Chinchipe.
- **Circunscripción especial:** Provincia de Galápagos
- **Nivel Nacional:** Cobertura nacional
- **Nivel Regional:** Cobertura regional latinoamericana (SETECI, 2011: 20)

Para el Régimen especial de Galápagos, en el año 2010 hubo 38 proyectos que equivalían al 2.8% del monto total desembolsado. El 37% de estos se realizó en la isla Santa Cruz, el 34% en la isla Isabela y el 29% en San Cristóbal. Según los registros del año 2011, la distribución de la cooperación internacional en Galápagos durante en el año 2010 se encuentra de la siguiente manera: el 76% es canalizada por un organismo oficial bilateral, el 14% es por ONG extranjeras registradas y el 10% restante es por organismos oficiales multilateral. Dentro de los organismos bilaterales, se destacan Estados Unidos y Reino Unido por los montos desembolsados (SETECI, 2011: 192-196).

Los datos del año 2010 del SETECI señalan que la cooperación internacional según para el sector de recursos naturales y energía fue de 3.41% del total de participación, se financiaron 11 proyectos con \$12.69 millones de dólares, para el sector del ambiente el porcentaje fue mayor con el 14.22% correspondiente para 228 proyectos financiados con \$53 millones de dólares (SETECI, 2011: 93). El GEF registra 34 proyectos a nivel nacional con un financiamiento de \$91 millones de dólares, lo cuales son divididos de acuerdo al área focal: 18 proyectos son para la biodiversidad, 8 para cambio climático y los 8 restantes son para otras áreas (GEF, 2013).

Las ONG extranjeras registradas en Ecuador enfocaron el 74.4% del monto desembolsado en el sector del ambiente con 16 proyectos con 2.5 millones de dólares estadounidenses, el cual coincide con el Objetivo 4 del Plan Nacional del Buen Vivir que se estudiará más adelante⁵. El 6.3% de la cooperación en Galápagos se destinó para la educación, el 5.4% para el sector financiero y el 13.9% restante se destinó al sector de la salud, del desarrollo social, de la cultura, de la justicia y seguridad, a asuntos internos y al sector de la comunicación (SETECI, 2011: 197-198).

La cooperación internacional trata de fortalecer las relaciones horizontales basadas en el principio de complementariedad e intercambio de experticias, conocimientos y tecnología con el fin de construir alianzas estratégicas con países socios de la misma región u otras. La política de la cooperación internacional en el Ecuador responde a la Constitución

⁵ Objetivo #4 del Plan Nacional del Buen Vivir: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable.

ecuatoriana aprobada en el año 2008, al Plan Nacional de Desarrollo, al Sistema Internacional de Derecho Humano y a la Declaración de París sobre la Eficacia de la Cooperación. Toda acción sobre el territorio ecuatoriano debe estar alineada a los principios de los instrumentos mencionados. La cooperación internacional en Ecuador debe aportar en procesos de desarrollo y sustentabilidad ambiental y equidad de género, generacional, intercultural y territorial (SETECI, 2011: 34, 65).

1.1.3 Educación y cultura ambiental generada desde un enfoque internacional hasta uno nacional

La educación ambiental es un concepto en constante evolución que se relaciona con la tecnología que se desarrolla rápidamente y es la que ha provocado cambios en el sistema de la naturaleza. La idea de lograr que la sociedad acoja a la educación ambiental significa encontrar soluciones para los problemas ambientales provocados por la sociedad, la legislación, la economía, la tecnología y los cambios culturales. En la mayoría de casos, los educadores buscan que la gente reconozca el problema y que de esta forma haya sensibilización y una reacción. Esto no es suficiente, pues la educación ambiental busca un cambio de comportamiento y hábitos que sigan una misma línea. Según Gowin, *...para educar acerca del medio ambiente se necesita más que conocer sólo los hechos, se requiere una interacción entre pensar, sentir y actuar* (UNESCO, 2012).

La base de la educación ambiental es crear y desarrollar una conciencia ambiental que cree hábitos pro ambiente. La conciencia, como tal, es el conocimiento y los procesos de reflexión que lleva al auto-reconocimiento de los atributos y modificaciones de cada persona en el que sólo el mismo sujeto tiene acceso a esta auto-evaluación (RAE, 2013). La cultura y los valores impartidos en el hogar funcionan como determinantes fundamentales para el comportamiento y raciocinio de cada ser frente a la sociedad y su entorno; por lo que la conciencia se puede formar en base a estas enseñanzas. La conciencia ambiental añade al concepto anterior la importancia del entorno y acciones de cada uno frente a distintas situaciones y circunstancias en las cuales intervienen factores como: los recursos, la naturaleza, el aire, los seres vivos y el conjunto de lo intangible como el conocimiento y la cultura (SMA, 2007: 5).

La conciencia ambiental promueve la restauración y el mantenimiento de un espacio propicio para la prolongación de los recursos y de los seres vivos; protegiendo así el entorno para las generaciones venideras. La contaminación, las plagas y los desastres naturales como inundaciones o sequías producen escasez de recursos, y por lo tanto una pérdida del patrimonio e inestabilidad socioeconómica, induciendo a las personas a crear un nuevo pensamiento y filosofías de vida para mantener sus acciones en armonía con la naturaleza. El estilo de vida de las personas se ha modificado al igual que el medio ambiente por pretender que los recursos naturales son ilimitados. La conciencia ambiental es un tema de prioritario para los gobiernos que procuran abastecer las necesidades básicas de las poblaciones introduciendo el nacimiento de una unión internacional que se da cuenta de la necesidad de incluir a la ecología dentro de sus políticas ambientales (SMA, 2007: 1-4).

Desde de los bombardeos en las ciudades japonesas Hiroshima y Nagasaki en el año 1945, hubo manifestaciones pacíficas y nace el movimiento hippie reconociendo a la naturaleza como fuente de vida y por consiguiente fortaleciendo la idea de interrelación con los ámbitos socio-económicos, legislativos y culturales. La educación ambiental, como tal, es un término que nace en los años 60 con la Conferencia de la Biosfera en París. En el año 1968, se reúnen países europeos, como Francia, Países Nórdicos y Reino Unido, con el fin de introducir la educación ambiental en el sistema académico. En esta época, la pedagogía busca implantar acciones de respeto hacia la naturaleza comprendiendo que la naturaleza no funciona como fuente de información y de recursos. El ecosistema viene a ser la fuente principal de la vida, siendo las personas parte de la naturaleza y no lo opuesto (Moreno, 2008: 2-3)

Después de que el cambio climático se torna más notorio, los miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) debaten sobre la necesidad de crear instrumentos internacionales que lleven a los gobiernos a incluir reglamentaciones para la disminución del efecto de gas invernadero producido por los países desarrollados en mayor medida que los países que no los son. De tal manera que la conciencia ambiental a nivel internacional surge a partir de la alteración de la naturaleza generalizada. En el año 1971, hubo una reunión de expertos en el tema ambiental en donde emiten el Informe de

Founex que remarca la necesidad de un órgano regulador y coordinador de las prácticas medio ambientales (Moreno, 2008: 4).

A partir de la Conferencia de Estocolmo o la Primera Cumbre de la Tierra en el año 1972, se han realizado varios esfuerzos y actividades para enfatizar el medio ambiente y reflexionar acerca de la realidad del planeta y la prevención de desgastes naturales innecesarios y se crea del Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente PNUMA. También, se toma en cuenta la situación de los países en vías de desarrollo que tienen desventajas frente a los países industrializados por la pobreza, el desarrollo tecnológico, desnutrición, educación, contaminación, destrucción y agotamiento de recursos naturales (Fundación Moscoso Puello, 2003: 11).

El PNUMA que tiene como objetivo: *coordinar las organizaciones nacionales e internacionales que trabajan en pro del medio ambiente*. La finalidad de las conferencias internacionales sobre temas ambientales es concientizar y conseguir respeto para el medio ambiente promoviendo el reequilibrio ecológico. En el año 1975, la UNESCO y el PNUMA establecen un Programa Internacional de Educación Ambiental "PIEA" que sirve como referencia para los programas regionales que se llevan a cabo con el fin de implementar la investigación verde, coordinar proyectos ambientales educativos y mejorar la pedagogía incluyendo a la educación ambiental (Moreno, 2008: 4).

Las Conferencias ambientales de Belgrado y de Tbilisi, realizadas en los años 1975 y 1977 respectivamente, establecieron los objetivos y la importancia de incluir la educación ambiental en el sistema educativo; incluso se diseñó y se elaboró el material educativo (Moreno, 2008: 5). El PIEA debe enfocarse en la educación intra y extraescolar siendo el público en general su audiencia y no necesariamente solo los especialistas. Este programa también se dirige a los grupos de profesionales cuyas actividades tienen un impacto en el medio ambiente y para los científicos y expertos en el tema con el fin de recibir una formación especializada. El PIEA ha contribuido en el desarrollo de una conciencia ambiental a nivel internacional. En las reuniones para la Conferencia de Tbilisi se dividieron por regiones con el propósito de reconocer y establecer las prioridades y necesidades de cada región (OREALC, 1990: 9-10).

El desarrollo de la conciencia y los problemas ambientales siguen tendencias que pueden clasificarse y generalizarse por áreas. En la región de América Latina y el Caribe, el nivel superior de educación como los científicos, profesores y estudiantes son los que han desarrollado una conciencia ambiental e interés por la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales. Los medios de comunicación masivos son permiten captar la atención de la gente, al igual que el soporte estatal que se apoya en ministerios específicos como de la educación, ambiente, trabajo, agricultura y salud (OREALC, 1990: 44).

Como tendencia general en América Latina y el Caribe, los menos interesados e involucrados en el desarrollo de conciencia ambiental se reflejan en los ejecutivos, agricultores y trabajadores industriales. Hay activistas del gobierno e independientes que estudian, promueven y aplican proyectos y programas que buscan implantar la educación ambiental. El sistema escolar general de la región latinoamericana tiene un enfoque tradicional: en la primaria introduce temas ambientales en las ciencias naturales y sociales, mientras que en la secundaria se tratan problemas relacionados con la conservación de recursos naturales y contaminación. Los materiales utilizados para la enseñanza relacionada con temas ambientales han evolucionado de carteles y textos a kits ambientales, juegos y simuladores permitiendo que la enseñanza sea participativa y más didáctica. Pero la mayoría de estos métodos siguen enfocándose en temas convencionales como la salud, los recursos y la contaminación dejando a un lado a los temas como el desarrollo urbano (OREALC, 1990: 44-45).

La educación extra escolar es transmitida con ineficiencia por la limitación de educación ambiental en los adultos. Para ello, se han creado programas que transmiten cursos sobre el medio ambiente y prácticas pedagógicas a los educadores de todos los niveles con el fin de que ellos puedan transmitir los contenidos relacionados con diversos problemas ambientales a los estudiantes. La formación también va dirigida a los responsables de la educación extra escolar como los periodistas, instructores industriales, agrícolas y ejecutivos, sobre todo en temas vinculados con necesidades y problemas urgentes o más visibles (OREALC, 1990: 45).

Las convenciones internacionales sobre el medio ambiente y la enseñanza han efectuado cambios en la educación, tomando como referencia la visión conceptualizada en el Congreso Internacional de Moscú del año 1987 que dice: “...no es posible definir las finalidades de la educación ambiental sin tener en cuenta a la realidad económica, social y ecológica de cada sociedad y los objetivos que ésta se haya fijado para su desarrollo...” (MAE, 2008: 7).

A partir de la Constitución aprobada en Ecuador en el año 2008, la educación escolar ha entrado en un proceso de modificación en la cultura ecuatoriana por la inducción de la educación ambiental mediante reformas curriculares para la sección básica, considerando que no debe finalizar este ciclo de aprendizaje por el hecho que se focaliza en una evolución de la conciencia ambiental. El Ministerio del Ambiente trabaja en conjunto con el Ministerio de la Educación para cumplir con el Plan del Buen Vivir en donde incluye el bienestar social en armonía de la sociedad con el medio ambiente y las buenas prácticas ecológicas. Ambos ministerios cumplen con el programa educativo mediante un texto guía para docentes llamado: “Manual para planificación ejecución y evaluación de proyectos educativos ambientales” (MAE, 2009: 7).

El propósito del manual es que los docentes interioricen los problemas climáticos y la importancia de la educación ambiental escolar, con el fin de que ellos puedan transmitir esto a los estudiantes mediante proyectos escolares de aprendizaje. El alcance del manual es llegar a la interdisciplinariedad sin aislar a la educación ambiental como una materia limitada de otras; también se espera que tenga un enfoque global incluyendo la práctica comunitaria y promoviendo el conocimiento general. El estudiante debe ser capaz de identificar los problemas, buscar alternativas para poder evaluarlas y escoger la solución más óptima para aplicarla desde sus hogares logrando concretar un compromiso ambiental entre el individuo con su entorno. Para aquello, debe haber un conocimiento implantado sobre el ser humano, sobre otras formas de vida, el ambiente social y natural (MAE, 2009: 9).

El eje teórico del manual es el Proyecto Educativo Institucional-PEI que contiene fases para la aplicación del Manual: la primera fase de sensibilización trata de incluir a la sociedad como padres de familia, estudiantes, docentes y líderes comunitarios en foros, talleres o conversatorios con el fin de motivar la

participación en la identificación de los problemas ambientales y las necesidades educativas. La segunda etapa es la planificación, en la que se diagnostica la situación, se plantea y se formula una estrategia de cambio. La tercera fase es la de desarrollo, análisis y evaluación de la pedagogía a implementar; y la última es la difusión de lo estudiado. Estos procesos se refuerzan y se complementan por los docentes con los estudiantes por medio de los proyectos escolares que deben desarrollar el ciclo básico y bachillerato con el Proyecto Curricular Institucional que se lo categoriza como la aplicación del PEI. Los proyectos de los estudiantes se segmenta según el año escolar, pero todos tienen el mismo sistema a seguir, desde la teoría hasta la práctica: fase de diagnóstico, fase de planificación, de ejecución del proyecto y por último, la evaluación (MAE, 2009: 10-16).

La modificación de la malla curricular implica introducir enseñanzas sobre temas ambientales en todos los niveles y áreas, en vez de añadir nuevas asignaturas. El Manual incluye ejemplos de proyectos educativos ambientales para los distintos niveles educativos como manejo de desechos, acceso a los recursos naturales, pérdida de genética, tratamiento de la contaminación, ruidos y estudios sobre las cuencas hidrológicas y otras fuentes energéticas. En cada proyecto se deben enlazar las materias tradicionales aplicando temas ecológicos como el uso de recursos, las consecuencias, el procesamiento de ciertos residuos y el planteamiento de soluciones para los problemas diagnosticados en cada grupo escolar (MAE, 2009: 46-48, 98).

1. 2 Uso de fósiles y energías renovables

1.2.1. El uso de fósiles y el impacto ambiental

El petróleo es un hidrocarburo originado por la descomposición de materia orgánica vegetal o animal, es un recurso natural no renovable que requiere condiciones de alta presión y temperatura y un periodo de 1000 años para su formación. Este se encuentra bajo varias capas de rocas sedimentarias dando como resultado el aceite crudo si es una substancia líquida o gas natural si es gaseoso (Educar, 2013). La composición del petróleo varía según su origen, pero está constituido entre 83% y 86% de carbono y entre 11% y 13% de hidrógeno. Además, contiene en mínimas cantidades de: azufre, oxígeno, nitrógeno y metales como cromo, níquel, hierro y vanadio (Chow, 1998).

Los primeros cambios industriales datan a mediados del siglo XVIII con la Primera Revolución Industrial cuando se percibieron cambios demográficos, económicos, sociales y ambientales. Pero en el siglo XIX con la Segunda Revolución Industrial, el petróleo toma importancia en el año 1885 a partir de la invención del automóvil con motor de combustión interna a base de gasolina. Para el año 1914, antes de la Primera Guerra Mundial, ya existían en el mundo más de un millón de autos que utilizaban gasolina. En el año 1922, inició la proliferación real de los vehículos con el modelo "T" de Henry Ford superando la cifra anterior a 18 millones de vehículos. Para el año 1939, esta cantidad incrementó a 40 millones, en 1956 a 100 millones, en el año 1964 a más de 170 millones (Chow, 1998) y en el año 2009, según Ward Auto, se calculan alrededor de 980 millones (Excelsior, 2011).

En el año 1910, se refleja un cambio en la industria naviera por el petróleo que cambió el rumbo energético del carbón debido a la diferencia de potencia que generan cada uno de estos combustibles: el gasóleo proporciona alrededor de 10.500 calorías/kg mientras que el carbón produce 7.000 calorías/kg. Este argumento se usó para los generadores de vapor, los hornos industriales, la calefacción casera e incluso la combustión de los aviones, dando lugar a la disminución del empleo del carbón. Posterior a esto, se logra separar la fracción ligera del gasóleo para poder emplearla al motor diesel desarrollado por Rudolph Diesel. La rentabilidad del motor de combustión interna, utilizado en los automóviles, es de 24% mientras que el de diesel es de 35%, obteniendo mayor éxito en la marina militar y comercial, en las locomotoras de los ferrocarriles, los camiones pesados y los tractores agrícolas de esa época (Chow, 1998).

Los hidrocarburos, al igual que la minería, producen efectos ecológicos evidentes por la manipulación de fósiles que llegan a ser notorios desde la explotación de petróleo hasta los derrames accidentales en ecosistemas marinos, costeros e terrestres. El uso de fósiles tiene secuelas como la combustión del petróleo que produce dióxido de carbono (CO₂) el cual poluciona la capa de ozono por su acumulación ocasionando el efecto invernadero produciendo el calentamiento global (Carabias, Latinismo et al., 2009: 124-126).

En el caso de la minería, el efecto ambiental se divide en dos clases: la contaminación de agua y suelo por extracción de minerales, los daños que causan los desechos y las emisiones tóxicas generadas por esta actividad y el segundo tipo de adversidad es la destrucción parcial o total del ecosistema por la transformación total de la vegetación y del suelo, en donde, no se restaura o reforesta estas zonas causando cicatrices permanentes e irreparables (Carabias, Latinismo et al., 2009: 124-126).

El desequilibrio de los procesos naturales del ecosistema consiste en una serie de acciones generadas por el ser humano como: el crecimiento demográfico, los patrones de consumo, la tecnología y las políticas gubernamentales siendo los factores principales que explican de mejor manera los cambios que perciben en el entorno (Carabias, Latinismo et al., 2009: 128-130).

La población humana como factor clave de modificación del ecosistema se ve reflejado por su incremento exponencial, el cual se refiere al crecimiento demográfico cuando se mantienen las condiciones de vida constantes, al igual que la abundancia de los recursos. Mientras más personas existen mayor demanda de recursos habrá al igual que la polución y desgaste ambiental. Este aumento de personas se relaciona con los avances en la medicina y tecnológicos, la domesticación de animales, la producción de alimentos y de energía (Carabias, Latinismo et al., 2009: 130-131).

Desde el final del siglo XX, el incremento demográfico a nivel mundial en promedio es de 200.000 personas por día. Desde el año 1980 hasta el año 2000 hubo una intensificación de 1.600 millones de personas, alcanzando un total aproximado de 6.000 millones de habitantes. En el año 2011, se llegó a 6.97 millardos de personas en el mundo y las cifras siguen aumentando mientras las tasas de mortalidad y fecundidad disminuyen y el promedio de vida aumenta (Banco Mundial, 2011).

Como efecto del decrecimiento de las tasas de fecundidad, la población mundial continúa aumentando por la *inercia demográfica* que consiste en la tendencia de mantener el crecimiento poblacional por un tiempo sin importar las bajas tasas de fecundidad porque aun así los nacimientos superarán la

cantidad de fallecimientos por las altas tasas de fecundidad (Banco Mundial, 2007).

Los cambios en los patrones de consumo de la sociedad y el desarrollo tecnológico por la adquisición de nuevas costumbres son parte de la modificación ambiental. La tecnología transforma el ecosistema al mejorar las actividades industriales como la explotación de fósiles para producir fuentes de energía y la deforestación para la creación de extensos campos para la agricultura, ganadería o sobreexplotación de recursos. Estos elementos se relacionan con la gobernabilidad en donde se emiten reglas y normas que regulen y sancionen los comportamientos de la sociedad frente a los usos del ecosistema (Carabias, Latinismo et al., 2009: 134-145).

Las investigaciones de los ecólogos estudian los efectos de los daños ambientales en diversas escalas espaciales, pero las más reconocidas por las alteraciones a los seres vivos son la escala global y la local. La escala espacial global se refiere a manifestaciones a nivel planetario que pueden ser generalizadas como el cambio climático, la desertificación, el adelgazamiento de la capa de ozono y la disminución de la biodiversidad. Mientras que la escala espacial local se refiere a las manifestaciones que se reflejan en la vida cotidiana, tales como el uso indebido del agua y el suelo, la contaminación y la deforestación (Carabias, Latinismo et al., 2009: 149-162).

Parte de la modificación ambiental es el cambio climático que requiere un estudio de escala espacial global por la serie de acontecimientos locales y globales que han provocado este fenómeno. Esta alteración climática y del estado del tiempo ha sucedido de forma natural durante toda la historia de la Tierra (enfriamientos o glaciaciones y calentamiento). Los efectos que se perciben desde la Revolución Industrial se han acelerado por las actividades del ser humano, entre ellas la destrucción de la vegetación y la explotación de hidrocarburos y su combustión (Carabias, Latinismo et al., 2009: 149-155).

La atmósfera del planeta está conformada por: “78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y el 1% restante contiene metano, vapor de agua y dióxido de carbono” y permite el ingreso de radiación solar para que el planeta se mantenga más caliente que la temperatura del espacio, produciendo de esta forma un efecto invernadero ideal para el mantenimiento de la vida. El gas producido por la quema de

combustibles es el dióxido de carbono (CO₂) y la atmósfera contiene este gas pero en bajas cantidades. El problema climático es producto de la intensificación de ciertos gases como el dióxido de carbono que limita el escape de una parte de la radiación infrarroja, la cual debería salir al espacio para que el planeta no acumule esta energía. El uso de fósiles ha creado una de las catástrofes más relevantes de la historia: el calentamiento global intensificado y acelerado provocando efectos directos y colaterales que afectan al aire, al suelo, a la biodiversidad y al desarrollo sostenible (Carabias, Latinismo et al., 2009:149-155).

La contaminación se refiere a los procesos de acumulación y mantenimiento de elementos que deterioran al ecosistema modificando su estado natural. El desarrollo tecnológico a partir del siglo XIX, con la Revolución Industrial, es el inicio de las actividades que emiten toxinas que el ambiente ya no puede procesar, absorber o modificar. Los contaminantes producidos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- *Por su origen:*
 - *Naturales: producidos por el mismo ecosistema.*
 - *Artificiales: provocados por las actividades del ser humano*
- *Por su naturaleza:*
 - *Químicos: indican si los elementos que corrompen al ambiente contienen toxinas que dañan a otros organismos*
 - *Físicos: son objetos o contaminación auditiva, luminosa o visual*
 - *Biológicos como: virus, bacterias u hongos*
- *Por su estado físico que explica cómo se liberan al entorno pudiendo ser:*
 - *Líquido*
 - *Gaseoso*
 - *Sólido*
- *Por su acumulación en el planeta:*
 - *Atmosféricos*
 - *Del agua*
 - *Del suelo (Carabias, Latinismo et al., 2009: 170-171).*

El desarrollo industrial ha creado materiales que liberan sustancias que afectan al ambiente y a la salud de las personas. Dichos elementos surgen de recursos naturales renovables y no renovables que luego son transformados y aprovechados. Asimismo, ocurren accidentes con estas sustancias como los derrames de petróleo que implican riesgos para la biodiversidad y calidad del agua por ser un líquido insoluble (Carabias, Latinismo et al., 2009: 172, 173, 176).

La quema de combustibles fósiles es una fuente contaminante que ha aportado al desarrollo económico y a la comodidad de la vida de las personas.

Los gases emitidos hacia la atmósfera como “*el dióxido de carbono, monóxido de carbono, dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno y los compuestos de plomo*” no son parte de los hidrocarburos, pero mejoran el rendimiento de los motores después de la refinación y producen efectos en el ambiente. Además, contribuye con la producción de ozono en las partes bajas de la atmósfera provocando gases que irritan las mucosas nasales. El peso molecular de estos gases es denso y no permite que este se eleve hasta la capa de ozono que nos protege de los rayos ultravioleta B. La mezcla de esa combustión con el vapor del agua crea el *smog*⁶, el cual ha aumentado los niveles de contaminación en las ciudades de alta concentración poblacional como México o Los Ángeles (Carabias, Latinismo et al., 2009: 172, 173, 176).

1.2.2 Evolución y cambio cronológico de la matriz energética (generalizado)

La energía es una determinante para el desarrollo de la economía, pero las personas no valoran a la energía como tal sino a los servicios que presta como: la refrigeración, la luz eléctrica, el transporte, la comunicación y otros servicios que proveen confort. El sistema energético comprende a la oferta y a la demanda de energía, siendo el resultado de estas variables la matriz energética en donde se indican las tendencias de la producción y el consumo de energía de un lugar determinado. La demanda determina el tamaño y la estructura del sistema energético que depende de la disponibilidad de recursos y flujos energéticos que requiera la economía y se enlaza con la oferta que se establece según la tecnología y los medios para la extracción, transformación y transmisión de energía (CEDA, 2011: 17, 20).

La matriz energética, como estructura de este sector, muestra el balance entre lo demandado y lo utilizado, se basa en la energía primaria la cual corresponde a la encontrada en la naturaleza y que no ha experimentado ninguna transformación. En esta categoría se encuentran las fuentes de energía como fósil, hidráulica, solar, eólica, biomasa o carbón. La energía secundaria es el resultado o las transformaciones de la energía primaria en petróleo, gasolina o electricidad a partir de la hidráulica (CEDA, 2011: 17-18).

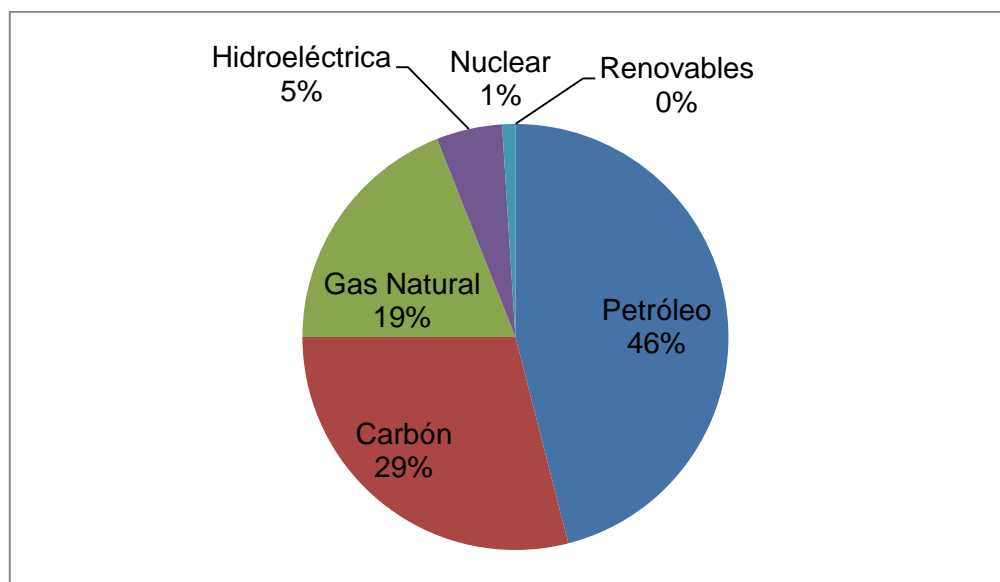
La matriz energética a nivel mundial ha constatado que la evolución de uso mundial de energía primaria total se ha diversificado y ha crecido más de

⁶ Palabra derivada del inglés: smoke (humo) y fog (niebla), y se refiere a la obstrucción de visibilidad por niebla. Sin embargo, ahora ya no se usa ese término para referirse a ese tipo de obstrucción visual sino a la contaminación atmosférica.

lo que refleja el aumento poblacional. Del año 1850 al año 1950, el incremento en el consumo de energía tiene un promedio del 1,5%, mientras que del año 1950 al 2006, el incremento anual en promedio ha sido del 2,7%. Dichos cambios se han reflejado tanto en países industrializados como los países en vías de desarrollo, esto se ha dado por el crecimiento del poder de adquisición per cápita y en los países en desarrollo por el crecimiento poblacional, tomando en cuenta que también hay factores dependientes y claves como políticos, legales, dotación de recursos, el desarrollo tecnológico-industrial y el crecimiento del sector del transporte y la comunicación (CEDA, 2011: 18).

El gráfico 3 representa la distribución del consumo energético en el año 1971. El petróleo, el gas natural y el carbón eran los productos con mayor consumo por su potencia y representaban el 96% del consumo energético mundial. La hidroeléctrica representaba el 5% y la nuclear el 1%. Las energías renovables no eran consideradas como una fuente de energética dentro de la matriz energética mundial (AIHE, 2012: 4-6).

GRÁFICO 3
Consumo Energético Mundial (1971)



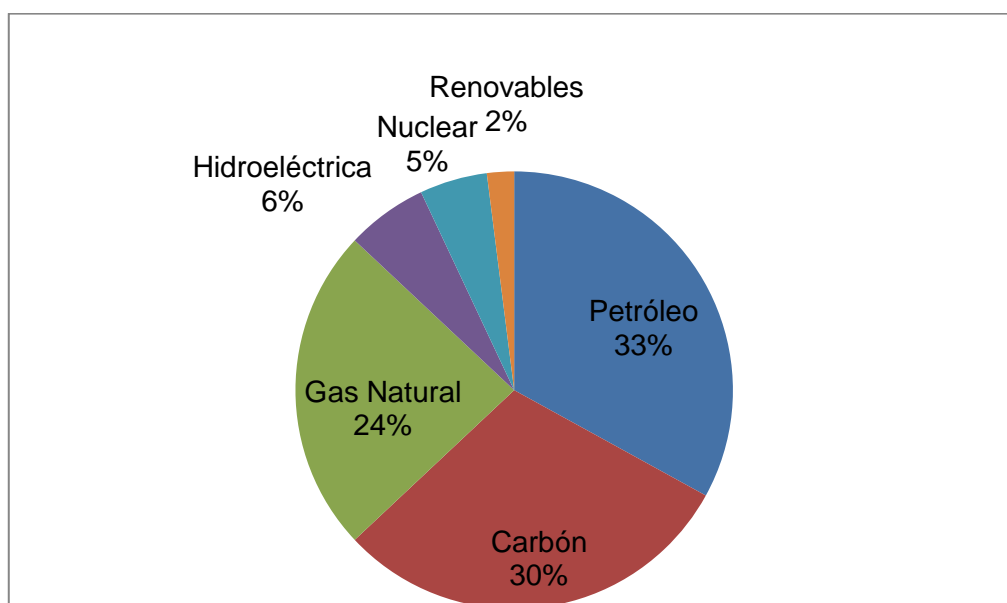
Fuente: AIHE
Elaborado por: Shirley Ruiz de la Torre

En el gráfico 4, se puede notar que para el año 2011 las energías renovables representan el 2% del consumo energético mundial. La hidroeléctrica y la nuclear aumentan su porcentaje a 6% y 5% respectivamente. De todas maneras, el petróleo y sus derivados rigen el mercado energético con

el 87%, sobre todo en el sector de transporte y electricidad. En el año 2011, el sector de la electricidad representó el 40% del consumo de energía en donde la fuente principal es el carbón con el 46%, el 20% de gas natural, el 21% de energía nuclear, el 13% de energía renovable y el 1% de petróleo. El sector del transporte consume el 28% de la energía producida por el petróleo (93%), energías renovables (4%) y gas natural (3%). La industria es el sector que consume el 21% de energía generada por: gas natural (41%), petróleo (40%), energías renovables (11%) y carbón (8%). El sector residencial y comercial representa el 11% del consumo y se basa en: el gas natural con el 75%, petróleo con el 17%, energías renovables con el 7% y 1% proviene del carbón (AIHE, 2012: 4-6).

El sector del transporte es el que ha registrado mayor crecimiento en su demanda representado por una tasa de crecimiento anual del 2,9%, además es el único sector que ha tenido un aumento constante en todas las etapas del desarrollo económico e incluso en todos los niveles de ingreso per cápita. En el año 1980, el consumo de este sector era del 23%; para el año 2000, este porcentaje incrementó al 27% y en el año 2006, este representa el 28% del consumo de energía mundial (CEDA, 2011: 21).

GRÁFICO 4
CONSUMO ENERGÉTICO MUNDIAL (2011)



Fuente: AIHE
Elaborado por: Shirley Ruiz de la Torre

Como tendencia general mundial, el crecimiento demográfico es un factor que más ha provocado el aumento del consumo de energía y ha producido otros fenómenos como la urbanización y mayor consumo de energía y de bienes y servicios (CEDA, 2011: 21).

En el año 2012, la población llegó a 7.000 millones de personas siendo 1,09% la tasa promedio de crecimiento anual. Entre los países con mayor poblacional mundial se encuentran: China en primer lugar, India, Estados Unidos, Indonesia, Brasil, Pakistán, Nigeria, Bangladesh, Rusia y Japón. África y Asia son los continentes que tienen mayor tendencia de crecimiento demográfico, lo que se traduce en aumento de consumo de energía (The World Fact Book, 2013).

Además de la demografía, existen otras variables que incentivan la demanda de energía como la situación geográfica; en lugares con climas extremos se requiere calefacción o aire acondicionado generando un consumo mayor de energía en países con las cuatro estaciones. La estructura del sector del transporte es otro elemento determinante que define el consumo de energía; si la cultura de transporte de masificación pública es baja, hace que haya un alto grado de hábitos de conducción traducido en una mayor demanda de energía y combustible (CEDA, 2011: 21).

Los subsidios al combustible es una forma de incentivar el uso de energía pero distorsiona el mercado de los fósiles, frena la inversión en fuentes de energía limpia y crea hábitos poco conscientes con el uso racional de recursos. El Banco Mundial, la Organización de Países Petroleros, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico y la Agencia Internacional de Energía formaron el G20⁷ para tratar de racionalizar el uso de ineficiente de combustible fósil que por el subsidio esta energía (IEA, 2010: 63).

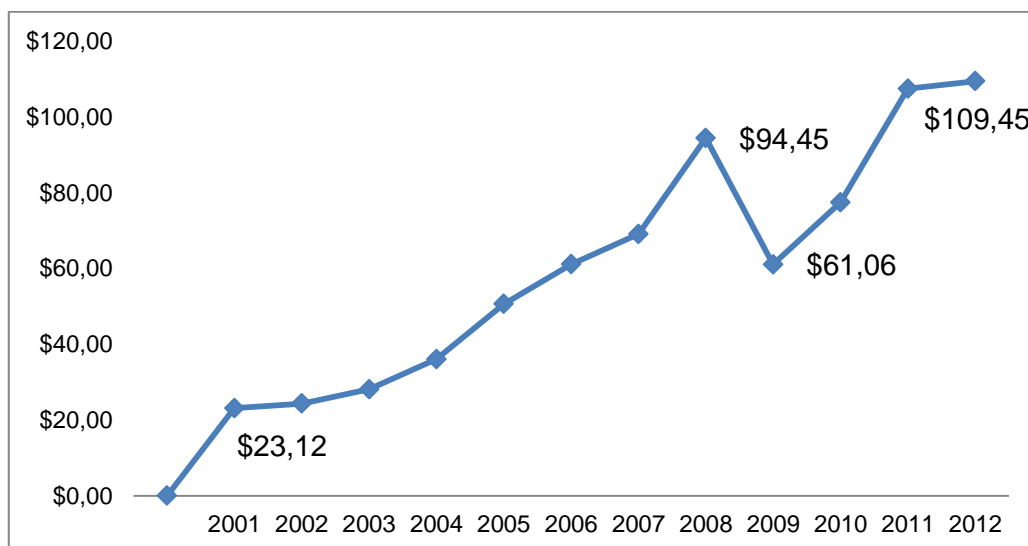
Los países se interesan por la seguridad energética y la disminución de los efectos del calentamiento global que juegan un rol determinante en las decisiones a nivel internacional por verse reflejados en el ámbito socio económico, ambiental y político. La conceptualización de seguridad energética

⁷ El G20 se constituye por: Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Rusia, Reino Unido, Estados Unidos, Argentina, Australia, Brasil, China, India, Indonesia, México, Arabia Saudita, Sud África, Corea, Turquía y la Unión Europea.

depende del estudio que se vaya a hacer por poseer un contenido multidimensional. Aun así, se puede resumir que la seguridad energética es un equilibrio entre la disponibilidad de energía, la facilidad de acceso a las fuentes renovables limpias, precios razonables y armonía con el ambiente con el fin de evitar y disminuir los daños a la naturaleza (CEDA, 2011: 43).

La variación de precio es determinante para la economía mundial y se enrola en el concepto de seguridad energética; el aumento del precio del petróleo ocasiona crisis y efectos en todas las ramas de la economía. En el gráfico 5, se observa la variación de precios desde el año 2001 hasta el año 2012. El precio del petróleo por barril ha aumentado de manera constante desde el año 2001 (\$23,12 por barril) hasta el año 2008 en donde se percibe un declive ocasionado por la crisis mundial que repercutió a la economía de todos. En el año 2010, el precio se estabilizó y el siguiente año sobrepasó los niveles de años anteriores, llegando a \$109,45 por barril en el año 2012 (OPEP, 2013).

GRÁFICO 5
PRECIO DEL PRECIO DEL PETRÓLEO POR BARRIL



Fuente: OPEP
Elaborado por: Shirley Ruiz de la Torre

Entre los mayores productores de petróleo del año 2011, se encuentran Arabia Saudita, Rusia, Estados Unidos, China e Irán. Entre los países Sudamericanos, Brasil se ubica en el puesto 9 y Venezuela en el 13. Como países exportadores, Arabia Saudita, Rusia, Emiratos Árabes Unidos, Kuwait, Nigeria e Irán son los países de mayor relevancia a nivel mundial como

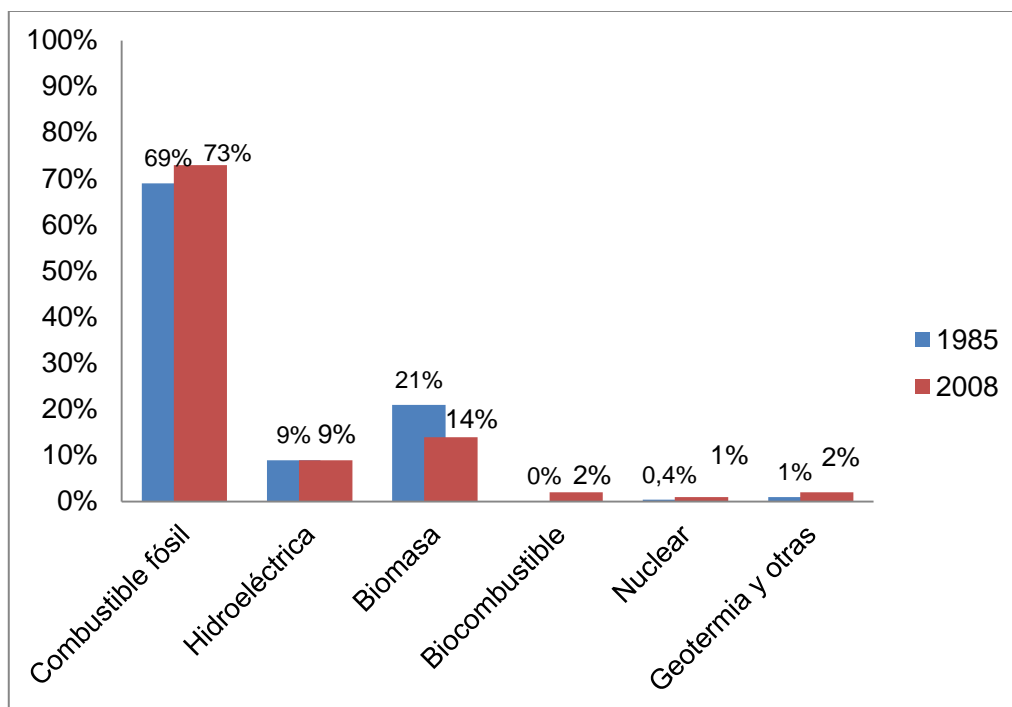
proveedores de petróleo. Venezuela y México son los países sudamericanos que se destacan en este grupo. Estados Unidos, China, Japón e India son los mayores consumidores e importadores de petróleo. A nivel regional, el Medio Oriente (33.1%), Europa (20.7%) y América del Norte (17.1%) son los mayores productores; Asia y Oceanía (32.1%), América del Norte (26.3%) y Europa (21.5%) son los mayores consumidores. Medio Oriente (48%) y América del Sur y Central (20%) son las zonas con mayor porcentaje de reservas petroleras representando el 68% de los miles de millones de barriles como reserva de lo cual Arabia Saudita posee el 16,1% de las reservas del mundo y Venezuela el 17,9% (AIHE, 2012: 10, 12-14).

En América Latina, la fuente principal de energía representada en la matriz energética para el año 1980 era el petróleo con el 68%; en el año 2008, este porcentaje aumentó a 80%, reduciendo el uso de biomasa como leña y también el carbón. Después de la revolución industrial y la Segunda Guerra Mundial se observa un aumento de productividad y eficiencia en los procesos industriales, produciendo cambios en la economía. El petróleo dio un giro a la demanda de energía y factores como el aumento demográfico, mejoramiento tecnológico, cambios legislativos y políticos que provocaron una alteración en la matriz energética y en la conciencia de la sociedad respecto al ambiente. Después de conocer el cambio climático, la sociedad ha observado que el uso de fósiles ha distorsionado su medio (CEDA, 2011: 24-25).

La tendencia de consumo energético de América Latina en comparación con la mundial, es superior al promedio mundial, siendo así la tasa anual de crecimiento mundial de 1,6% y la de América Latina 2%. Se puede concluir que los países en vías de desarrollo son los que representan una tendencia mayor en el consumo de energía. En cuanto a la evolución de la matriz energética de Latino América, los combustibles fósiles tienen mayor representatividad en el año 1985 y también en el año 2008 registrando 69% y 73% respectivamente. El porcentaje de la biomasa ha disminuido de 21% a 14%, el de las hidroeléctricas se mantiene en 9% y la nuclear aumenta de 0.4% a 1%; la inversión en energía no convencional es mínima lo cual se refleja en las estadísticas comparativas del gráfico 6. América Latina y el Caribe es la región con menor diversificación de la matriz energética y con mayor dependencia del combustible fósil que otras regiones. Las hidroeléctricas son la fuente de energía limpia más significativa para América

Latina, por ser la más explotada en comparación con otras fuentes de energía como la geotermia, la solar y la eólica que representan el 2% en la matriz energética del año 2008. Latinoamérica tiende a no diversificar su oferta de energía enfocándose en el combustible fósil y las hidroeléctricas (CEDA, 2011: 24-25).

GRÁFICO 6
OFERTA DE ENERGÍA PRIMARIA TOTAL DE AMÉRICA LATINA



Fuente: AIHE
Elaborado por: Shirley Ruiz de la Torre

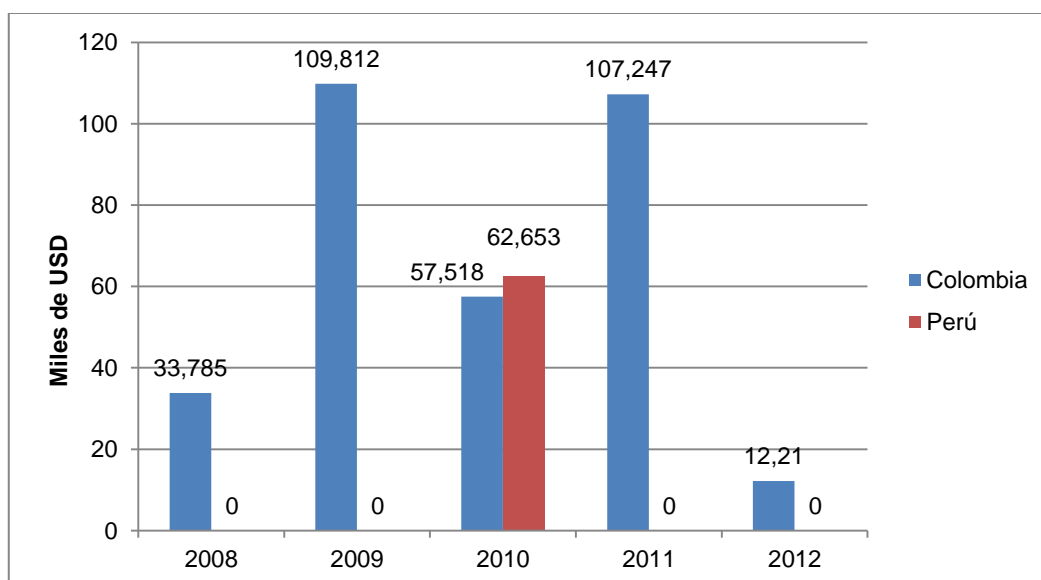
En el año 2006, el 37% del consumo de la matriz energética de América Latina representó el sector del transporte siendo el petróleo y sus derivados sus fuentes energéticas principales. En el año 1985, este sector representaba el 32% reportando un crecimiento del 5% hasta el año 2006. En el mismo período de años, los sectores de la industria y el de la agricultura, pesca y minería, en conjunto, mantienen su consumo porcentual en 36% y 5% cada uno. Mientras que el sector residencial indica una disminución en su consumo del 23% al 17% y el de los servicios un aumento del 4% al 5%. El transporte es el sector que sigue liderando el consumo energético tanto a nivel mundial como regional. La evolución del sector residencial ha cambiado el uso de la biomasa por el uso de electricidad evitando problemas respiratorios y disminuyendo la contaminación y la deforestación (CEDA, 2011: 26-27).

1.2.3 Evolución y cambio cronológico de la matriz energética (Ecuador)

El petróleo ha tenido un rol trascendental en el crecimiento de Ecuador por la generación de energía y por su exportación desde el año 1972. Según los datos del año 2006, el 89% del funcionamiento y generación del sistema energético ecuatoriano se basa en fuentes de energía fósil, el 10% en renovable y el 1% restante proviene de importaciones. La producción de energía primaria de origen fósil se conforma por petróleo (64%), gas (16%) y otros derivados de petróleo (9%). En el año 2008, la matriz varió de la siguiente forma: el 81% de esta se basó en petróleo y sus derivados, el 9% en hidroeléctricas y el 6% en biomasa (Tech4CDM, 2008).

En el gráfico 7 se indica el comportamiento de la importación de energía eléctrica y se observa la disminución en la importación anual valorada por -89%, siendo -19% la tasa de decrecimiento de los valores importación entre los años 2008 y 2012. El mayor proveedor de energía es Colombia, en el año 2010 Ecuador importó energía eléctrica de Perú superando las cifras de Colombia (BCE, 2012).

GRÁFICO 7
EVOLUCIÓN DE LA IMPORTACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA



Fuente: TradeMap
Elaborado por: Shirley Ruiz de la Torre

El petróleo como variable determinante para la generación de energía, se convirtió en un instrumento para el desarrollo de Ecuador. El inconveniente

fue que el petróleo se lo relacionó como un tema monetario y económico, más no hubo contribución por parte del Estado ecuatoriano para el diseño y aplicación de una política energética sectorial integrada con otros sectores de la economía. Tampoco se reconoció la interrelación de la energía con recursos limitados de la naturaleza como factor clave para la sustentabilidad y para el desarrollo socio-económico. La infraestructura eléctrica basada en energía renovable se limitó a energía hídrica y térmica, dejando a un lado a otros tipos de energía renovable como: eólica, fotovoltaica y biomasa. La diversificación de la matriz se tornó en un reto tanto para Ecuador como para el mundo (Acosta, 1992: 7).

La demanda de energía eléctrica mantiene una tendencia positiva como indican los registros históricos del Consejo Nacional de Electricidad. La variación del año 2007 al 2008 es de 5.07%, para el año 2009 se registró una disminución valorada en 4.46%, pero para el año 2010 incrementó al 6.5% y en el año 2011 se identificó una tasa más alta de 7.66% (CONECEL, 2012). En el año 2011, la demanda de energía mensual registra una tasa de crecimiento dispersa, en donde refleja los meses de mayor demanda: febrero con la mayor tasa del año (8.18%), junio (6.78%), julio (6.26%), noviembre (6.33%) y diciembre con la segunda tasa más alta del año (7.72%) (CENACE, 2012). El uso de energía se la puede clasificar por grupos de consumo en donde resaltan los sectores residenciales con 5114.8 GW/h, el grupo industrial con 4416.76 GW/h y el área comercial con 2672.33 GW/h (CONECEL, 2012). A nivel doméstico, el 90% del consumo se emplea para cocinar, en su mayoría con gas y leña, mientras que el 10% restante de energía doméstica se aprovecha para luz, radio, televisión y bombeo de agua (CODESO, 2012).

Según los datos del Centro Nacional de Energía del mes de noviembre del año 2011, el 43% de la energía eléctrica generada corresponde a hidroeléctricas, el 42% a termoeléctricas, el 12.5% es importada y el 1.7% es energía no convencional en donde entra la fotovoltaica, eólica y biomasa. Para el mismo mes del año 2012, las hidroeléctricas generan el 48.5%, la termoeléctrica el 57.19%, el 0.79% corresponde a importaciones y el 2.65% a energía no convencional (CENACE, 2012). La energía hidroeléctrica ha sido en mayor cantidad estudiada, expandida y aplicada. Las tres centrales de mayor capacidad de generación del Sistema Nacional de Interconectado son: Paute (1075 MW), Agoyán (176 MW) y Marcelo Laniado (213 MW); las cuales

representan el 90% de la capacidad instalada de hidroeléctricas y se ubican en las vertientes amazónicas. La época lluviosa de esta zona es de abril a septiembre y la época seca es de octubre a marzo cuando hay mayor tendencia a apagones (Murillo, 2005: 15-16).

De acuerdo estudios para el uso de recursos de energía eólica, las localidades con posible interés para generación de electricidad en el año 2009 fueron en las provincias del Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar, Azuay, Loja y Galápagos. No existen suficientes datos de viento a nivel nacional, pero el MEER está trabajando en la elaboración del Mapa eólico ecuatoriano (EOLICSA, 2009: 30).

El gobierno ecuatoriano correspondiente al periodo de la investigación ha promovido el uso de focos ahorradores (luz fluorescente) supliendo así 6 millones de focos incandescentes para la disminución del consumo de energía.⁸ El gobierno ha decidido crear más hidroeléctricas para satisfacer la demanda energética del país: Coca Codo Sinclair con 1500 MW de potencia, Soplador con 500 MW, Mazar con 160 MW y Baba con 90 MW (Tech4CDM, 2008).

Según los datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ecuador tenía 3499 MW de capacidad energética instalada en el año 2000. Para el año 2007, aumentó a 4489 MW, en el 2008 disminuyó a 4187.3 MW y en el 2009 incrementó a 4838.7 MW (CEPAL, 2011). En cuanto al acceso a electricidad, en el 2009 se reportó que el 92.25% de la población ecuatoriana tiene acceso a la electricidad (Banco Mundial, 2010). Según el Censo de Población y Vivienda realizado por el INEC en el 2010, el 93.53% de las viviendas en Ecuador tienen cobertura eléctrica, de las cuales el 94.81% corresponde al área urbana y el 89.67% al área rural. Las provincias en donde hay menor cobertura eléctrica es en: Esmeraldas, Pastaza, Sucumbíos y Zonas no delimitadas (86.62%, 86.17%, 84.97% y 78.4% respectivamente) (CONECEL, 2012).

La demanda de energía primaria posee una tasa de crecimiento anual fuerte a nivel regional siendo la más alta de los países andinos; la de Ecuador es 2.9% mientras que la de Brasil es de 2.7%, la de Argentina es de 2.4%,

⁸ El 84% de hogares en Ecuador usan focos ahorradores.

Bolivia tiene una tasa de 2.6%, Venezuela 1.5% y Colombia y Perú 1.7% cada uno. De igual manera, la demanda de electricidad de Ecuador es la más representativa de la región latinoamericana: Ecuador posee una tasa de crecimiento del 6.7% mientras que Bolivia, Perú, Venezuela, Colombia, Argentina y Brasil tiene una tasa del 5.8%, 4.6%, 3.3%, 2.3%, 4.6% y 3.7% respectivamente. Además del aumento demográfico, una causa del incremento de la demanda de energía eléctrica son los subsidios a derivados de petróleo. De acuerdo al autor, no es eficiente promover las fuentes renovables mientras se subsidia el petróleo y sus derivados; lo que se obtiene es un consumo ineficiente de energía. El diesel corresponde al 49% del subsidio total, el gas licuado de petróleo al 29.2% y la gasolina a 21.8%, sumando al presupuesto anual del estado para el año 2011 alrededor de 7500 millones de dólares por el creciente precio del petróleo (Castro, 2011: 1).

1.3. Marco legal: energías renovables, medio ambiente y educación

1.3.1 La Constitución ecuatoriana aprobada en el año 2008: el ambiente, educación y el acceso a la información.

La Constitución de la República del Ecuador aprobada en el año 2008 dedica el Segundo Capítulo del Título II del Régimen del Buen Vivir al ecosistema, al igual que el Séptimo Capítulo del Título II, otorgando derechos a la naturaleza, protección a la biodiversidad, respeto al medio ambiente y fomento a las prácticas pro-ambientales. La Carta Magna, como guía principal de los ecuatorianos y cohabitantes, designa responsabilidad parcial al Estado en cuanto a la protección del entorno y lo nombra como garante, coordinador y ejecutor de sanciones para aquellos que destruyan o perjudiquen al ecosistema y sus funciones, sobre todo a las áreas naturales protegidas. Referente a la información y el acceso a ella, el Estado genera la mayor información posible para la sociedad con el fin de rendir cuentas a la sociedad y demostrar que existe transparencia en los procesos públicos, siempre y cuando no se haya declarado a dicha información con anticipación como información clasificada y confidencial (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

La Quinta Sección del Segundo Capítulo de los Derechos del Buen Vivir, nombra a la educación como un derecho y una obligación para los ciudadanos, la cual se regirá por los principios de los Derechos Humanos, al

medio ambiente sustentable y a la democracia. La Segunda Sección del mismo capítulo de “*los Derechos del Buen Vivir*”, nominado como “*Ambiente Sano*”, enuncia que el “*Estado promoverá en el sector público y privado el uso de tecnologías limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto*”, sobre todo comenzando por las entidades públicas las cuales deberán ser un ejemplo para la sociedad. La soberanía energética no deberá afectar a la seguridad alimentaria ni al derecho al agua. Además, se reconoce como uno de los derechos principales, el vivir en un ambiente equilibrado, “*Sumak Kawsay*”, el buen vivir, prever el daño ambiental y la recuperación de las zonas degradadas (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 22, 24).

En el Título II de los Derechos, Sección Novena, Capítulo Sexto de los Derechos de Libertad, Artículo 66, dice que se garantiza a las personas el derecho de una vida digna asegurando el saneamiento ambiental, la educación, el desarrollo de actividades económicas vinculado con los principios de solidaridad, responsabilidad social y ambiental. Las personas tienen el derecho de vivir en un ambiente, ecológicamente equilibrado en armonía con la naturaleza. Una de las responsabilidades declarada en Artículo 83 del Capítulo Noveno del Título II de los Derechos, Sección Novena es utilizar los recursos naturales de manera racional, sustentable y sostenible, respetar los derechos de la naturaleza y resguardar un ambiente sano. Respecto a las funciones públicas, es un deber rendir cuentas sobre sus servicios a la sociedad tal como a la autoridad (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 47, 49, 59).

De acuerdo al Título II de los Derechos, Sección Novena, Séptimo Capítulo se otorgan derechos a la Naturaleza con el afán de exigir respeto, restauración, mantenimiento, regeneración de los ciclos vitales del ecosistema al igual que su estructura, funciones y procesos evolutivos. Al hablar de la naturaleza se incluyen sus elementos que forman al ecosistema, por ende también el Estado incentiva la protección a las personas naturales y jurídicas. El Estado regulará la producción, uso, prestación o aprovechamiento de los servicios ambientales puesto que no se puede otorgar propiedad alguna a un individuo o colectivo. En caso de que la explotación de recursos naturales no renovables ocasione un impacto ambiental grave o permanente, el Estado es el ente responsable de establecer mecanismos y medidas eficaces que eliminen o atenúen las consecuencias naturales nocivas (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 52)

En cuanto al acceso de información, en el Título II de los Derechos correspondiente a la Tercera Sección, Capítulo Segundo, la Constitución enuncia como parte de los Derechos del buen vivir a la comunicación e información en donde incluye el derecho de la libertad de obtener, buscar y manifestar información verídica, oportuna, sin censura, verificada sobre hechos, procesos de interés general y acontecimientos; siempre y cuando esta no fomente violencia, racismo, discriminación, intolerancia a tendencia religiosa o política, además de otras formas de atentar contra otros derechos estipulados en la Constitución. No se reservará ningún tipo de información, incluso en caso de violación de los derechos humanos o información generada en entidades públicas o privadas que manejen fondos estatales con excepción de casos establecidos en la ley. El Estado fomentará la diversidad en la comunicación e igualdad de condiciones en cuanto al acceso a medios de comunicación (televisión pública, privada o comunitaria, radio, explotación de redes inalámbricas) siempre predominando el interés colectivo (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 25-26).

El Capítulo Sexto de los Derechos de Libertad a Constitución señala el derecho de recibir información adecuada y veraz sobre su contenido y características de los bienes o servicios públicos o privados, pero si se trata de datos o temas considerados como personal esto requerirá autorización (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 47, 49, 50).

La Constitución permite manejar las leyes según los intereses de cada individuo o colectivo, sobre todo en temas claves como la comunicación y la información al público. Se fomenta el libre acceso a información tanto pública como privada con previa autorización si es que esta la requiere, en caso de no ser necesaria las personas pueden hacer uso de esta información para temas educativos.

La Cuarta Sección “*Acción de acceso a la información pública*” correspondiente al Tercer Capítulo del Título III de las Garantías Constitucionales con el Artículo 91 declara que la que se garantiza el acceso a la información pública cuando esta haya sido negada de manera tácita o expresa. En caso de que esta información sea denominada con anterioridad a la petición como confidencial, secreta, información de carácter reservado u otra nominación, la persona no

podrá acceder a esta información (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 65).

Dentro del Primer Capítulo de la inclusión y equidad del Título VII del régimen del Buen Vivir, la séptima sección de la comunicación social, la ley establece el sistema de comunicación social con políticas y normativa en donde se asegura la libertad de expresión, los derechos de la comunicación e información fortaleciendo la participación ciudadana. *“La ley definirá las formas de participación ciudadana, la organización y funcionamiento”*; se integra un sistema de comunicación vinculado con los derechos contemplados en la Constitución y los Derechos Humanos, además se incorporan a este sistema de manera voluntaria instituciones, actores públicos y privados, ciudadanos y comunitarios así como políticas y normativas (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 173).

El Cuarto Capítulo del Régimen de competencias contemplado en el Título V de la Constitución, organización territorial del Estado, atribuye responsabilidad exclusiva al Estado sobre la planificación nacional, los recursos naturales y las áreas protegidas, políticas de educación, seguridad social y los recursos energéticos tales como minerales, hidrocarburos, hídricos, biodiversidad y recursos forestales. Los gobiernos regionales autónomos trabajan en concordancia con el Estado emitiendo normas regionales acordes con las competencias exclusivas, como la determinación de *“políticas de investigación e innovación del conocimiento, desarrollo y transferencia de tecnologías necesarias para el desarrollo regional en el marco de la planificación nacional”* (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 128-129).

El Archipiélago de Galápagos junto con zonas indígenas y pluriculturales se las considera como Regímenes Especiales por razones de conservación ambiental y étnico-cultural. La Provincia de Galápagos responde a los principios de conservación de patrimonio natural del Estado y a los del Buen Vivir. El Presidente de la República de Ecuador, Econ. Rafael Correa, se encarga de la administración de esta provincia, junto con alcaldes y municipios de la provincia de Galápagos, representantes de las Juntas Parroquiales y de los organismos que determine la Ley. Galápagos es la única provincia que posee restricciones de migración interna, de explotación de recursos no renovables y otras actividades de empresas públicas o privadas con el

propósito de evitar desgastes y contaminación en las islas (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 117, 118, 122, 178).

Los puntos relevantes para esta investigación, referente al Título VI del Régimen de Desarrollo son los principios generales como parámetros de la evolución de la sociedad, la planificación participativa para el desarrollo que indica el origen de las políticas para los programas públicos, la soberanía económica enfocada en el desarrollo socio-ambiental, el presupuesto estatal, fomento de la inversión y se estudiarán los sectores estratégicos, servicios y empresas públicas. El régimen de desarrollo se rige por objetivos direccionados a la recuperación y conservación del ecosistema en concordancia con los derechos de las personas, de los grupos y de la naturaleza. La planificación participativa para el desarrollo determina al Plan Nacional del Desarrollo como guía de las políticas, de los programas y proyectos públicos en donde se identifican las funciones del Estado y de cada entidad vinculada con él (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 135, 137).

Como parte de los deberes del Estado, se contempla la producción de bienes, la creación y mantenimiento de infraestructura para servicios públicos y la dirección, planificación y regularización de los procesos de desarrollo como el impulso de tecnología por iniciativa de la comunidad, por cooperación o por el área privada. Se acepta toda cooperación de personas o colectividades en todas sus formas para participar en todos los niveles y espacios de gestión, planificación e incluso control del cumplimiento de los planes de desarrollo. Se promueve la producción, intercambio y consumo de bienes y servicios siempre y cuando estos sean utilizados con responsabilidad social y ambiental (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 135, 136).

Dentro de la soberanía económica, se habla sobre el sistema y la política económica en donde se señalan los objetivos que deben cumplir el Estado y las entidades vinculadas. Entre los objetivos se destacan los siguientes: asegurar la soberanía energética, lograr un desarrollo equitativo y equilibrado entre regiones, campo y ciudad en la parte cultural, económica y social e impulsar un consumo social-ambiental responsable. La prioridad en las finanzas públicas es la salud, la educación y la justicia y la generación de incentivos en cuanto a la inversión en distintas ramas económicas dedicadas a la producción de bienes y servicios los cuales deben ser socialmente

deseables y ambientalmente aceptables (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 140, 141).

Para invertir de proyectos que impliquen endeudamiento público, los órganos competentes deberán realizar un estudio financiero, social y ambiental en cuanto al impacto de su implementación con el objetivo de asegurar la viabilidad de su financiamiento. *“El endeudamiento estatal no deberá afectar a la soberanía, a los derechos, el buen vivir y a la preservación de la naturaleza...”* y el Presupuesto General del Estado se sujetará a los proyectos dictados en el Plan Nacional de Desarrollo ya sean a nivel nacional o regional siendo los gobiernos autónomos lo que deberán justificar el presupuesto basado en dicho Plan. La información sobre el presupuesto será pública al igual que su difusión permanente a la población por los medios de transmisión colectiva (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 142-144).

En el Quinto Capítulo de los sectores estratégicos, servicios y empresas públicas, se determinan como sectores decisivos y de control exclusivo del Estado a la energía en todas sus formas, los recursos naturales no renovables, la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el agua por su trascendencia y magnitud en la influencia socio-económica, política y ambiental. El Estado es el encargado de la administración control, regularización y gestión de dichos sectores en conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. El Estado se responsabiliza de la provisión de la energía eléctrica como servicio público determinando tarifas y precios equitativos y siguiendo los *“principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad”* (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 149).

Las empresas públicas constituidas y reguladas por el Estado serán las responsables de la regularización del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales o bienes públicos para el desarrollo de otras ramas económicas. Los excedentes proveniente de las empresas públicas deberán ser dirigidas para la inversión y reinversión, caso contrario los excedentes serán destinados al Presupuesto General del Estado. De manera excepcional, el Estado podrá delegar la participación a empresas mixtas en donde el Estado tenga acciones mayoritarias siendo dicha delegación dirigida al interés nacional siempre y cuando se respeten los tiempos y límites establecidos para cada

sector. El agua y otros recursos naturales no renovables son patrimonio nacional inalienable e imprescriptible del Estado, razón por la cual se tomará como prioridad el uso, su conservación y la responsabilidad inter generacional. El Estado reducirá los impactos negativos de carácter ambiental, cultural, social y económico de la participación empresarial y pública o comunitaria (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 145, 149, 150).

Dentro del Segundo Capítulo correspondiente al Título VII del Régimen del Buen Vivir, se desarrollan temas relacionados con la biodiversidad y los recursos naturales. El Estado se preocupará por la regeneración de la naturaleza; garantiza un modelo de desarrollo sustentable, equilibrado y acorde con la diversidad cultural y natural. Todas las personas naturales, jurídicas y el Estado tienen la obligación de respetar las políticas de gestión ambiental además de garantizar la participación activa y permanente en cuanto a la planificación, ejecución y control de las actividades que generen impactos en el ecosistema (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 177).

“La responsabilidad por los daños ambientales es objetiva...”, razón que indica que los actores involucrados en los procesos productivos, comercialización, distribución, uso e incluso en el control como los servidores públicos de bienes o servicios deberán evitar impactos negativos socio-ambientales y llevar un control ambiental permanente en cuanto al mantenimiento del ecosistema o los daños causados. La penalización implicará la restauración completa y la indemnización a las personas o comunidades que hayan sido amenazadas y afectadas. Cualquier persona puede demandar, ejercer acciones legales o solicitar medidas precautelares que ayuden a evitar amenazas contra el medio ambiente (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 177-178).

El Estado es el responsable de *“establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales de manera inmediata, [...] eficaz, precavida, responsable y solidaria”* al igual que establecer las áreas protegidas manejar y administrarlas. En el caso que amerite una decisión que afecte al ambiente, esta deberá ser consultada y autorizada por la comunidad, de tal forma que se valore la opinión de la comunidad. Pero, si hay una oposición mayoritaria, la decisión será tomada por la resolución de la instancia administrativa superior correspondiente. El artículo 407, referente a la biodiversidad sostiene que las áreas protegidas o declaradas como intangibles no podrán ser explotadas, a

menos que la Presidencia de la República lo haya aceptado y con previa declaratoria de interés nacional sustentado con la Asamblea Nacional (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 178-180).

La séptima sección “*Biosfera, ecología urbana y energías alternativas*” del Segundo Capítulo del Título Séptimo, declara que el Estado promoverá la eficiencia energética, el uso y desarrollo de tecnologías limpias como las energías renovables y diversificadas con bajo impacto ambiental que no perjudiquen o atenten contra la seguridad ambiental, equilibrio ecológico o soberanía ambiental. El Estado tomará medidas para la conservación de bosques y la población contra los efectos del cambio ambiental, efecto invernadero, deforestación y contaminación atmosférica. Los gobiernos autónomos al igual que el Estado se encargarán de implementar programas de uso racional del agua, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 182)

1.3.2 El plan nacional de desarrollo 2007-2011 vinculado a la matriz energética y los recursos renovables

El Plan Nacional de Desarrollo correspondiente al periodo de años 2007-2010, contiene 12 objetivos, basados en temas democráticos, constitucionales, integración latinoamericana, soberanía, ética, economía, productividad y en el ámbito social y ambiental. La Sección Siete del Régimen del Desarrollo referente a la Política Comercial, declara que el Plan Nacional de Desarrollo tiene como objetivo estratégico el desarrollar, fortalecer los mercados internos, así como regular, promover y ejecutar acciones que enlacen a Ecuador con la economía mundial siempre que se fortalezca la producción nacional y el aparato productivo y se garantice la soberanía alimentaria y energética. (Asamblea Nacional Constituyente, 2008: 146-147).

Con el fin de cumplir con estas propuestas, se desarrollan ocho estrategias como:

1. *Desarrollo interno, inclusión, competitividad y empleo.*
2. *Relaciones internacionales soberanas e inserción inteligente y activa en el mercado mundial.*
3. *Diversificación productiva.*
4. *Integración territorial y desarrollo rural.*
5. *Sustentabilidad del patrimonio natural.*
6. *Estado con capacidades efectivas de planificación regulación y gestión.*
7. *Democratización económica y protagonismo social.*

8. *Garantía de Derechos* (SENPLADLES. 2007: 5, 6)

De los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo se analizará el cuarto: *“promover un ambiente sano y sustentable, garantizar el acceso a agua, aire y suelo seguros”*. La explotación de petróleo en la Amazonía de Ecuador ha tenido impactos en el suelo, en el ambiente y en las colonias indígenas que habitan en la zona, ya sea por cuestión territorial o por salud. A partir de la intervención de Texaco, se han creado vías y puntos poblacionales motivando el crecimiento poblacional, provocando deforestación, uso de tierras para agricultura, contaminación del ecosistema y asentamiento humano, además de la perforación de pozos petroleros, los derrames accidentales y la polución de ríos y suelos. Tanto la minería como la rama petrolera tienen normas y procedimientos que reducen el impacto negativo medio ambiental, pero uno de los problemas en Ecuador es la falta de planificación y la escasez tecnológica que provocan mayores daños y conflictos sociales y culturales (SENPLADLES. 2007: 144).

Las disputas entre las petroleras y los indígenas se han desarrollado desde los años 70 del siglo XX, sobre todo en la Amazonía Ecuatoriana con la intervención petrolera ocasionando degradación de tierras y pérdida de biodiversidad. Entre las demandas legales que se han registrado en el Ministerio de Energía y Minas, la mitad reclaman compensaciones y la otra mitad se resisten a que sus tierras sean utilizadas para operaciones petroleras. La intensificación de estos conflictos internos socio-ambientales se ha convertido en un tema controversial para el Estado creando la necesidad de mantener una política socio-ambiental y firme en cuanto a la planificación de programas que actúen frente a los daños ambientales por uso indebido de los recursos naturales de Ecuador al igual un mayor control en la administración de áreas protegidas. En cuanto a la inversión estatal, en el año 2005 y 2006 el total ambiental correspondiente a restauración más no preservación fue de 0,39% del total del presupuesto y el 96% del gasto ambiental del Estado correspondía para el sector agrícola y energético (SENPLADLES. 2007: 144, 148, 149).

Una de las políticas en el Plan Nacional de Desarrollo es:

Conservar y usar de manera sostenible la biodiversidad, a través del fortalecimiento de la planificación territorial y de las áreas protegidas, el control y fiscalización de las actividades extractivas y el desarrollo de iniciativas de uso alternativo y sustentable de la biodiversidad (SENPLADLES. 2007: 155).

La prohibición de actividades o proyectos petroleros en áreas protegidas fortaleciendo el sistema nacional de estas zonas. Se fomenta la promoción y aplicación de estrategias que compensen la no-extracción de recursos naturales tanto para la comunidad internacional como para la nacional (SENPLADLES. 2007: 154-157).

Los efectos y repercusiones del cambio climático como la variación brusca de temperatura, largos periodos de precipitaciones seguidos por cortos periodos de precipitaciones ocasionando sequias e inundaciones son consecuencia de la emisión de gases de efecto invernadero que han acelerado el calentamiento global. Ecuador, con menos del 1% de las emisiones de gases de efecto invernadero, no tiene a nivel mundial una cifra representativa. A nivel nacional, la contaminación ambiental es producida por el cambio de uso de suelo como la deforestación, por el sector energético y de transporte con alrededor del 30% de la emisiones nacionales de CO₂ y el sector agrícola que corresponde al 70% de emisiones de metano (SENPLADLES, 2007: 146,147).

Las energías renovables como parte de los sectores estratégicos se rigen bajo la política de incentivar las energías renovables y fortalecer el marco institucional, legal y de la gestión ambiental en todos los ámbitos estratégicos del Estado y la sociedad. Además, el objetivo es apoyar proyectos locales de eficiencia energética e impulsar y desarrollar energías renovables sostenibles en especial sistemas eólicos e hidroeléctricas pequeñas y medianas por medio del Plan de energías renovables impulsado por Ministerio de Energía y Minas. (SENPLADLES, 2007: 160-161).

La política direccionada a la desaceleración del cambio climática es desarrollar una respuesta frente a los efectos del cambio climático que incluye la prevención, reducción y mitigación de los gases de efecto invernadero por medio de mecanismos de desarrollo limpio sobre todo para la red de generación eléctrica. A través de la promoción de información a la sociedad, se quiere sensibilizar al público en general, también es necesario el fortalecimiento del marco institucional que apoye la reducción de la vulnerabilidad social asociada basada en estudios los riesgos naturales y ambientales (SENPLADLES, 2007: 159-160).

Una de las estrategias ambientales es desarrollar un marco legislativo claro en cuanto a la intervención del Estado, la creación de instituciones que regulen, controlen y fiscalicen el uso de recursos naturales y fomenten la participación social. Se busca restablecer el ambiente y monitorear e implementar estándares ambientales para mejorar la calidad de vida y gestionar por medio del Estado los conflictos socio-ambientales impulsando el diálogo y el control social. La interculturalidad latente en Ecuador requiere una modificación de conductas y prácticas que hagan posible la responsabilidad con el medio ambiente. Se reforzará la cultura con programas y acuerdos institucionales que generen información y procesos de participación ciudadana con el foque socio-ambiental. En cuanto a la educación ambiental, se harán cambios en el marco de la Reforma Educativa en todos los niveles y modalidades de la educación. La educación superior será motivada con la formación en temas científico ambiental y en recursos humanos con gestión ambiental (SENPLADLES, 2007: 161-166).

1.3.3 Plan del Buen Vivir enfocado a la preservación del medio ambiente y a la importancia de la energía eléctrica

El Plan Nacional del Buen Vivir se basa en los lineamientos planteados en el Plan Nacional de Desarrollo, tiene nuevos retos para el periodo 2009-2013, acorde a la Constitución aprobada en el año 2008. Una de las doce estrategias del Plan del Buen Vivir es modificar la matriz energética y el cuarto objetivo es *“garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano”* (SENPLADES, 2009: 9-11).

“Hacia una relación armónica con la naturaleza” es uno de los principios del Buen Vivir que explica la importancia de la relación entre la economía con el ecosistema tomando en cuenta que el ser humano pertenece a un sistema mayor que lo rodea y permite su existencia y supervivencia. Como prioridad, se tiene en cuenta impulsar programas que aporten con la creación de una conciencia de responsabilidad con el medio ambiente y comprender que el desarrollo sostenible es incrementar el progreso tecnológico que permita modelos de producción más eficaces con el menor uso de recursos naturales (SENPLADES, 2009: 38-39).

La estrategia de un cambio de matriz energética nace con el objetivo de convertir a Ecuador en un país exportador de energía. La oferta de energía eléctrica pertenece al 90% del total mientras que el 10% restante corresponde a las importaciones. Referente al uso de petróleo, el 64% es para el comercio, el 28% para la demanda doméstica y el 8% son pérdidas por transformación. Dentro del 90% de la producción interna, el 96% es basado en fuentes fósiles y el 4% es fuente de energías renovables. El 90% de las exportaciones petroleras corresponde a petróleo crudo (materia prima), el 9% a derivados del petróleo con valor agregado y el 1% restante corresponde a aceites de origen vegetal. De acuerdo a una perspectiva sectorial, la demanda energética se divide la siguiente manera: 52% transporte, 21% industria, 19% zona residencia y el 8% a sector comercial y servicios (SENPLADES, 2009: 114).

Entre los componentes necesarios para lograr un cambio de matriz energética es el uso y producción interna de energías renovables, sobre todo los proyectos hidráulicos. Como proyectos a corto plazo, se destaca el fomento de prácticas como el reciclaje, generar conciencia ambiental, la utilización de electrodomésticos que usen la menor cantidad posible de recursos, motivación de uso de bicicletas o medios de transporte con menor contaminación ambiental, sobre todo en las ciudades. Para proyectos a largo plazo, se determinan acciones como edificaciones en la infraestructura energética, reducción total de las importaciones de energía de países vecinos y creación de la refinera del pacífico para poder lograr los objetivos de soberanía energética (SENPLADES, 2009: 114-115).

CAPÍTULO II

BASE TÉCNICA DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS COMPLEMENTARIAS APLICADAS EN LA MATRIZ ENERGÉTICA DE GALAPAGOS-ECUADOR

2.1. Energía fotovoltaica

2.1.1 Antecedentes históricos

La energía como tal es una propiedad intangible asociada con los objetos materiales que permite realizar cambios en otros cuerpos o en ellos mismos. Existen varios tipos de energía como la cinética que tiene relación con el movimiento de los cuerpos, la potencial gravitatoria que se refiere a la posición de los cuerpos en la Tierra, la mecánica que es la acumulación de energía cinética con la potencial gravitatoria, la interna que tiene la naturaleza, la temperatura y la masa de los cuerpos para producir otro tipo de energía como la eléctrica cuya relación es con el movimiento de cargas. La energía y sus variaciones son producto de la relación que tienen entre ellas y su clasificación varía según su origen (Fernández. 2009).

La energía no renovable es aquella que proviene de recursos limitados y se encuentran en la naturaleza en una cantidad fija y no pueden ser reutilizados ni renovados; por lo tanto son agotables (Fernández. 2009). Por otro lado, la energía renovable proviene de recursos ilimitados, pueden ser explotados sin agotarse y tienden a renovarse constantemente o pueden ser reutilizados (García, 2001: 2-3).

La principal fuente de energía renovable es el sol; ya sea directa o indirectamente, la radiación, la infrarroja y la ultravioleta permiten aprovechar diversas energías como la eólica, hidráulica, fotovoltaica, térmica y biomasa. La inversión en el sector energético limpio permite el mantenimiento de la seguridad energética al poseer un gasto más eficiente con energías inagotables y evitando la dependencia en otros países por la importación de energía eléctrica (García, 2001: 2-3).

El sol es una estrella incandescente emisora de luz y calor para el Sistema Solar del cual es parte el planeta Tierra. Se estima que el sol tiene 4.650 millones de años, con un tiempo de vida de aproximadamente 5.000 millones de años para ser la fuente de energía limpia en la Tierra. Dicha energía llega como radiación compuesta por micro-elementos llamados

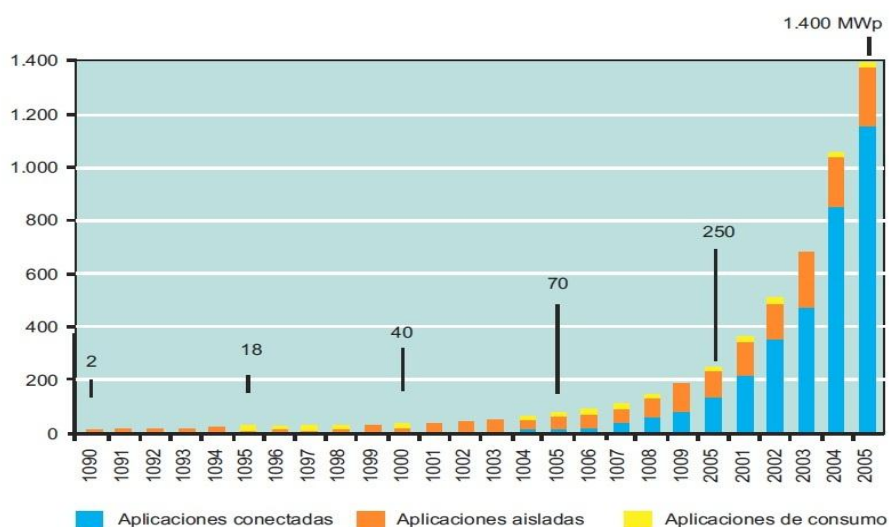
fotones, siendo un fotón igual a 4×10^{-19} julios, energía que un panel solar es capaz de absorber para transformar el calor y radiación en energía eléctrica (NASA, 2002). Los gases de la atmósfera retienen el 47% de 0.7 trillones de Kilovatios por hora de la energía que llega a la superficie terrestre, resumido en un rango de 4.000 a 7.000 veces mayor a la energía que se consume en el mundo (Sánchez, 2010).

La energía fotovoltaica convierte la radiación solar en electricidad, absorbiendo fotones y expulsando electrones. El efecto fotoeléctrico fue observado en 1839 por Edmund Bequel, un físico francés. En el año 1883, el inventor estadounidense, Charles Fritts, fabricó la primera celda solar con Selenio y una fina capa de Oro. Su rendimiento era del 1% y no se utilizó para la generación de electricidad porque su costo de elaboración era alto y su rendimiento bajo. La aplicación que se le dio fue como sensor de luz en la exposición de cámaras fotográficas (Energía Solar Fotovoltaica, 2011). En 1905, Albert Einstein describió el efecto natural de la luz y el efecto fotovoltaico o fotoeléctrico, con lo que ganó un Premio Nobel en Física. El primer panel con silicio fue construido en 1954 por los laboratorios Bell, en ese momento se lo categorizó como una batería solar y al ser costoso no se produjo a gran escala (NASA, 2002).

En el año 1972, con el apoyo gubernamental de Estados Unidos se crea la Agencia de Desarrollo e Investigación de Energía lo que fomenta el estudio de energías alternativas. El boom petrolero tiene un impacto trascendental en los intereses y en incentivos de los países desarrollados no petroleros. A raíz de este desfase económico, se otorga mayor importancia al estudio y a la aplicación de energías renovables con el fin de disminuir la dependencia de países petroleros. A principios de los 90's del siglo XX, los gobiernos de Estados Unidos, España, Alemania y Japón estimularon la generación de energía fotovoltaica por medio de leyes en donde se fomentaba la producción de energía por medio de subvenciones y también con apoyo financiero de bancos concediendo préstamos para la investigación e implementación de paneles fotovoltaicos. El apoyo bancario y legislativo gubernamental fueron las pautas para el crecimiento y desarrollo tecnológico de fuentes alternativas permitiendo que los países nombrados sean en el año 2013 los pioneros en la fabricación de paneles fotovoltaicos (Grupo de Nuevas Actividades Profesionales, 2007: 3-5).

En el gráfico 8 se observa la evolución a nivel mundial que ha tenido la industria fotovoltaica para la aplicación particular, empresarial y gubernamental. Para el año 2005, el 89% de las instalaciones están conectadas a la red, lo cual incluyen los sistemas instalados en los tejados, sobretodo en Japón y Alemania, y centrales en especial en España (Colegio Oficial Ingenieros De Telecomunicación, 2002: 21).

GRÁFICO 8
EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA A NIVEL MUNDIAL



Fuente: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación
Elaborado por: IEA

En los sistemas conectados a la red se pueden describir dos tipos: centralizados que corresponden a empresas públicas o estatales y sistemas descentralizados conectados a la red que pueden ser tejados o formación de escuelas (Colegio Oficial Ingenieros De Telecomunicación, 2002: 22).

La inaccesibilidad de energía eléctrica en aldeas y pueblos aislados permite que los sistemas fotovoltaicos para los sectores rurales se conviertan en un mercado potencialmente creciente. Los sistemas aislados se dividen en tres tipos de aplicaciones (Colegio Oficial Ingenieros De Telecomunicación, 2002: 23).

- Aplicaciones de Consumo: puede ser interior o exterior. La aplicación de consumo interior son para calculadoras, relojes, teléfonos móviles u otras herramientas eléctricas. Las aplicaciones de consumo exterior

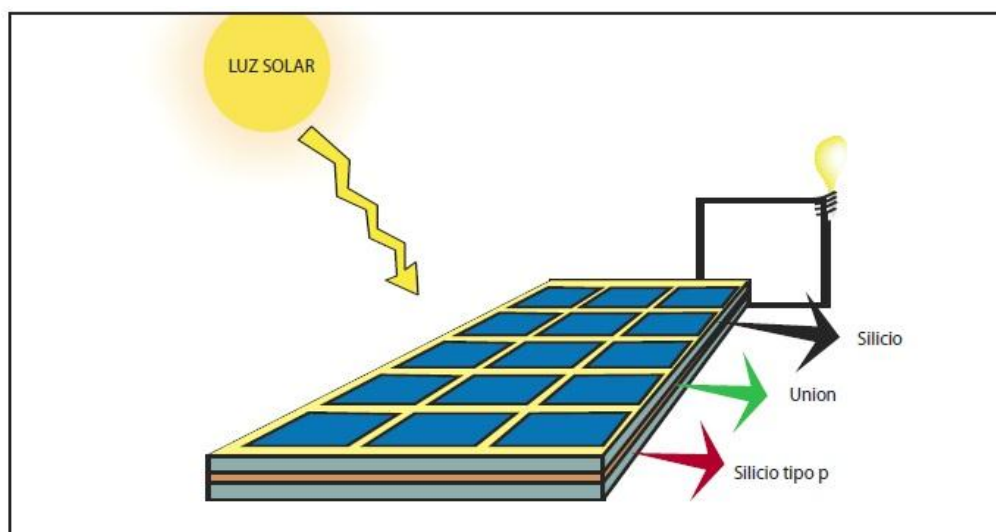
corresponden a ventilación en coches, energía para barcos o aviones, linternas o luces de jardín.

- Aplicaciones industriales: son aquellas que se utilizan para la telecomunicación, señales de tráfico, vallas publicitarias, pantallas, refrigeración de vacunas, luces para navegación, restaurantes u hoteles.
- Aplicaciones remotas: suministro de energía para viviendas, poblaciones, riego, alumbrado o escuelas (Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación, 2002: 22).

2.1.2 Funcionamiento y usos

El efecto fotoeléctrico, como base de las células fotovoltaicas, utiliza materiales semiconductores que pueden actuar como aislantes o conductores de energía. Los materiales conductores como el cobre permiten el libre paso de la corriente eléctrica, por tener electrones libres o por poder liberarse sin dificultad alguna. En cambio, los materiales aislantes como el plástico o el papel ponen resistencia en el paso de electricidad por su fuerte adherencia a las capas del átomo y se requiere gran cantidad de energía para ser liberados. Pero el silicio, por ser un material semiconductor, funciona de la siguiente manera: si la energía que el átomo de silicio recibe es lo suficientemente fuerte, estos fotones liberan a los electrones formando una corriente eléctrica representada por un circuito con el que se llega a encender una lámpara u otros artefactos eléctricos (Madrid, 2009).

IMAGEN 3
ILUSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN PANEL FOTOVOLTAICO



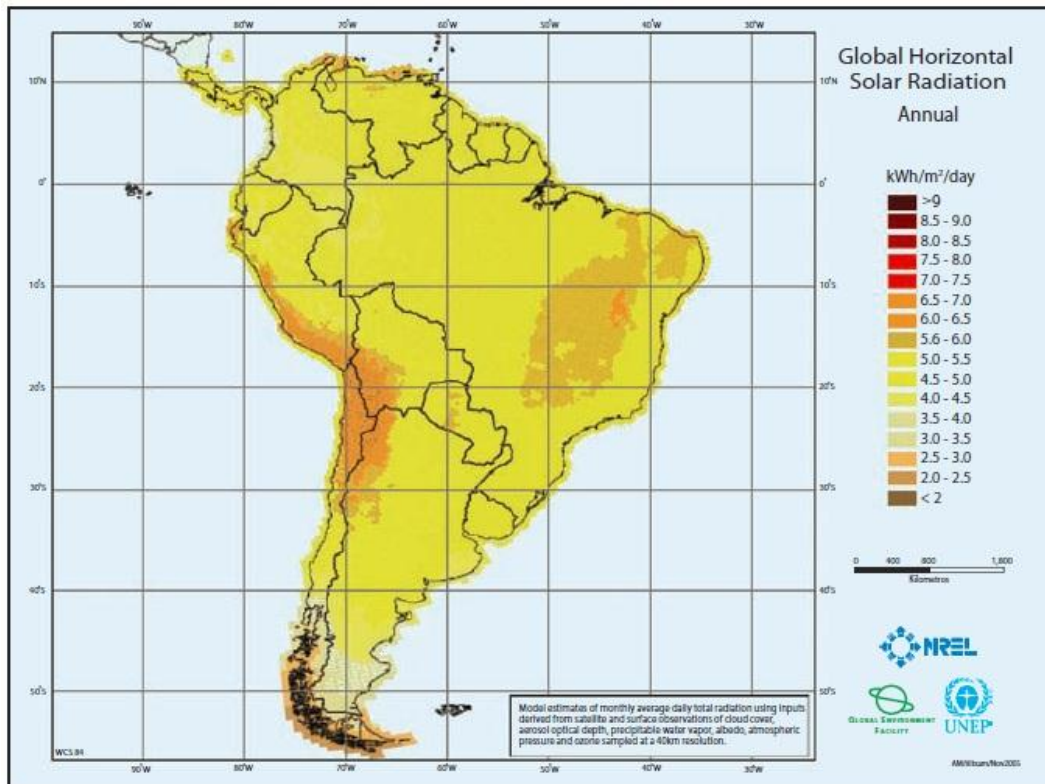
Fuente: CONELEC
Elaborado por: CONELEC

El elemento principal de la célula fotovoltaica que actúa como semiconductor es el silicio, el cual se lo puede encontrar en la arena. El uso de energía requiere dos placas de silicio, uno con carga positiva y otra con negativa, como se observa en la imagen 3 (Photovoltaic Technology Platform, 2010). El silicio no es enteramente fotoconductor, por lo que la capa con carga negativa es silicio dopado con fósforo, 5 electrones en la capa externa, y la positiva es silicio dopado con boro, 3 electrones en la capa externa. La unión de ambas capas dopadas da origen al diodo que absorbe los excedentes de la carga positiva y forma una corriente eléctrica continua. El silicio puede ser reemplazado por otros materiales semiconductores, como el sulfuro de cadmio, pero se ha determinado que el rendimiento es menor (Madrid, 2009: 52-53).

El aprovechamiento de energía se determina por variables tanto de diseño como de instalación del sistema fotovoltaico entre los cuales se destacan la orientación, inclinación, ubicación estratégica y otros factores que no pueden ser totalmente controlados como la situación geográfica o la meteorología. Los paneles fotovoltaicos son una opción interesante en términos económicos y técnicos sobre todo para Ecuador por la constante radiación en determinados lugares de preferencia que se reconocerán más adelante con el atlas solar. De preferencia, la fotovoltaica se determina para zonas habitadas aisladas y con deficiencia energética, faros, postes SOS, bombes, educación y telecomunicación (Vasco, 2011: 43).

La energía solar que recibe la superficie de la tierra es aproximadamente 178.000 TW anuales, de la cual el 30% es reflejado en el espacio, el 20% permite la formación de vientos, alimentar el ciclo hidrológico y sirve para la fotosíntesis. El 50% restante es absorbido, convertido en calor y reenviado a la superficie de la tierra. En la imagen 4, se puede observar el mapa solar de la Insolación Global Horizontal que recibe Sudamérica en un periodo de un año calendario. Ecuador recibe al día un promedio de 5 a 5.5 kWh/m² (Corporación para la Investigación Energética, 2008: 5).

IMAGEN 4 MAPA SOLAR: INSOLACIÓN GLOBAL HORIZONTAL

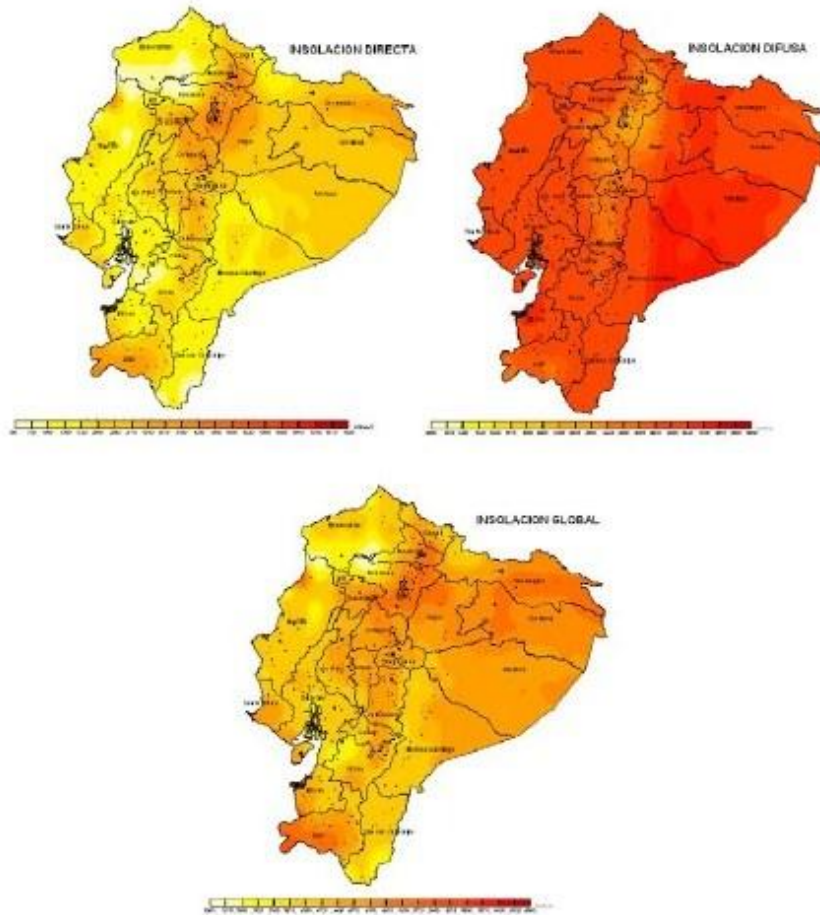


Fuente: CONELEC
Elaborado por: CIE, Corporación para la Investigación Energética

Existen 3 tipos de atlas solares que se deben utilizar antes de escoger el lugar apropiado para la instalación de paneles fotovoltaicos: el de insolación directa, el de difusa y el de global. La radiación directa es la que proviene del sol sin ningún tipo de desviación, ni cambio en su ruta; la difusa o insolación indirecta es la que se dispersa en la atmosfera o no tiene ruta definida. Los factores más comunes que pueden aumentar o provocar su difusión son los cambios climáticos, el polvo atmosférico, las nubes, la neblina, la vegetación. Por último, la global es la unión de la directa con la difusa (Buitrón y Burbano, 2010: 34).

En el imagen 5, se observa los tres tipos de insolación correspondiente a Enero, desde el año 1985 a 1991 (Corporación para la Investigación Energética, 2008: 6).

IMAGEN 5
MAPA SOLAR: INSOLACION DIFUSA, DIRECTA Y GLOBAL



Fuente: CONELEC
Elaborado por: CIE, Corporación para la Investigación Energética

Los paneles fotovoltaicos se componen por células o módulos fotovoltaicos en donde se produce el efecto fotoeléctrico por medio de los materiales semiconductores como el silicio. Mientras más amplia sea la unión de paneles fotovoltaicos, mayor energía se producirá (Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación, 2002). Además, la eficiencia, comprendida como el porcentaje de luz que es transformado en electricidad, depende del tipo de silicio que se utilice; por ejemplo, el silicio amorfo tiene un menor rendimiento que el silicio mono cristalino o poli cristalino (Sánchez, 2010: 42).

Los módulos fotovoltaicos se forman con planchas de silicio u otro material semiconductor que pueden variar entre 0,25 mm a 0,35 mm y su superficie suele ser cuadrada y de aproximadamente 100 cm². Los procesos para la fabricación de la celda fotovoltaica pueden variar según lo que se

quiera obtener: mejor rendimiento, economía o flexibilidad. Mientras más puro es el silicio, mayor es el coste, pero no es necesariamente más eficiente. El proceso general para la elaboración de las planchas comienza desde la obtención de silicio proveniente de la arena, después pasa por un proceso de purificación, crecimiento, corte en obleas y luego fijación de la célula y la unión de los módulos crea el panel (Sánchez, 2010: 40-41)

Debido al largo y sofisticado proceso de fabricación, el silicio mono cristalino tiene un nivel de pureza más elevado que los otros tipos. Se requiere más energía que los otros procedimientos pero el rendimiento aproximado es de 15% a 18% y se distingue por ser un panel azul homogéneo o negro. Este silicio se refunde a 1400 °C con otros elementos que permiten el efecto fotoeléctrico. Después, la oblea debe pasar por un tratamiento anti reflexivo, para lo cual existen varios procedimientos. Entre los más conocidos se encuentra la evaporación al vacío que consiste en generar una calefacción eléctrica que evapore el material anti reflectante depositado. Otro tratamiento es la elaboración de pequeñas pirámides en la superficie del material que permitan un rebote del rayo incidente logrando que gran parte penetre dentro del material semiconductor (Sánchez, 2010: 43-45).

Las celdas hechas con silicio poli cristalino tiene un proceso similar al del mono cristalino pero su pureza es menor al igual que su rendimiento que puede llegar hasta 12%- 14%. El proceso de elaboración se basa en una pasta de silicio que luego se la funde y se la vierte en un molde para dejarla asentar. Cuando se ha secado, se corta en obleas menos espesas que las mono cristalinas. Se pierde casi el 50% de silicio al momento de cortar las obleas porque se hace polvo y se las diferencia por su color azul en distintas tonalidades (Sánchez, 2010: 46-47).

El silicio amorfo es un grupo de tecnología de silicio no cristalino, menos eficiente por sus defectos en el enlace de sus átomos pero la lámina es más delgada. La eficiencia que tiene es menos de 10% necesitando mayor superficie para ser eficiente. En el proceso de fabricación, se añade al silicio hidrógeno para que pueda sellar los huecos de la red cristalina y se pueda crear el dopaje de materiales tipo p o tipo n. Para la elaboración de las células, se vierte el silicio en un substrato de bajo costo como el vidrio creando una capa de color marrón homogéneo. El proceso de fabricación es relativamente

simple pero tiene dos desventajas: la reducida conversión en comparación con las células mono y poli cristalinas y la degradación de los primeros meses de funcionamiento que disminuyen también su eficiencia y vida útil. Las células de silicio amorfo se utilizan para proyectos con bajo presupuesto y baja necesidad de energía como relojes, calculadoras o luces de emergencia (Sánchez, 2010: 49).

En el cuadro 4, se podrá comparar el rendimiento y garantías de los tipos de silicios de mayor uso en la industria fotovoltaica:

CUADRO 4
RENDIMIENTOS Y GARANTÍAS SEGÚN LOS TIPOS DE SILICIO

Células solares fotovoltaicas	Características	Rendimiento Laboratorio (%)	Rendimiento Directo (%)	Garantías (años Aprox.)
Monocristalino	Azul homogéneo	24%	15%-18%	25 años
Policristalino	Tonos de azul	19%-20%	12%-14%	20 años
Amorfo	Marrón homogéneo	16%	Hasta 10%	10 años

Fuente: Energía solar fotovoltaica
Elaborado por: Shirley Ruiz de la Torre

Entre otros componentes del sistema fotovoltaico están las baterías construidas especialmente para los sistemas fotovoltaicos, el inversor, el regulador de carga, el tablero de control y protección. Las baterías selladas son un elemento clave para la eficiencia de la generación de energía eléctrica tanto de día como para la noche que no necesitan mantenimiento sino solo inspección visual periódica. Entre las principales funciones de la batería se destaca el almacenaje de electricidad en periodos de radiación cuantiosa como en el día; la energía percibida es mucho mayor a la que en realidad se consume. También actúa como proveedora de energía relativamente constante y estable en su voltaje para el uso de electricidad en periodos con radiación pobre o nula, sobre todo en las noches (UE, 2011).

IMAGEN 6 BATERÍA PARA PANEL SOLAR



Fuente: Programa Eurosolar
Elaborado por: Eurosolar

Existen inversores para aplicaciones domésticas y para sistemas aislados para calidad y cantidad los cuales sirven exclusivamente para convertir la corriente directa en alterna para el uso de electrodomésticos u otros aparatos eléctricos. Las células fotovoltaicas proporcionan de 12 a 14 voltios en corriente directa y hay dispositivos que requieren 120 voltios de corriente alterna para su funcionamiento; en estos casos, el inversor debe convertir los 12 voltios en 120 voltios. En cambio, el regulador de la carga controla la corriente que se dirige a la batería y a los aparatos eléctricos. Si la batería ha llegado al nivel máximo de carga, el regulador detiene la corriente directa dirigida a la batería y si la batería se ha descargado, la energía transmitida se detiene para cargar la batería (UE, 2011: 28).

IMAGEN 7 INVERSORES Y REGULADORES PARA EL PANEL SOLAR



Fuente: Programa Eurosolar
Elaborado por: Eurosolar

2.1.3 Ventajas y desventajas

Uno de los beneficios de la energía solar fotovoltaica es que no emite radiación-electromagnética, olores, ni tampoco CO₂ u otros gases de efecto invernadero que contaminan y aceleran el calentamiento global. Además, se

caracteriza por ser una fuente limpia, simple y silenciosa, requiere poco mantenimiento, es una fuente energética inagotable, no tiene partes móviles, produce menor nivel de daño ambiental en incluso en sus desechos que son mínimos en contraste con otras fuentes de energía (Corporación Nacional de Electricidad, 2012).

Una de las ventajas más atractivas es que son de fácil instalación y tiene una larga duración mayor a 20 años con el respectivo mantenimiento el cual es casi nulo si los paneles fueron correctamente conectados e instalados (UE, 2011). No consume ni contamina el agua y tampoco influye en la reducción del caudal de los ríos en comparación con las centrales hidroeléctricas. Su disponibilidad, generación y distribución es ilimitada reduciendo los costos de construcción de infraestructura para el transporte de energía evitando de esta manera posibles impactos ambientales durante esta logística (Vasco, 2011: 38).

Los paneles pueden aguantar cualquier clima, ambiente y temperaturas extremas pero no golpes ni objetos pesados sobre ellos, porque pueden quebrar el vidrio o provocar alguna rajadura. Para el mantenimiento, los paneles deben ser limpiados cada tres meses con agua y si es necesario jabón pero no químicos porque pueden dañar o deteriorar las uniones de las células fotovoltaicas. Se debe hacer una inspección visual a los componentes del sistema fotovoltaico, verificación de las conexiones y el verificar que el voltaje de las baterías se encuentre dentro del rango aceptable. Las garantías del sistema solar se aplican si ha habido el mantenimiento correcto y siempre y cuando no haya habido daños por vandalismo o sobrecarga (UE, 2011: 57-58)

**CUADRO 5
GARANTÍA Y VIDA ÚTIL DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS Y SUS PARTES**

Componente	Período Mínimo de garantía por defecto de fabricación	Tiempo de vida esperado
Paneles fotovoltaicos	2 años	25 años
Estructura de soporte de los paneles	15 años	25 años
Baterías	3 años	6 años
Regulador de carga	2 años	6 años
Inversor	2 años	6 años

Fuente: Programa Eurosolar
Elaborado por: Shirley Ruiz de la Torre

Entre las desventajas de los paneles fotovoltaicos, se destaca su alto costo por no ser una fuente de energía madura. El desarrollo de la tecnología nunca ha sido rentable desde sus comienzos, lo mismo pasa con la energía fotovoltaica. La tecnología que forma parte de la vida cotidiana ha pasado por tres fases: la madurez conceptual, la técnica y la económica. A principios del siglo XX, Albert Einstein detectó y desarrollo una teoría sobre el efecto fotovoltaico, lo cual le hizo merecedor del premio Nobel. Después, en la mitad de siglo XX, los Laboratorios Bell en New Jersey- Estados Unidos, fabricaron el primer panel fotovoltaico e realizaron una presentación oficial en Washington en abril de 1954, dando paso a la diversificación en la fabricación de paneles. La etapa de madurez económica comienza con la implementación de políticas ambientales en países industrializados como se identifica en Japón, Alemania, España, Estados Unidos e Italia. Mediante el apoyo legislativo estatal, crece el mercado fotovoltaico involucrando a los paneles en la red eléctrica por medio de financiamiento gubernamental (Asociación de la Industria Fotovoltaica, 2012: 11-12)

Entre las limitaciones de la energía fotovoltaica sobresale la complejidad de almacenamiento de energía eléctrica y su alto costo como inversión inicial en comparación con otros tipos de energía. La nuclear o la fósil no incluyen todos los costos implícitos en la producción, transporte o gestión de residuos, desechos y emisiones de gases corrosivos. España es uno de los países con mayor producción, uso y expansión de energía fotovoltaica que ha logrado disminuir los costes desde año 2009 con €32 por Kilovatio hora hasta el 2012 con €23.3 por Kilovatio hora. Con la reducción anual del 10% en los precios, se espera que en el año 2015 se llegue a €17 por Kilovatio hora convirtiéndose en una fuente de energía alternativa competitiva (Asociación de la Industria Fotovoltaica, 2012: 14, 17, 18).

En el año 1955, producir paneles fotovoltaicos empleaba más energía que la que iba a producir cada célula durante su vida útil, pero se la catalogaba como una curiosidad científica con un gran potencial. En el siglo XXI, el desarrollo tecnológico ha hecho que la fabricación de paneles fotovoltaicos necesite menos energía y que la que utilizó en su producción sea recuperada entre 1 a 4 años según la irradiación de donde se la esté utilizando. Mientras más cerca de la línea equinoccial, se percibe mayor radiación solar y la recuperación energética es en menos tiempo. En términos generales, 45% de

la energía utilizada corresponde a la fabricación de obleas, el 20% para las células, el 20% para módulos con el marco, el 2% para el inversor y el 13% para otros componentes y la instalación (Asociación de la Industria Fotovoltaica, 2012: 20-21).

2.2. Energía eólica

2.2.1 Antecedentes históricos

La palabra eólica viene de *Eolo, Dios de la mitología griega que designaba el viento* (Madrid, Energías Renovables, 2009: 144). El aprovechamiento del viento como fuente de energía mecánica comienza 5.000 A.C. en Egipto y Mesopotamia aplicada a la navegación con los veleros. Después, se usa energía eólica para moler granos o elevar agua de pozos utilizando aerobombas (Blanco, 2004). Los molinos de viento con rotor vertical se desarrollaron por primera vez en China, las palas eran de tela y la infraestructura de madera; su aplicación era para el bombeo de agua. Los molinos persas se basaron en este primer modelo de molino (Fernández, 2011: 44).

IMAGEN 8
VELERO



Fuente: Rincón de la Ciencia
Recopilado por: Shirley Ruiz

El origen de los aerogeneradores es discutido por varios autores; se dice que la tecnología Occidental no se basa en la Oriental, se diferencian por el rotor horizontal que surge en Europa, mientras que el rotor vertical que nace en China usa un tipo de tecnología distinto al europeo. Los holandeses instalaron en el siglo XVIII alrededor de 20 000 molinos de viento que

generaban en promedio 20 kW cada uno. La aplicación de estos molinos era esencialmente para drenar el agua, extraer aceites de semillas y moler granos (Fernández, 2011: 44).

En 1724, Leopold Jacob fabrica un molino de ocho paletas que mueve una bomba. En 1883, Steward Perry, nominado como precursor de los aerogeneradores utilizados en el siglo XXI, llega a vender alrededor de seis millones de molinos con paletas de 3 metros de diámetro (Fernández, 2011: 44-45). A comienzos del XX, un grupo de astronautas rusos, franceses y alemanes desarrollan los criterios básicos para entender la naturaleza y el comportamiento de las fuerzas que actúan sobre las palas. La época de los molinos de viento está de la mano de los principios básicos de la aerodinámica, la elaboración de las hélices y las alas fueron las pautas para las palas de los molinos (Escudero, 2008: 80).

Los generadores elaborados hasta el siglo XXI todavía se basan en estos criterios. Con estas bases, se origina la aeronáutica con la creación de palas aerodinámicas y se descubre que la cantidad de palas no es fundamental para el rendimiento del aerogenerador sino la velocidad de rotación es la que lo determina (Fernández, 2011: 44-45).

Charles F. Bush, estadounidense de nacimiento, es el precursor de la energía eléctrica continua originada por el viento, su trabajo fue visto a finales del siglo XIX. En Europa, a comienzos del siglo XX, Paul La Cour, danés, utilizó turbinas eólicas para producir electrólisis, método aplicado posteriormente por Johannes Jull, holandés quien logra transformar la energía eólica en eléctrica alterna modificando los generadores y crea un aerogenerador que se auto direcciona según las variaciones del viento con el fin de ser más eficiente (Blanco, 2004).

Al comienzo de la Primera Guerra Mundial, el uso de los fósiles se expandió minimizando las fuentes de energía renovable así como la electrificación. La energía eólica se desarrolló únicamente en zonas rurales o no electrificadas. Al final de la Primera Guerra Mundial, la aplicación de energía eólica fue también disminuyendo por las desventajas técnicas que se presentan hasta el año 2013: la irregularidad en los vientos, la dificultad en el

almacenaje de energía y la competencia que tenía con el uso de fósiles (Fernández, 2011: 46).

Después de la Segunda Guerra Mundial, los países europeos como Alemania, España, Francia y Holanda tenían escasez de recursos energéticos lo que les llevó a incluir en sus políticas el fomento de fuentes energéticas alternativas al petróleo que era irregular en sus precios (Fernández, 2011: 47). Las crisis petroleras de 1973 y 1979 fueron de relevancia para el desarrollo de energías renovables, los precios del barril se triplicaron y la dependencia energética en petróleo se convirtió en un problema para los países no petroleros dando como resultado la creación de medidas energéticas para la reducción de consumo de petróleo y el fomento de energías alternativas (Blanco, 2004). A finales del año 1991, países europeos como Dinamarca, Holanda, Alemania y España y en América del Norte, Estados Unidos, en especial el Estado de California, tenían proyectos eólicos desde 100 MW hasta 410 MW (Fernández, 2011: 47).

2.2.2 Funcionamiento y usos

La energía eólica es parte de la solar por los movimientos atmosféricos producidos por los cambios de presión y temperatura que produce el sol, entre otras variables como la rotación de la Tierra y la fuerza gravitatoria con la luna y el sol (Fernández, 2009: 4). Los aerogeneradores transforman la energía cinética en mecánica, aprovechando la fuerza del viento para obtener electricidad. La velocidad mínima para poder arrancar un aerogenerador se la denomina como *velocidad de conexión*, la cual debe ser entre 3 m/s a 5 m/s (Fernández, 2011: 138-139).

Las tendencias del aire se producen por los movimientos de traslación y rotación del planeta. La traslación consiste en la vuelta que da la Tierra alrededor del sol, la cual dura 365 días, 5 horas y 48 minutos; y la rotación describe el movimiento del planeta en su propio eje, el cual dura 24 horas. La rotación y traslación hace que se produzcan cambios de temperatura, si el planeta se encuentra en el punto más cercano al sol, va a aumentar su temperatura momentáneamente; pero si se aleja, esta va a disminuir. Por esta razón, existen las zonas climáticas: tórridas, templadas y glaciales. Las zonas tórridas son las más calientes por ubicarse en los puntos más cercanos a la mitad del mundo, las templadas son áreas que tienen cambios climáticos más

bruscos como el cambio de estación y las zonas glaciales corresponden a los polos Norte y Sur siendo áreas frías con seis meses de luz y los restantes en oscuridad (Escudero, 2008: 43-45).

La atmósfera es un fluido que casi nunca se encuentra en reposo. La variación de temperatura hace que las masas de aire se muevan en distintas direcciones y sentidos produciendo este fenómeno llamado viento. La eólica usa aerogeneradores que se mueven según la dirección y el valor de magnitud del viento, las cuales son variables aleatorias y dependen de la transición de la presión atmosférica o del viento geostrófico o global, localizado a 1.000 metros de altura (Medina y Seccio, 2003).

El movimiento que se toma en cuenta para conocer el comportamiento común del viento es la fuerza Coriolis el cual describe el movimiento del viento causado por la rotación del globo; desde la posición del suelo, el aire que viaja hacia el polo norte se desvía hacia la derecha y el que va hacia el sur, curva hacia el lado izquierdo (Aguirre, 2009: 3-4). Los cálculos y estudios del viento se los realizan a través de mapas meteorológicos mediante isobaras, que son las líneas que unen puntos con igual presión, e isohipsas que representa la altura que tiene una determinada presión. Si las isobaras están muy juntas, el viento es fuerte pero si están separadas, este es débil (Fernández, 2011: 53-54).

Para el estudio de los vientos, se debe tomar en cuenta que el sol calienta más las zonas más cercanas a la línea 0° que otras zonas del globo y el aire caliente pesa menos que el frío; a partir de la línea ecuatorial, el aire se dirige hacia los polos norte y sur. A nivel del mar, se tiene la brisa marina que es más fuerte por el día, la tierra se calienta más rápido que el mar produciendo una depresión a nivel del suelo que atrae el aire frío del mar. En las noches, las temperaturas del suelo y del mar se igualan disminuyendo la intensidad de la brisa marina (Aguirre, 2009: 3-5).

Para los cálculos de energía aprovechable del viento, también se deben tomar en cuenta los *vientos de superficie* los cuales se determinan desde el suelo hasta una altitud de 100 metros. La superficie de la tierra tiene obstáculos que frenan a la fluidez del viento siendo la dirección y rumbo ligeramente diferentes a la de los vientos geostróficos. La generación de

electricidad depende de la densidad del aire, es decir si su masa por unidad de volumen es mayor o más pesada, la turbina recibirá más energía, lo cual se puede resumir que el aire es más a menores temperaturas, pero en las montañas la presión del aire es más baja y hay menor densidad que en zonas bajas (Aguirre, 2009: 6-7).

Los aerogeneradores tienen 4 componentes principales: la cimentación, la torre, la góndola o carcasa del aerogenerador y el rotor. La cimentación es el terreno, las dimensiones, el estudio técnico de suelos en donde se va a instalar el aerogenerador con lo necesario para soportar toda estructura. Existen diferentes tipos de conceptos estructuras según el lugar de instalaciones: plataforma continental y marítima (Fernández, 2011: 140-141).

La torre es el sustento del aerogenerador, tiende a ser en forma de tronco cónico, la base siempre va a ser más gruesa que la punta. Las torres suelen tener de 40 a 80 metros de altura, asemejándose al tamaño de un edificio de 30 pisos, con plataformas interiores llamados pisos de seguridad, incluso existen aerogeneradores que tienen ascensores internos. Mientras más lejos del suelo se encuentre la turbina, el viento aumenta su velocidad, es por eso que la tendencia es fabricar torres lo más altas física y técnicamente posible (Fernández, 2011: 141-142).

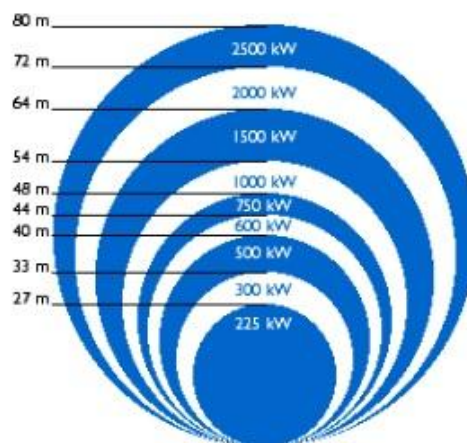
La góndola es el almacén del aerogenerador en donde se encuentran las piezas claves para su funcionamiento, como el rotor que se encuentra afuera de la góndola pero está conectado por medio del eje principal con el multiplicador. La función del rotor es girar según la velocidad y dirección del viento. El multiplicador es el regulador del rotor que sirve para aumentar las revoluciones o cambiar al eje izquierdo que disminuye la velocidad. El generador es el alternador unido por medio de un eje al multiplicador, su función es producir corriente eléctrica para que esta sea transportada por el interior del generador hasta llegar al transformador. El almacén también tiene el anemómetro que mide la velocidad del viento, esta información capta una computadora que emite una señal al aerogenerador para que este frene si la velocidad excede la capacidad de la instalación (Fernández, 2011: 142-147).

El rotor es la parte principal para el funcionamiento del generador eólico, pues es en donde se genera la energía eléctrica. El rotor se conforma

por el conjunto de las aspas, el buje que une las palas con el sistema de rotación, el eje y el sistema de regulación de potencia. Hay varios tipos de rotores: los horizontales y los verticales. El horizontal es el más común y giran en un plano vertical como las hélices de los aviones (Fernández, 2011: 142-147).

En la imagen 9 se puede observar la potencia del generador basada en el largo de las aspas. Mientras más larga el aspa, el aerogenerador tiene mayor posibilidad de producir más energía. También depende de la cantidad de aspas que se utilicen. Si el aspa tiene un radio de 27 metros, esta puede llegar a producir 225 KW, pero una de 80 metros puede llegar a los 2500 KW (Danish Wind Industry Association, 1998).

IMAGEN 9
POTENCIA DEL GENERADOR DE ACUERDO AL LARGO DE LAS
ASPAS



Fuente: WindPower
Elaborado por: WindPower

El aerogenerador puede tener eje vertical, lo cual significa que los aerogeneradores pueden tener de dos a seis palas que no son rectas sino curvas. Los de eje horizontal suelen tener desde una hasta tres paletas rectas, siendo los de dos y tres paletas los de mejor rendimiento. Para evitar interferencia entre los generadores, se debe considerar la distancia y posición. Esta obstrucción se la denomina como Efecto Estela que consiste en la reducción de velocidad del viento cuando éste choca contra otra corriente reduciendo su velocidad y rumbo (Poveda, 2001: 44).

IMAGEN 10

Generadores eólicos



Fuente: Ministerio Federal de Economía y Tecnología, Alemania
Elaborado por: Ministerio Federal de Economía y Tecnología, Alemania

Para determinar la cantidad de aerogeneradores se puede instalar en un parque o proyecto, se debe conocer la longitud disponible para la plataforma, el diámetro de los generadores eólicos y de las máquinas que se pretenden instalar. La elección del área de ejecución es el primer punto clave antes de la instalación al igual que las características de la red para la interconexión eléctrica (Poveda, 2001: 44-45).

Los parques eólicos deben cumplir requisitos básicos que deben ser evaluados por medio de *campanas de medición de viento* analizando por lo menos un año la dirección y velocidad del viento. De esta forma, se sabrá la ubicación óptima y exacta de los aerogeneradores y la potencia a la que pueden llegar. Para que un parque sea rentable, debe tener más de 2.000 horas de producción eólica, debe respetar las rutas de las aves migratorias entre los grupos de aerogeneradores, tiene que tener una distancia mayor a un kilómetro de los núcleos urbanos o de suelos potencialmente urbanos para evitar la contaminación acústica que producen los rotores y se deben evitar la interferencia con señales electromagnéticas del entorno como de televisión, radio, o teléfonos (Economía de la Energía, 2011).

2.2.3 Ventajas y desventajas

La energía eólica es una fuente renovable limpia y con un alto grado de rendimiento en comparación con otras como la energía solar fotovoltaica. Teóricamente, la eólica puede llegar a tener en las mejores condiciones un 59% de rendimiento (en laboratorio), pero en la práctica su eficiencia oscila entre

35% y 40% según su ubicación y otras variables como la altura de la torre, el número de palas y la cantidad de viento que se presente. La energía eólica representa una inversión con un retorno de capital sostenido, siempre y cuando se haya realizado correctamente la instalación y los mantenimientos necesarios (Madrid, 2009: 150, 154,155).

La generación eléctrica por medio del viento es una fuente inagotable por ser un tipo de energía solar. Otra ventaja es la facilidad de la ampliación de las instalaciones, si el espacio lo permite, sobre todo si se trata de zonas montañosas con poblaciones rurales y con demanda eléctrica. Si se trata de abastecer una granja o zonas aisladas, se pueden poner pequeñas instalaciones de energía eólica de forma particular tal como la energía solar fotovoltaica. Pero, uno de los problemas que se aplica para todos las fuentes energéticas es el almacenaje de electricidad (Madrid, 2009: 150, 154,155).

La inversión inicial de este tipos de energías alternativas suelen tener elevados costos en comparación con la tradicional, aun así los expertos en las energías renovables apuntan a la eólica como una opción óptima sobre todo si se utiliza el viento marino que es más fuerte y constante que el terrestre. La evolución observada desde el comienzo de los aerogeneradores recalca que ha tenido un desarrollo y mejora continua en cuanto a rendimiento y costos (Madrid, 2009: 150).

Una de las desventajas de usar energía eólica es que el viento no tiene un fluido o valor de magnitud específico ni una dirección constante, lo cual crea una barrera de inseguridad al enfrentarse a una inversión de este tipo. Para contrarrestar los inconvenientes que pueden causar el aumento o descenso de tensión, como apagones generalizados, lo óptimo es suplir inmediatamente la energía eólica con otra fuente energética alternativa como la fotovoltaica. El inconveniente al momento de mezclar las fuentes de energía, es que al aumentar o disminuir la producción las máquinas tienen un mayor desgaste (Fernández, 2011: 51).

La construcción de los molinos de viento requiere la presencia de acero y desde el punto de vista estético, esto crea un impacto visual para el ser humano, siendo esta la objeción más frecuente. La obstrucción visual no es factor medible por ser subjetivo y difícil de estimar o cuantificar su impacto

social. Además de un impacto visual, hay uno sonoro que puede producirse por el mismo ruido del aerogenerador, el cual interfiere por la distancia entre los molinos y los residentes, por la posición de las turbinas o por el sonido de fondo. A partir del ruido irreflexivo se emiten ondas que no afecta al oído del ser humano pero se reciben como vibraciones en los edificios. También, existe el ruido de banda ancha causado por la inestabilidad en el flujo de viento que choca contra las palas caracterizando su ritmo (Fernández, 2011: 117, 118, 120,121).

CAPITULO III PROYECTO PARAGUAS ERGAL- RE POTENCIACIÓN DE LAS ISLAS GALÁPAGOS

3.1. Sustento legal enfocado en las islas Galápagos como Régimen Especial

3.1.1 Ley de Régimen Especial para la Conservación y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Galápagos y las reformas después de la Constitución aprobada en el año 2008

La Ley de Régimen Especial para la Conservación y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Galápagos, emitida el 11 de marzo de 1998, es una de las leyes claves para las acciones que se tomen a favor de Galápagos. La ley indica que Galápagos se regirá por un Régimen Especial para su protección y conservación de áreas naturales terrestres y marítimas. La ley exige que toda acción, planificación u obras públicas o privadas ejecutadas dentro de las islas deben basarse en el principio precautelatorio; siempre fomentando el desarrollo sustentable de las islas y evitando la contaminación de las islas, ya sea por la introducción de especies exóticas, por enfermedades o plagas que atenten contra la seguridad biológica de la isla y sus habitantes o por otros tipos de contaminación como los derrames petroleros. Los residentes permanentes de la isla tienen el derecho de participar en actividades de desarrollo sustentable: administración, producción, empleo, educación, capacitación y gestión empresarial (Congreso Nacional, 1998: 1-3).

Mediante dicha ley, se constituye el Instituto Nacional de Galápagos "INGALA", una de las entidades de derecho público que intervienen en el proyecto en estudio "ERGAL", ubicado en la Isla San Cristóbal, con presupuesto propio, autonomía administrativa y financiera, cuyas funciones radican en la planificación y coordinación a nivel regional como órgano técnico asesor de las instituciones de las islas que lo requieran. El INGALA trabaja con el Ministerio del Ambiente y el de Turismo; además, asesora a los organismos del Estado en los estudios de impacto ambiental para obras dentro de la provincia y promueve los convenios interinstitucionales, nacionales o internacionales que aporten con el fortalecimiento de la administración y manejo de la provincia (Congreso Nacional, 1998: 3-4)

La Ley de Régimen Especial para Galápagos limita el libre ingreso a las islas por medio de tributos al ingreso de turistas. Según la ley aprobada en

1998, lo recaudado se divide para entidades como el Parque Nacional Galápagos (40%), Municipalidades de Galápagos (20%), Consejo Provincial de Galápagos (10%), INGALA (10%) y otras (20%). El Parque Nacional Galápagos utiliza estos recursos para el financiamiento de proyectos para las islas, la prestación de servicios ambientales y turísticos. En cuanto a la actividad turística, se limitará a los lugares poblados, el Parque Nacional y la Reserva Marina (Congreso Nacional, 1998: 8-10, 15). Con las reformas del año 2009, los tributos recaudados se distribuyen de la siguiente manera: el 65% se destina para el Consejo de Gobierno de Galápagos, el 30% los Gobiernos Municipales y el 5% restante las Juntas Parroquiales (Asamblea Nacional, 2009: 29)

Entre otras reformas constitucionales, se reemplaza al INGALA y al Consejo Provincial de Galápagos por el Consejo de Gobierno del régimen especial de Galápagos quien es responsable de *la "planificación, desarrollo, manejo de recursos y administración de las actividades dentro de la provincia"*. El Consejo de Gobierno se encarga de la administración del Fondo de Preservación de Galápagos; además de aprobar las políticas generales de gestión, planificación, vigilancia y desarrollo sustentable Parque Nacional de Galápagos y de la Reserva Marina por medio de la Sub secretaria de Manejo de Áreas Naturales Protegidas. El Consejo de Gobierno también aprueba las políticas generales para desarrollar un Plan de Manejo de Energías Renovables (Asamblea Nacional, 2009: 4-5, 19)

En la ley vigente para el periodo de esta investigación, se incluye un capítulo para las inversiones en la Provincia de Galápagos que podrán efectuarse en sectores económicos y medioambientales excepto en zonas estratégicas del Estado y deben obtener previa autorización del Consejo de Gobierno Especial para Galápagos. Dichas inversiones pueden ser bienes o recursos tangibles, intangibles o recursos financieros legales. Las inversiones locales no podrán contener un porcentaje menor al 5% destinado a proyectos sociales de las comunidades del archipiélago, incluso si la inversión se enfoca en la conservación y protección del ecosistema. Los inversionistas están sujetos a control en el cumplimiento de las leyes del país relativas a temas laborales y de seguridad social. En caso de daños al medio ambiente, los inversionistas serán responsables de la restitución de lo afectado lo cual será vigilado por el Consejo de Gobierno (Asamblea Nacional, 2009: 45-46, 48).

3.1.2 Ley de Régimen del Sector Eléctrico

La Ley de Régimen del Sector Eléctrico promulgada en el año 1996 indica que el deber del Estado suministrar energía eléctrica directa o indirectamente y con continuidad. La ley regula a la explotación de energía eléctrica proveniente de cualquier tipo de fuente energética. La organización del sector eléctrico comprende al CONELEC, al CENACE como entes reguladores del sector eléctrico, incluyen a empresas generadoras, transmisoras, distribuidoras y comercializadoras. El Estado es representado por el CONELEC quien puede otorgar concesiones y permisos para la generación de energía eléctrica y se encarga de la regulación del sector energético, las tarifas y la elaboración de planes de desarrollo de su sector. El CENACE se encarga de las regulaciones del Mercado Eléctrico Mayorista "MEM", registros de las exportaciones e importaciones de energía. Las exportaciones de energía eléctrica se las efectuaran siempre y cuando haya excedentes luego de satisfacer la demanda nacional (CONELEC, 1996: 1,3,4).

La política energética y el Plan Maestro de Energía del País deben ser diseñados por el MEER en conjunto con el CONELEC. Para la ejecución de obras o proyectos, estos deben estar respaldados por un estudio y evaluación del impacto ambiental con el fin de determinar los efectos ambientales, las etapas de construcción, operación, planes de mitigación o recuperación de las aéreas que puedan ser afectadas con sus análisis correspondientes. Toda fase, desde la producción, generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica deben acoplarse a las disposiciones legales de la protección del medio ambiente y a los objetivos de la política nacional relacionada con la electricidad, entre ellos se encuentra: *"Fomentar el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, las universidades y las instituciones privadas"* (CONELEC, 1996: 1-3).

Como fomento y preferencia para los implementos de energías no convencionales, se asigna al FERUM como fondo para desarrollo de proyectos no convencionales. Como otro beneficio, el artículo exonera el pago de aranceles, impuestos y gravámenes de importación e impuesto a la renta por un periodo de años para renovables no convencionales (EOLICSA, 2009: 32).

El Capítulo IX de la Ley eléctrica señala dos artículos relacionados con los recursos energéticos no convencionales: en el primero se fomenta el uso y

desarrollo de los recursos energéticos no convencionales y el segundo indica que el CONELEC es el órgano encargado de la emisión de normas para el despacho de la electricidad proveniente de este tipo de energías (CONELEC, 1996: 18).

Galápagos es un sector prioritario al igual que la Amazonía; del 5% de las utilidades que recaude el Estado, se invertirá en el mejoramiento de infraestructura, expansión de servicios y la capacidad técnica operativa. El Fondo de Solidaridad es el que financiará las obras en los sectores indicados. La Empresa eléctrica Provincial de Galápagos es la encargada de la generación, transmisión y distribución a las islas habitadas (CONELEC, 1996,: 16, 17, 29).

3.2 Energía Renovable en Galápagos

3.2.1 Descripción general del proyecto

El proyecto de Energías Renovables en Galápagos “ERGAL” es un proyecto con duración de 3 años en cada uno de sus sub proyectos, creado para la re-electrificación de las 4 islas de Galápagos pobladas: Floreana, Isabela (2256 hab.), Santa Cruz (15393 hab.) y San Cristóbal (7475 hab.)⁹ con el propósito de apoyar al desarrollo de Ecuador mediante la introducción de energías alternativas como la eólica y fotovoltaica. El proyecto se enfoca en la reducción de CO₂ emitido por la generación eléctrica, lo que atenta contra la preservación de la biodiversidad de la flora y fauna obteniendo impactos a nivel local y global (PNUD, 2006: 2, 3, 9).

Como resultados principal, se espera disminuir el volumen de diesel transportado a las islas para evitar derrames al momento de transportar combustible desde Ecuador continental a las islas. El 29% del combustible trasladado a estas islas se utiliza para la generación de electricidad, lo que también produce emisiones de aproximadamente 19.200 toneladas de CO₂ por año. Después de la re electrificación, se prevé que habrá una reducción de 10.500 toneladas de CO₂ por año, siendo 210.000 toneladas por los 20 años de vida útil del proyecto en estudio (PNUD, 2006: 9, 14).

⁹De acuerdo al Censo del año 2001, la isla Floreana tenía 140 habitantes, pero en el censo del año 2010 no se registran datos para esta isla. Los datos de las islas Isabela, Santa Cruz y San Cristóbal fueron tomados del censo del año 2010.

El proyecto ERGAL busca fortalecer la capacidad institucional, técnica y operativa de la Empresa eléctrica Provincial de Galápagos por medio de su participación en cada proyecto de ERGAL como eje institucional. El proyecto ERGAL es la base de las experiencias de Ecuador en la instalación y uso de energías renovables para poder facilitar la réplica en el continente (Lahmeyer International GMBH , 2010: 7).

El proyecto aportará con el estudio de barreras técnicas y financieras que se puedan presentar en el resto del país, pues se apunta a la réplica del uso de energía renovable en Ecuador continental después de obtener experiencia en el uso de generación eléctrica por medio de métodos alternativos. La línea base del proyecto se enfoca en sobrepasar las barreras técnicas, legales y económicas para promover la adopción de energías renovables y crear un marco legal apropiado para el fomento de uso de energías alternativas y menos corrosivas para el medio ambiente (PNUD, 2006: 3,9, 14).

Los objetivos del proyecto ERGAL son los siguientes:

- a) *Asistir al Gobierno en la definición del marco institucional, regulatorio y político necesario para atraer inversiones privadas en proyectos de generación con energías renovables;*
- b) *Facilitar las gestiones con potenciales donantes y/o inversionistas para asegurar el financiamiento de las actividades recomendadas en el estudio de factibilidad;*
- c) *Apoyar la ejecución de los estudios necesarios para la factibilidad y diseño de los sistemas híbridos en las cuatro islas; y*
- d) *Fortalecer a nivel local y nacional la capacidad de las instituciones para el diseño, gestión y operación de sistemas no convencionales de generación eléctrica (ERGAL, 2009).*

El proyecto tiene actividades divididas en 4 componentes: el primero corresponden a los estudios de factibilidad para los sistemas híbridos de generación eléctrica y fortalecimiento de la Empresa Eléctrica Provincial de Galápagos. El segundo componente es la Fase I del proyecto: la implementación de los sistemas fotovoltaicos y eólico en las islas Floreana y San Cristóbal. El tercer componente es la fase II enfocado en las islas Isabela y Santa Cruz con los mismos sistemas alternativos de generación que se nombraron en la Fase I. El cuarto componente es la difusión de las experiencias para el desarrollo de los procedimientos e implementaciones que se hicieron en las islas para replicar en el continente ecuatoriano (ERGAL, 2009).

Los componentes 1 y 4 son proyectos propios del país, pero los componentes 2 y 3 son ejecutados con cooperación internacional interviniendo otros actores en el financiamiento y en la asistencia técnica requerida. Adicionalmente, se incluye el biocombustible en los componentes 2 y 3, lo que no estaba planeado desde un principio. Existía la opción de integrar otros tipos de energía renovable como la biomasa, pero no se lo había tomado en cuenta en el inicio (ERGAL, 2009).

En la imagen 11 se puede visualizar la organización del proyecto vigente hasta el periodo de esta investigación, con sus agentes de ejecución correspondiente al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable con la Subsecretaría de Energía Renovable y Eficiencia, la agencia de implementación que es el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, el cual está supervisado por la Organización de las Naciones Unidas. La empresa eléctrica de Galápagos ELECGALAPAGOS S.A. es la encargada de la operación y mantenimiento del proyecto. En el organigrama también se indican los donantes e inversionistas nacionales e internacionales como el Banco de Alemania para el Desarrollo, la Agencia Española de Cooperación Internacional, el grupo e7 que son una red de expertos para el ambiente global, el Fondo de electrificación Rural y Urbana Marginales “FERUM”, Fondo Mundial para el Medio Ambiente o GEF por sus siglas en inglés (Global Environment Facility). Entre otras instituciones involucradas están el Ministerio del Ambiente, el Parque Nacional Galápagos, el CONELEC, el antiguo INGALA que por decreto presidencial se lo reemplazó. A partir de la Constitución aprobada en el año 2008, algunas instituciones gubernamentales ya no existen, pero fueron reemplazadas por otras; como es el caso del INGALA al que lo suplantaron por el Consejo d Gobierno o el caso del Ministerio de Energía y Minas “MEM”, el cual es sustituido ahora por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable “MEER” (ERGAL, 2009).

IMAGEN 11
ORGANIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO ERGAL



Fuente: ERGAL
Elaborado por: ERGAL

Al inicio, el proyecto no estaba orientado a eliminar el uso de fósiles para la generación de electricidad, a partir del año 2007, el gobierno impulsa al proyecto con Cero Combustible en las islas, por lo que se añaden otros tipos de fuentes eléctricas como la biomasa (PNUD, 2006: 5-7). ERGAL es un proyecto paraguas que comenzó con estudios de factibilidad sobre los lugares más propicios para la instalación de aerogeneradores e incluso sobre las tarifas que se aplicarían para la energía eólica y fotovoltaica; por sí solos, los servicios básicos son más caros que en el continente¹⁰. La esencia del proyecto es reducir riesgos en las islas y proveer los servicios básicos a su población de una manera eficiente durante todo el año. Para lograr un cambio profundo, se incluyen sub proyectos como la Fase I y la Fase II que amplificaron su alcance conforme Ecuador obtuvo mayor acogida y experiencia en el campo. Por ello, es un proyecto complejo que se ha ampliado después de

¹⁰ Las tarifas de electricidad no son reales, pues son subsidiadas cruzados.

ver resultados favorables para Ecuador y mayor apoyo e interés por parte de la comunidad mundial (ERGAL, 2009).

En el cuadro 6, se detalla el financiamiento para ambas fases y actividades del proyecto que se reportaron hasta el año 2009.

CUADRO 6
COFINANCIAMIENTO DE LA RE ELECTRIFICACIÓN DE LAS ISLAS GALÁPAGOS: PRO YECTO ERGAL

Actividad de proyecto / Componente	GEF	Gobierno	(Fuente)	Otros	(Fuente)	Total
Actividades 1 & 2. Asistencia técnica al MEM/EEPG						
PDF-B	300.000					300.000
PDF-C	515.832	250.605	En especie			766.437
Total	815.832	250.605	En especie			1.066.437
Actividad 3. Construcción de plantas de generación (Fase 1)						
(i) Floreana	44.168	200.000	GNPS	320.723	Asociación SEBA	564.891
		55.000	FERUM	31.137	JPF	86.137
		75.000	MEM	18.000	WWF	93.000
				5.000	Araucaria	5.000
Total Floreana						749.028
(ii) San Cristóbal		3.193.901	FERUM	5.978.087	e7	9.171.988
				350.000	UNF	350.000
				368.682	Impuesto a la renta	368.682
Total San Cristóbal						9.890.670
Total	44.168	3.523.901		7.071.629		10.639.698
Actividad 4. Construcción de plantas de generación (Fase 2) en:						
(i) Isabela				10.050.000	KfW	10.050.000
Total Isabela						10.050.000
(iii) Santa Cruz (eólica)	2.955.498	8.544.000	MEM -MEER	605.000	UNF	12.104.48
Total Santa Cruz						12.104.498
Total	2.955.498	8.544.000		10.655.000		22.154.498
Actividad 5. Monitoreo, evaluación y difusión						
	240.000					240.000
Total	240.000					240.000
GRAN TOTAL		12.318.506		17.726.629		34,100,633

Fuente: PNUD

Elaborado por Shirley Ruiz de la Torre

3.2.2 Antecedentes

El proyecto ERGAL tuvo sus inicios en el año 1989, cuando Ecuador y el PNUD firman el primer acuerdo el cual lo ratifican en el año 2005, en donde establecieron compromisos por parte del Gobierno Ecuatoriano con el PNUD frente a la comunidad mundial. En el año 1995, el MEM comenzó un proyecto con la colaboración de la comunidad investigativa de las islas y con el apoyo de la ONU. El proyecto estaba enfocado en identificar sitios potenciales para la introducción de energías renovables. En el año 1996, el proyecto concluyó y se aconsejó que se debieran hacer estudios profundos sobre las barreras al uso de energías alternativas en Galápagos en el continente. La resolución fue que minimizando las barreras era posible reducir las emisiones de CO₂ únicamente en Galápagos (PNUD, 2006: 10-11).

Las principales barreras que se identificaron fueron la falta de experiencia con tecnología de energías renovables para generación eléctrica lo que arraiga otras trabas como la falta de conocimiento sobre la operación y el mantenimiento de los sistemas eléctricos basados en ER, nula experiencia con contratos de compra-venta de energía, un alto costo inicial para la entrada de energías renovables en el sistema eléctrico y un elevado riesgo para inversión privada (PNUD, 2006: 11).

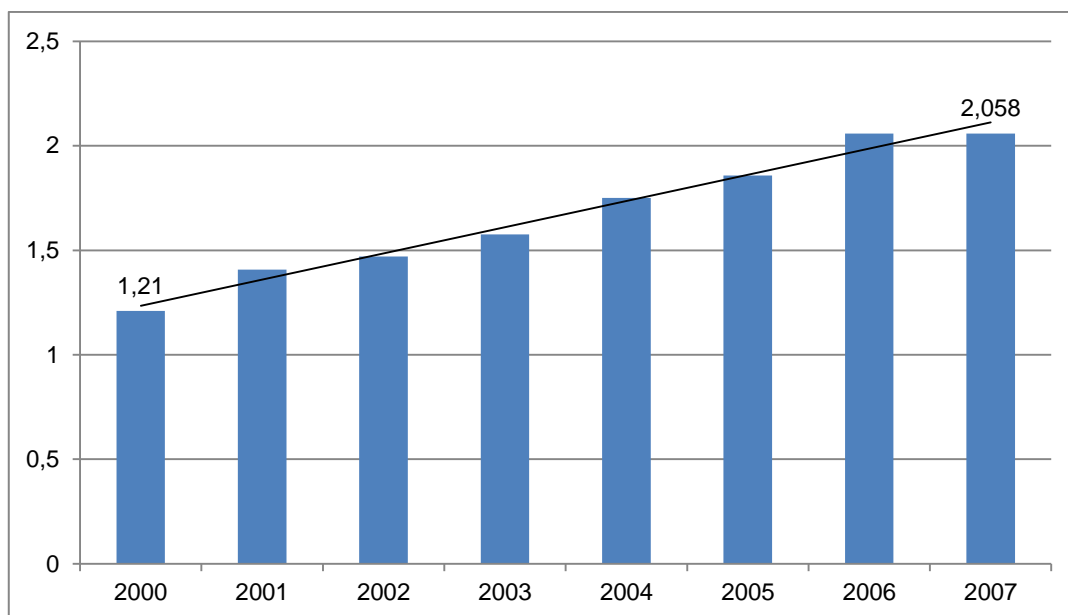
En el año 1997, el MEM y el PNUD comienzan la asistencia preparatoria, las consultas y los estudios de factibilidad para eliminar las barreras y permitir la re electrificación de Galápagos a corto plazo y en Ecuador continental a largo plazo. En el año 1998, Ecuador emite la Ley de Régimen Especial para la Conservación y Desarrollo Sostenible de la Provincia de Galápagos, ley que crea al INGALA para comenzar la construcción de un sistema institucional que refuercen la organización legal de Galápagos y los compromisos de Ecuador con el archipiélago. Ecuador había tenido cambios positivos en su política energética, pero en el año 2000, la dolarización duplicó la pobreza en 3 años: en el año 1997 los indicadores marcaban que el 17% de la población vivían en extrema pobreza y en el año 1999, este porcentaje aumentó al 34%. Durante esta etapa, hubo varias modificaciones estructurales que incluían a la dolarización en la economía y también mayor apoyo al sector privado (PNUD, 2006: 11,12, 26).

El 20 de enero de 2001, hubo un accidente cerca de la costa de San Cristóbal que derramó alrededor de 75.000 galones de fuel oil y 70.000 galones de diesel en el océano. Aparentemente, se había controlado la situación, pero al siguiente año se evidenciaron los efectos de este accidente produciendo una disminución del flujo de turistas además de un severo daño al ecosistema, sobre todo de la Isla Santa Fe por ser la más cercana de San Cristóbal. Como hecho relevante para el refuerzo e hincapié en este proyecto, el derrame de petróleo provocado por el barco tanquero Jessica, intensificó la preocupación y la urgencia de un cambio en el sector energético en las islas. Para el 20 de febrero de 2002, el MEM, el MAE y el PNUD suscribieron un acuerdo en el que el Gobierno se compromete a re electrificar a Galápagos para evitar más derrames de petróleo para la planta termoeléctrica y disminuir riesgos ambientales como la emisión de gases de efecto invernadero (PNUD, 2006: 10). Respecto al turismo, el derrame de combustible fue una variable para la disminución de turismo en la zona, pero también fue el 11 de septiembre de 2001 con la caída de las Torres Gemelas en Estados Unidos. La composición de los turistas en el año 2000 era la siguiente: 45% a América del Norte y el 55% de otros lugares del mundo (Lahmeyer International GMBH, 2010: 34).

El acceso a los servicios básicos era limitado antes del año 1998 en la isla de Santa Cruz y en la isla Isabela antes del año 2000. La población aumentaba y el servicio eléctrico se limitaba de 12 a 18 horas al día según la isla. La población en las islas aumentó el 1.35% del año 2001 al año 2010¹¹ incrementando de la misma manera el consumo de Diesel en el sector eléctrico de Galápagos. En el gráfico 9, se observa la tendencia positiva que se mantiene desde el año 2001 al año 2007. En cuanto a cobertura eléctrica en el sector rural de la provincia de Galápagos, en el año 2001 el indicador representaba el 89.6% mientras que en el año 2008, se alcanzó el 98.5% de la población isleña. En cambio, en el sector rural de Galápagos, en el año 2001, el 97.6 de la población estaba cubierto del suministro eléctrico. En el año 2008, se llegó a cubrir al 99.3% de la población. Son 47 viviendas en la Provincia de Galápagos las que requieren electrificación: 15 del sector rural y 47 del sector Urbano-Marginal (CONELEC, 2009: 10, 11, 21)

¹¹En el Censo del año 2001, la provincia de Galápagos tenía 18.640 habitantes. En el Censo del año 2010, esta cifra aumentó a 25.124 de habitantes.

GRÁFICO 9
CONSUMO DE DIESEL SECTOR ELÉCTRICO EN GALÁPAGOS (10³ gal/
año)



Fuente: CONELEC
Elaborado por: Shirley Ruiz de la Torre

El consumo de energía eléctrica es una variable sensible y acelerado en comparación con el aumento demográfico en las islas; la demanda incrementó el 60.8% a nivel regional del año 2001 al año 2006. El consumo varía de acuerdo al lugar: la isla Isabela registró el mayor aumento correspondiente al 80% y representando el 6.9% en el año 2001 y 7.8% en el año 2006, la isla Santa Cruz tuvo un incremento del 74.1%, San Cristóbal registró un menor consumo cuya variación es de 33.3% y la isla Floreana posee un consumo marginal. Uno de los inconvenientes en la provisión de energía eléctrica es la pérdida energética, la que ha disminuido: en el año 2001 se registró 13.7% y en el año 2006 se reportó 9.4% (Carrión, 2007: 67-68).

3.2.3 Actores

El proyecto ERGAL tiene un programa complejo a desarrollarse en donde intervienen varios actores nacionales e internacionales de acuerdo a la fase de ejecución y según las funciones predeterminadas por la Constitución.

Entre las entidades nacionales, se destacan las siguientes:

- CENACE, Centro Nacional de Control de Energía
- CONAM, Consejo Nacional de Modernización (ya no existe)
- CONELEC, Consejo Nacional de Electricidad

- DERE, Dirección de Energías Renovables y Eficiencia Energética
- EEPG, Empresa Eléctrica Provincial Galápagos S.A.
- Estación Científica Charles Darwin
- FERUM, Fondo de Electrificación rural y Urbano Marginal
- INECEL, Instituto Ecuatoriano de electrificación (ya no existe)
- INGALA, Instituto Nacional de Galápagos (ya no existe)
- MAE, Ministerio del Ambiente
- MEER, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
- MEM, Ministerio de Energía y Minas
- PNG, Parque Nacional Galápagos

En la planeación del proyecto, el Ministerio de Energía y Minas “MEM” era el encargado y responsable de formular las políticas y objetivos del proyecto, además de supervisar y poner en marcha al proyecto. Después del año 2008, estas responsabilidades se las transmitieron al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable “MEER”. Con el fin de consolidar la política energética y de desarrollo de Ecuador, el gobierno fortalece su política por medio de un convenio entre cinco ministerios: Relaciones Exteriores, Economía y Finanzas, Ambiente, Vivienda y Energía y Minas; en el cual se comprometen a no instalar en las islas nueva capacidad de generación eléctrica basada en energía fósil. El Ministerio del Ambiente es el punto focal técnico y lazo directo con el GEF para las políticas, reglamentos, auditoría y educación ambiental. El CONAM fue reemplazado por el Plan de Desarrollo Social y Productivo, pero su función fue el diseño global y vigilancia de las reformas y modernización del sector eléctrico (PNUD, 2006: 10, 12, 13).

El CENACE y el CONELEC intervienen como entidades regulatorias para todo el país: el primero supervisa y controla la operación del sistema eléctrico, el cumplimiento de normas técnicas y administra el mercado mayorista a nivel nacional y el segundo se encarga de la regularización de tarifas, administración de subsidios y la electrificación en áreas rurales, lo cual lo hace por medio del Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal “FERUM” (PNUD, 2006: 13). En el Reglamento vigente para esta investigación para la administración del FERUM, encomienda al Fondo de Solidario como administrador del FERUM (CONELEC, 2009: 7).

En la provincia de Galápagos, las instituciones que intervienen en el Proyecto son el INGALA que funcionaba como regulador de la inversión pública en las islas, además funcionaba como organismo para el progreso sustentable del archipiélago, amplio poder de decisión para programas de desarrollo en las islas y control de migración. La EEPG es propiedad del Fondo de Solidaridad y se encarga del mantenimiento y operación del sistema eléctrico para Galápagos. Los municipios de las islas trabajaban acorde al INGALA con el fin de mejorar la distribución de los servicios básicos y realizar obras públicas para la sociedad isleña. Por otro lado, la Estación Científica Charles Darwin es un centro de investigación que apoyó con capacitación para los académicos y aporta constantemente con información sobre el medio ambiente (PNUD, 2006: 13-14).

El Parque Nacional Galápagos fue establecido mediante Decreto Ley de Emergencia en julio de 1959, mismo año en el que se lo declara como Patrimonio Natural de la Humanidad y se lo incluye en la lista de Reserva de Biósfera, adquiriendo el deber y compromiso frente al mundo de conservar el Archipiélago de Galápagos (Congreso Nacional, 1998: 1). El PNG cubre alrededor del 97% del territorio de Galápagos y la Reserva Marino 140.000 km² a la redonda, siendo el mayor consumidor de energía eléctrica de las islas, se decidió re electrificar sus instalaciones con energía solar fotovoltaica lo que fue financiado por el KfW (PNUD, 2006: 13).

Entre las entidades internacionales, se señalan las siguientes por ser inversionistas y donantes para el proyecto en estudio:

- AECI, Agencia Española de Cooperación Internacional
- AEP, American Electric Power
- Araucaria
- BMZ, Ministerio de Cooperación para el Desarrollo de Alemania
- E7, Red de Expertos para el Ambiente Global
- GEF, Fondo Mundial para el Medio Ambiente (Global Environment Facility)
- KfW, Banco para la Reconstrucción y el Desarrollo de Alemania
- ONU, Organización de las Naciones Unidas

- PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- SEBA, Asociación de Servicios Energéticos Básicos Autónomos, ONG española
- WWF, ONG española

Ecuador solicita apoyo internacional a la ONU para la ejecución del proyecto ERGAL con el fin de preservar las islas y evitar deterioros a la biodiversidad del Archipiélago de Galápagos reduciendo la cantidad de petróleo para generación eléctrica que se traslada a las islas. La ONU acepta el proyecto y lo ejecuta por medio del PNUD y el GEF con el primer aporte económico de \$ 560.000.00. La AECl, el PNG, la Junta Parroquial de la isla Floreana, el GEF, SEBA, Araucaria y WWF sacaron adelante el Proyecto Floreana. El gobierno alemán se encargó por completo del proyecto en la Isla Isabela en conjunto con el BMZ y el KfW. El proyecto eólico San Cristóbal fue financiado por el grupo e7, la ONU, el gobierno ecuatoriano siendo el AEP la cabeza de este proyecto (PNUD, 2006: 9, 14, 16).

Los integrantes del grupo e7 son empresas de 7 países: American Electric Power (AEP-Estados Unidos); Electricité de France (EDF-Francia); ENEL (Italia); Hydro Quebec (Canadá); Kansai Electric Power Co. (Japón); Ontario Power Generation (Canadá); RWE (Alemania); Scottish Power (Reino Unido); y Tokyo Electric Power Co. (TEPCO- Japón). El grupo e7 correspondía al G7 de la ONU y después se incluye a Rusia con la empresa RAO y el grupo cambio a e8. (Curbelo, 2011:36)

Breve explicación sobre las ONG españolas que apoyaron a los proyectos que integran ERGAL:

La asociación SEBA, es una ONG española que aportó en el año 1999 con un estudio de viabilidad: "*Estrategia para la electrificación rural energías renovables en áreas aisladas de Ecuador*" y en el año 2002, con la Fase I para la electrificación de la isla Floreana: "*Proyecto Integral de Infraestructuras para la Sostenibilidad de la Isla de Floreana*" (SEBA, 2010). La WWF es una fundación sin fines de lucro que se dedica a proyectos relacionados con el ecosistema, cambio climático y programas afines que reduzcan la degradación ambiental.

Ecuador y la WWF firman un acuerdo¹² en donde se comprometen a trabajar por resolver problemas del sector eléctrico de Galápagos, sobretodo el almacenamiento de energía, el cual se requiere asistencia técnica dirigido por Toyota (WWF, 2003).

Aracauria XXI es un programa representante del gobierno español que en el año 1994 aportó financieramente y con la experiencia española en generación eléctrica por medio de aerogeneradores para la isla Floreana. En mayo de 2005, la AECl comenzó el proyecto con una duración de 4 años enfocado en el PNG con el fin de fortalecer la institución en su capacidad técnica y su eficiencia, además se buscaba integrar las políticas públicas con las de otros sectores (agropecuarios, pesquero y turísticos) y gobiernos sectoriales (AECl, 2009).

3.3 Estudios de factibilidad

3.3.1 Fase 1: Islas San Cristóbal y Floreana

En la Fase I, las islas en donde se van a instalar energía renovables son San Cristóbal y Floreana. Para la construcción de plantas de generación en esta etapa, la mayor parte del financiamiento fue por parte de la comunidad española. En la isla Floreana, se instaló un sistema fotovoltaico de 25 kwp con cooperación española, instituciones de Galápagos y el gobierno ecuatoriano. En la isla San Cristóbal, se construyó un parque eólico que genera aproximadamente 2.400 kw siendo financiado por la Fundación de Naciones Unidas FNU, el grupo e7/e8 y el gobierno nacional (DED, 2008: 34, 120).

Al ser un proyecto paraguas, ERGAL tiene varios proyectos dentro de él. En la isla Floreana, se diseña la re potenciación de energía eléctrica basada en una central fotovoltaica con una potencia instalada de 20.6 kWp que complementariamente trabaja con una central de diesel. En el año 2004, se comenzó la construcción del sistema fotovoltaico sobre un Edificio Multipropósito de la Junta Parroquial de Floreana con capacidad de 18 kWp. También se instalaron 2 minicentrales fotovoltaicos y sistemas independientes con una potencia aproximada de 4,3 kWp con el fin de satisfacer las necesidades eléctricas de propietarios de fincas localizadas en la parte alta de la isla en mención. En el año 2006, se amplió el sistema fotovoltaico con 2,6

¹²El acuerdo se lo firma durante la presidencia de Lucio Gutiérrez, ex presidente de República Ecuatoriana.

kWp llegando a 24,9 kWp. El sistema opera desde el año 2005 y se lo puso en marcha en el año 2007, registrando una disminución del 35% del uso de diesel del año 2004 al año 2007. Hasta los registros del año 2013, el sistema está en operación y su inversión fue \$0.75 millones de dólares (ERGAL, 2010).

El programa Cero Combustibles en Galápagos lanzado en el año 2007, se trata de eliminar el uso de diesel para las centrales térmicas. Por lo tanto, se estudió con el gobierno alemán “Servicio alemán de cooperación social-técnica o DED por sus siglas en alemán” la inclusión de biodiesel basado en el aceite de piñón y en oleína de palma. Hasta el año 2008, la demanda de energía eléctrica era de 58.014 kWp y se proyectó que para el año 2017 su aumento llegará a 186.658 kWp. Hay dos generadores térmicos a diesel en la Isla Floreana; cada uno con un rendimiento de 6.47 y 5.73 kW/galón. Son antiguos y poco eficientes, por tal razón no se podrán acoplar al uso de biocombustible y se requiere adquirir nuevos. Los equipos que se planean comprar tienen una potencia de 60 kW y 50 kW cada uno y su año de fabricación es 1992 (DED, 2008)

El proyecto con biocombustible, ya puesto en marcha desde el año 2010, se lo estudia como método complementario y posteriormente sustitutivo del diesel. Se definen dos escenarios para la producción de aceite piñón: el primero y el más óptimo en términos ambientales y económicos es el cultivo de piñón en la isla Floreana. La isla se autoabastece y evita la contaminación en la transportación desde continente a las islas. La segunda opciones es fomentar el cultivo de piñón es Manabí por medio de alianzas con pequeños productores; el piñón se cultivaría en áreas áridas y semi-áridas aportando con el desarrollo sustentable de esta provincia (DED, 2008).

IMAGEN 12
PARQUE EÓLICO DE LA ISLA SAN CRISTÓBAL



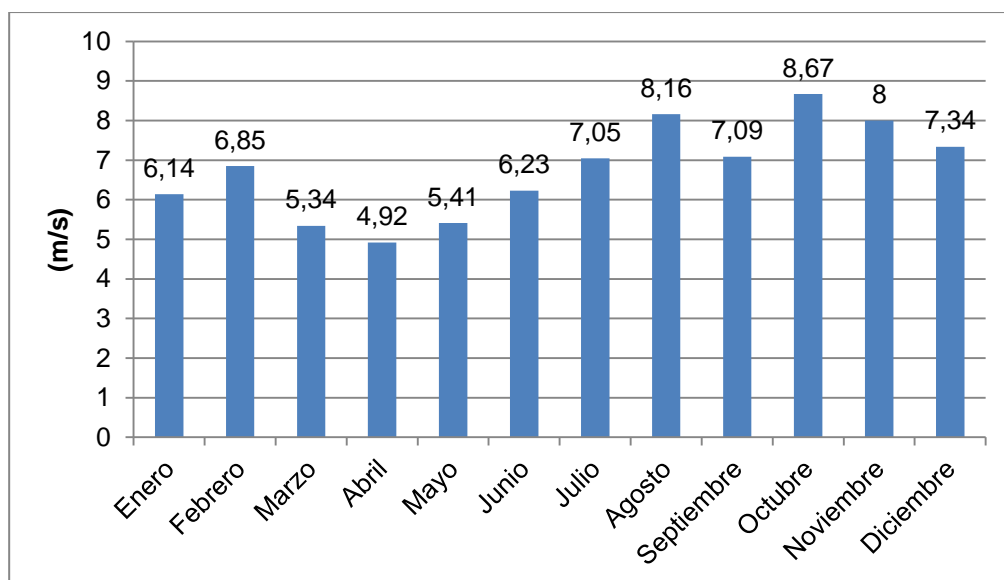
Fuente: ERGAL
Elaborado por: ELOICSA

Para el proyecto eólico de San Cristóbal que se encuentra en funcionamiento desde el año 2007, registra una inversión estimada de \$9.84 millones dólares realizada por parte del grupo e7 y de la EEPG por medio del FERUM con un porcentaje del 55% y 40% respectivamente. El 5% restante corresponde a las donaciones de la UNF. La documentación, los estudios de ingeniería, impacto ambiental, económico, proceso de licitación y obra civil fue manejada por el e7. El proyecto de San Cristóbal opera por medio de un acuerdo de Fideicomiso en donde el e7 era representado por la empresa EOLICSA como empresa privada que transferirá sus instalaciones y activos en general después de 7 años a la empresa eléctrica provincial Galápagos S.A. ELECGALAPAGOS. La capacidad instalada en operación es de 2,4 MW sobre el cerro el Tropezón desde el año 2006 y se espera que reduzca el 52% del consumo de diesel para la planta térmica generadora electricidad y 2.800 toneladas de CO₂. Los meses de mayor generación eléctrica por medio de fuentes eólicas son de octubre a diciembre logrando que en el año 2007 se cubra en ese periodo el 45% de la electricidad demandada (EDIECUATORIAL, 2007)

El proyecto se ejecutó el 1° de octubre de 2005 al 31 de octubre de 2008 cumpliendo su planificación. Es un sistema híbrido en el que se puede utilizar la fuerza del viento o también diesel para completar la época con menos

viento (Curbelo, 2011: 5). Se instalaron 3 aerogeneradores y cada uno tiene una capacidad de generación aproximada de 800 kW. Los aerogeneradores son fabricados en España, el diámetro del rotor es de 59 metros, la altura de la torre es de 51,5 metros y necesita una velocidad de arranque mínima de 3,5 m/s. Como se puede visualizar en el gráfico 10, el promedio anual del viento en la zona instalada es de 6,8 m/s; los meses con mayor fluctuación de viento son en octubre con 8,67 m/s, en agosto con 8,16 m/s y noviembre (EOLICSA, 2009: 6, 8, 15). Según la información de la EEPG, se han instalado 5 generadores: 2 con potencia de 310 kW y 3 con 650 kW. Los equipos de menor potencia son de los años 1981 y 1983 y los de mayor potencia del año 1992 (DED, 2008: 118).

GRÁFICO 10
VIENTO PROMEDIO MENSUAL (m/s)



Fuente: EOLICSA
Elaborado por: Shirley Ruiz de la Torre

3.3.1 Fase 2: Islas Santa Cruz/ Baltra e Isabela

La Fase II se constituye en con la participación en estudios y financiamiento del gobierno alemán, GIZ, BMZ, GEF FNU y el gobierno ecuatoriano para el proyecto basado en el autoabastecimiento de electricidad en las Islas Isabela y Santa Cruz/Baltra cuyo objetivo es sustituir parcialmente el uso de diesel y generar electricidad de una manera amigable con el ambiente de acuerdo con las políticas ambientales y de desarrollo sustentable de Ecuador. El gobierno de Ecuador actúa como garante del proyecto y lo ejecutan por medio del antiguo MEM en donde se delega a la Dirección de

Energías Renovables y Eficiencia Energética como coordinador y responsable del avance del proyecto (Lahmeyer International GMBH, 2010: 5, 9).

Esta fase todavía sigue en proceso pero se espera que finalice en el año 2015. En la isla Isabela, se está instalando 700 kw con energía fotovoltaica con cooperación alemana. En la Isla Santa Cruz-Baltra se tiene un proyecto eólico con 3400 kw y uno fotovoltaico con 120 kw financiado por el gobierno nacional, el GEF, la FNU y el gobierno alemán (DED, 2008: 32).

El proyecto se divide en 5 componentes que aportan ambiental, técnica y económicamente:

1. *Generación Eléctrica Renovable en el Parque Nacional Galápagos (ER-PNG)*
2. *Sistema Híbrido de Producción de Electricidad Isla Isabela (SH Isabela)*
3. *Sistema de Generación Eléctrica Híbrido Isla Santa Cruz (SH Santa Cruz)*
4. *Sistema Híbrido Isla Baltra (SH Baltra)*
5. *Mejora Condiciones Ambientales del Sistema Generación Diesel (Lahmeyer International GMBH , 2010: 7)*

De acuerdo a los estudios realizados por parte de entidades alemanas, los lugares de mayor rendimiento para energía eólica eran Tomás de Berlanga en Isabela y en Baltra, pero se encontraban lejos de los puntos de conexión. Como segunda opción, se evaluaron los vineles de radiación en los lugares donde no existía potencial eólico. Para el componente 1, 2 y 4, se propone que la energía fotovoltaica es más rentable en ese lugar que la eólica. Para la isla de Santa Cruz, el recurso eólico se encuentra disponible. Para el componente 5, se detectaron fugas de combustible en las termoeléctricas. Por lo tanto, se incluyen mejoras en la recolección de fugas, de las condiciones de las instalaciones, en los procesos de desembarque, transporte y manejo de combustible (Lahmeyer International GMBH, 2010: 8-9).

Para el sistema de generación eléctrica solar en la isla Baltra, se firmó un acuerdo de Fideicomiso con cooperación interinstitucional con la República de Japón con la finalidad de eliminar la dependencia del uso de fósiles y reemplazarla por paneles fotovoltaicos cristalinos cuya generación individual es de 250 W y la total es de 0.2 MW. El proyecto para el Programa de Cero Combustible para las Islas Galápagos consiste en la implementación de dos sistemas uno generador y otro recolector de energía que consiste en un banco

de baterías de 1 MW que receptara la energía producida por los paneles fotovoltaicos y por la energía eólica (ELECGALAPAGOS, 2013: 1-3).

Los sitios que se estudiaron para la implementación de energía eólica en Santa Cruz fueron Camote a 440 m. sobre el nivel del mar, Santa Rosa a 580 m. sobre el nivel del mar y Baltra a 500 m. sobre el nivel del mar. La opción de Baltra es la opción más viable por el bajo riesgo que se prevé en cuanto a contaminación sonora, auditiva e impactos ambientales (ERGAL, 2007:13-15).

El financiamiento del proyecto requiere alrededor de \$19,09 millones de dólares. El tiempo de ejecución del proyecto son 3 años: el primer año se requiere \$11 millones de dólares, el segundo \$3,18 millones de dólares y el tercero \$4,88 millones de dólares. El gobierno ecuatoriano aporta con \$2 millones, la EEPG con \$2,9 millones, el GEF con \$4 millones y la FNU con \$1 millón de dólares. El aporte de Alemania no se había definido hasta el año 2002 por futuras negociaciones pendientes (Lahmeyer International GMBH 2010: 12).

Para la isla Isabela, se trabaja en la instalación de un sistema híbrido fotovoltaico dividido en 3 generadores con 310, 315 y 455 kW de potencia. En la isla Santa Cruz se ha estudiado la instalación de un sistema eólico con 3400 kW de potencia y un sistema fotovoltaico de 120 kW para el PNG. De los 8 generadores que ya están instalados 5 son de 650 kW de potencia, uno de 365kW, uno de 310kW y uno de 1100 kW. Los generadores son de los años: 1981, 1988, 1992, 1994, 1997 y del año 2002. Estos generadores estaban instalados en San Cristóbal y operaban desde enero del año 2006 (DED, 2008: 119).

En cuanto al biocombustible en esta fase, se planea usar la misma estrategia y recursos que en la fase I para la isla Floreana. Para la sustitución de generadores en base al aceite de piñón y oleína de palma africana, se requieren estudios sobre el estado de los generadores a diesel. De acuerdo a los estudios en la isla Floreana, se puede deducir que en el resto de islas se deberán cambiar los generadores; esto requeriría una inversión aproximada de \$7.5 millones de dólares utilizando los componentes detallados en el informe de biocombustibles en Floreana. La marca más apropiada es Volvo porque

existe mayor experiencia con estos generadores de acuerdo a la potencia que se requiere (Lahmeyer International GMBH, 2010: 121-122).

3.3.3 Resultados generales del proyecto

Los resultados generales del proyecto paraguas ERGAL, es la experiencia que ha obtenido Galápagos y ha ayudado a fortalecer a la ELECGALAPAGOS para el manejo adecuado de los temas relacionados con la operación y el mantenimiento que se requieren para la ejecución y el funcionamiento del proyecto a largo plazo. Los resultados que se pudieron obtener corresponden a la Fase I por estar terminada. De la Fase II no se obtienen resultados por encontrarse en proceso de construcción (Zaragocin, 2013).

En los años 2001-2002, se realizaron encuestas para conocer la relación entre el ingreso promedio de los isleños de Santa Cruz y el pago de factura por consumo de electricidad obteniendo el siguiente resultado: el ingreso promedio era de \$466 mensual y el valor de la factura mensual era de \$14.40, lo cual representa el 3% del ingreso total y concluye que existe capacidad de pago por parte de los isleños. Entre las preguntas de la encuesta se consultó sobre un incremento de tarifas, las respuestas de los isleños fueron ambiguas y sobresalió su desconocimiento sobre energías renovables y poco interés por pagar el valor real de la energía (Lahmeyer International GMBH , 2010: 7, 38, 39). Para el año 2013, después de la implementación de sistemas energéticos renovables, los isleños son más conscientes del uso de energía renovable, incluso se nota mayor educación ambiental en las islas que en el continente ecuatoriano (Zaragocin, 2013).

En la isla Floreana, la central híbrida fotovoltaica puede generar hasta 14 horas al día aportando, pero se ha registrado un abastecimiento de 2 a 4 horas diarias aportando el 27% de energía requerida y la central térmica genera lo restante con un aporte del 73%. El componente fotovoltaico permanece constante en su generación, lo que implica que en caso de haber mayor demanda de energía, la central térmica la deberá cubrir (DED, 2008: 19, 63). De acuerdo a una entrevista con el coordinador del proyecto ERGAL, la generación eléctrica en la isla Floreana está sobre potenciada. Dicho excedente no tiene ningún uso ni almacenamiento. Tampoco se puede

transportar la energía a otras islas por ser costoso y poco rentable (Zaragocin, 2013).

Entre los resultados que se obtuvo de esta experiencia con energía eólica en la Isla San Cristóbal, el cuadro 7 resume los resultados. Desde octubre a diciembre del año 2007, el uso de diesel fue 55,3% mientras que la generación eólica llegó a 44,7% disminuyendo 632 toneladas de CO₂. En el siguiente año, el uso eólico fue de 31,5% y el de diesel fue de 65,3% con una menor emisión de CO₂ valorado en 2.146 toneladas de CO₂. En el año 2009, los resultados fueron los siguientes: el uso de diesel fue de 65,3% y el eólico 34,7% con 1894 toneladas de CO₂ de no emitidas. Se evitó importar 508.000 galones de diesel y se redujo un total de 4.672 de toneladas de CO₂ (EOLICSA, 2009: 20-21).

CUADRO 7
PRODUCCIÓN EÓLICA VS. DIESEL (RESUMEN)

PERÍODO	DIESEL (MWh)	EÓLICO (MWh)	TOTAL (MWh)	DIESEL (%)	EÓLICO (%)	TON CO₂
Oct-Dic, 2007	976	790	1.766	55.3%	44.7%	632
Ene-Dic, 2008	5.834	2.682	8.516	68.5%	31.5%	2.146
Ene-Sep, 2009	4.462	2.368	6.830	65.3%	34.7%	1.894
TOTAL	11.272	5.840	17.112	65.9%	34.1%	4.672

Fuente: EOLICSA
Elaborado por: Shirley Ruiz

ERGAL tiene la página web que sirve como herramienta de publicidad e información al público: <http://www.ergal.org/>. Otra manera de promocionarse es por medio de su cuenta Facebook en donde se revisa la información del proyecto. Adicionalmente, ERGAL junto con las entidades cooperantes han organizado eventos en las islas para que los isleños conozcan el proyecto, los alcances y el aporte a la isla. Los isleños conocen sobre el proyecto y saben que su sistema eléctrico tiene fuentes renovables. Además, de acuerdo a la entrevista con el coordinador del proyecto ERGAL, los isleños tienen una conciencia ambiental más fuerte que los habitantes de Ecuador continental (Zaragocin, 2013).

3. ANÁLISIS

La problemática de la generación eléctrica es el impacto ambiental ocasionado por el uso de fósiles, además, es un tema complejo con actores como la sociedad y sus patrones de consumo, legislación, economía, educación, inversión en innovación en tecnológica verde y apoyo estatal, con el propósito de que la sociedad acepte y sea motivada al uso de energías renovables con sistemas híbridos o sistemas simples basados en fuentes renovables. El crecimiento demográfico, los patrones de consumo y la política ambiental energética de los gobiernos son factores claves que afectan al ecosistema y su capacidad biológica. En el caso práctico del proyecto ERGAL, la introducción de energías renovables en su matriz energética aporta a la consciencia ambiental de los isleños.

La dependencia del combustible y el aumento del precio del petróleo obligan a que la tendencia mundial sea modificar la matriz energética y diversificarla con fuentes renovables, sobre todo la de los países desarrollados y sin pozos petroleros. Después de la integración de políticas ambientales en el país, la cooperación internacional técnica es la clave para el desarrollo de este tipo de proyectos sobre todo por el conocimiento técnico en lo que Ecuador se ve desventajado por la falta de investigación, innovación y experiencia en temas energéticos.

La legislación correspondiente al periodo de esta investigación apoya los proyectos gubernamentales para la generación de electricidad basada en fuentes renovables hidroeléctricas y en menor medida eólica y solar. El subsidio por parte del gobierno ecuatoriano no sustenta las políticas ambientales que se describen en la Constitución aprobada en el año 2008, pues las energías renovables pierden competitividad frente a las fósiles. El progreso esperado a partir de las leyes y planes del gobierno debe acoplarse en cada ámbito y actividad, ya sea pública o privada. Sin embargo, el sector privado no tiene leyes a su favor que aseguren su inversión en el país sobre todo en temas energéticos innovadores.

La pobreza disminuyó y las desigualdades sociales han aumentado lo cual no es lógico si se compara con el incremento en los ingresos del país. El bienestar socio-económico, definido por el nivel y las condiciones de vida y el

medio ambiente, se ve amenazado por la contaminación de recursos naturales causada por el calentamiento global y la gestión ineficiente del manejo de recursos del país.

Las conclusiones de los estudios del proyecto resumieron que la aplicación de energías renovables en Galápagos era factible a corto y mediano plazo, mientras que en Ecuador continental se requiere más tiempo de estudios para una implementación a largo plazo. Entre las barreras que se presentaron en los estudios de factibilidad, la parte legal y la falta de experiencia en el área técnica y en la compra y venta de energía renovable son temas que se necesitan trabajar para la réplica del proyecto ERGAL en Ecuador continental. A corto plazo, las fuentes de energía fotovoltaica y eólica son poco eficientes en comparación con el petróleo, pero a largo plazo es lo más rentable económica y ecológicamente

4. CONCLUSIONES

Después de terminado el estudio, se logró concluir que la hipótesis planteada se cumple parcialmente bajo los siguientes argumentos:

- El aumento de la demanda energética es producto de políticas estatales que por un lado apoyan a la implementación de energías renovables pero no las hacen competitivas en comparación con el petróleo por el subsidio. En dicha demanda energética se incluye al transporte como variable determinante en la contaminación ambiental y a la generación eléctrica.
- Ecuador continental tiene niveles de educación y conciencia ambiental deficientes. En las islas de Galápagos la gente es más consciente sobre el respeto y el uso de recursos naturales. Después de la implementación de energías renovables en Galápagos, el programa organizó talleres y charlas sobre lo que se estaba construyendo, lo que crea interés a la gente porque se sienten parte del proyecto.
- La legislación ecuatoriana posee una base fuerte para la aplicación de métodos alternativos y complementarios para la generación eléctrica basada en energías renovables. La problemática recae en

la ambigüedad de la Carta Magna y en la falta de leyes más concretas para la inversión privada que desee incorporar energías renovables en el país.

- La aplicación de energías renovables eólica y fotovoltaica es una parte de la solución para la disminución de problemas ambientales, económicos y sociales más no una solución que engloba el cambio climático. La deficiencia energética de Ecuador en las zonas rurales podría modificarse al emplear fuentes energéticas ambientales como la fotovoltaica que es la más apta para sitios alejados del sistema energético y eólica en lugares abiertos.
- Después de los primeros estudios e implementación de paneles fotovoltaicos y aerogeneradores en Galápagos, se concluye que la aplicación de energías renovables en Ecuador continental requiere un estudio profundo de factibilidad y adaptación de acuerdo a la zona geográfica. La aplicación deberá ser a largo plazo para poder ingresar desde la creación de una consciencia ambiental hasta el uso de los generadores.
- Existe un mapa solar como referencia para poder realizar el análisis respectivo para la instalación de paneles fotovoltaicos. Pero la para energía eléctrica generada por medio de fuente eólica, no existe ninguna publicación con un mapa que sirva como referencia para la inversión en instalación de aerogeneradores en el país.

5. RECOMENDACIONES

- Eliminar el subsidio a los fósiles con el propósito de crear consciencia ambiental en el uso de energía eléctrica y combustible para el transporte y fomentar el uso de energías renovables haciéndolas más competitivas.
- Promover las prácticas ambientales en Ecuador continental que introduzcan la participación de niños, adolescentes y adultos mediante espectáculos gratuitos explicativos sobre la situación ambiental y las posibles soluciones que se han estudiado. Los

eventos deben ser interactivos para captar la atención de la gente. La educación es para todos sin ningún tipo de discriminación.

- Elaborar un marco legal en donde se establezcan obligaciones y derechos para las entidades privadas o públicas que pretendan invertir en generación de energía eléctrica. Ecuador tiene la desventaja técnica y legal en compra y venta de electricidad, por lo que requiere obtener mayor experiencia con apoyo gubernamental.
- Impulsar proyectos de generación eléctrica con energías renovables con cooperación internacional e informar a pueblos o zonas con bajos niveles de acceso a energía eléctrica sobre el uso de los equipos y sus ventajas por medio de campañas publicitarias del proyecto que se pretende implementar, más no del gobierno que lo promueve. Lo que la gente necesita conocer es el funcionamiento y ventajas del uso de energías renovables.
- Comenzar y hacer seguimiento continuo de los análisis respectivos por parte del gobierno y estudios de factibilidad en zonas con bajos porcentaje de acceso a energía eléctrica. Los seguimientos se deben hacer incluso si hay un cambio de gobierno.
- Elaborar un mapa eólico con un estudio mínimo de 3 a 5 años. El cambio climático puede modificar los resultados obtenidos de un año a otro. El estudio se lo debería hacer sobre todo para zonas en donde haya mayor deficiencia en el acceso a energía eléctrica, pero también con planificación para la diversificación de la matriz energética de Ecuador con fuentes de energías renovables.

BIBLIOGRAFÍA

Tesis de grado

Vasco, N. S. (2011). Diseño, construcción y pruebas de un sistema publicitario alimentado con energía solar, y controlado con un relé inteligente (Zelio). (Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba). Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/888>

Libros

Acosta, A. (1992). El reto de la energía en las próximas dos décadas. Ecuador, Quito: Adoum Ediciones.

Carabias, J., Meave, J., Valverde, T. y Cano-Santana, Z. (2009). Ecología y medio ambiente en el siglo XXI. México, México D.F.: Pearson Education.

Damien, A. (2010). La Biomasa: Fundamentos Tecnologías y Aplicaciones. España, Madrid: Ediciones Mundi Prensa.

Escudero, J. (2008). Manual de Energía Eólica. España, Madrid: Ediciones Mundi Prensa.

Fernández, J. (2009). Tecnología de las energías renovables. España, Madrid: Ediciones Mundi Prensa.

Fernández, J. (2010). Guía Completa de la Biomasa y los Biocombustibles . España, Madrid: AMV Ediciones.

Fernández, J. (2011). Guía complementaria de la energía eólica. España, Madrid: Ediciones Mundi Prensa.

García, P. (2001). Tecnologías energéticas e impacto ambiental. España, Madrid: McGraw-Hill.

Madrid, A. (2009). Curso de Energía Solar. España, Madrid: Ediciones Mundi Prensa.

Madrid, A. (2009). Energías Renovables. España, Madrid: Ediciones Mundi Prensa.

Ministerio del Ambiente. (2008). Manual. Ministerio de Educación. Ecuador, Quito: Grupo Santillana.

Poveda, J. (2001). Development of Renewable Energy Alternatives in Cuba and Ecuador through the adapting and transferring of European Technology. Ecuador, Quito.

Sánchez, M. (2010). Energía Solar Fotovoltaica. México, México D.F.: Editorial Limusa.

Publicaciones

AECI- Embajada de España en Ecuador. (2009). *Integral Galápagos- Araucaria XXI*. Recuperado de: <http://www.aecid.ec/espana/araucaria.htm>

- Aguirre, D. Escuela Superior Politécnica Del Litoral Espol (2009). *Energía Eólica*. Recuperado de:
<http://blog.espol.edu.ec/josmvala/files/2010/12/energia-eolica.pdf>
- AIHE- Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador. (2012). *El Petróleo en Cifras*. Recuperado de:
http://www.aihe.org.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=329:el-petroleo-en-cifras-publicacion-de-la-aihe&catid=74:noticias-aihe-y-asociados&Itemid=119
- Asamblea Nacional. (2009). *Ley Reformatoria a la Ley de Régimen Especial para la Conservación y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Galápagos*. Recuperado de:
<http://documentacion.asambleanacional.gob.ec/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/40a071f4-010a-4269-aa27-3395d9564bc9/galapagos.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Documentos: Constitución 2008*. Recuperado de:
<http://www.asambleanacional.gob.ec/documentos/Constitucion-2008.pdf>
- Asociación de la Industria Fotovoltaica- Unión Española Fotovoltaica. (2012). *Prejuicios y mitos sobre la energía solar fotovoltaica*. Recuperado de:
<http://unef.es/descargas/?did=1428>
- Banco Mundial. (2007). *Cuestiones de población en el siglo XXI- La tarea del Banco Mundial*. Recuperado de: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2007/08/22/000020953_20070822161250/Rendered/PDF/405830SPANISH0Population0Issues01PUBLIC1.pdf
- Banco Mundial. (2010). *Data Ecuador*. Recuperado de:
<http://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS/countries/EC--XT?display=graph>
- Banco Mundial. (2011). *Tasa de crecimiento de la población*. Recuperado de:
<http://www.worldbank.org/depweb/spanish/modules/social/pgr/index>
- BCE-Trademap. (2012). *Exportaciones de Ecuador*. Recuperado de:
http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx
- BCE-Trademap. (2012). *Lista de los mercados proveedores para energía eléctrica importada por Ecuador*. Recuperado de:
http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx
- BCE. (Julio de 2013). *Cifras económicas del Ecuador*. Recuperado de:
<http://www.bce.fin.ec/docs.php?path=/documentos/Estadisticas/SectorReal/Previsiones/IndCoyuntura/CifrasEconomicas/cie201307.pdf>
- Blanco, F. (2004). *La energía eólica en España*. Recuperado de:
<http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/rc-74/rc-74.htm>
- Buitrón, R., & Burbano, G. (2010). *Elaboración de una normativa para el diseño y diagnóstico de sistemas fotovoltaicos residenciales autónomos para el Ecuador*. Recuperado de:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2252/1/CD-2992.pdf>

- Carrión, C. (2007). *Escenarios posibles de desarrollo social y económicos para Galápagos*. Recuperado de:
http://www.ergal.org/imagesFTP/7740.Estudios_socioeconomicos_prevision_de_la_demanda_Gal.PDF
- Castro, M. (2011). *Matriz y política energética en Ecuador: realidades y propuesta estatal*. Recuperado de:
<http://www.ceda.org.ec/images/pdf/boletin/8.pdf>
- CEDA. (2011). *Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador*. Recuperado de:
http://www.ceda.org.ec/descargas/publicaciones/matriz_energetica_ecuador.pdf
- CENACE. (2012). *Porcentaje de generación de energía*. Recuperado de:
http://www.cenace.org.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=68&Itemid=59
- CEPAL. (2011). *Capacidad instalada para producir energía eléctrica*. Recuperado de:
http://websie.eclac.cl/anuario_estadistico/anuario_2011/esp/content_es.asp
- Chow, S. (1998). *El origen y composición del petróleo*. Recuperado de:
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec_8.html
- Chow, S. (1998). *La historia del petróleo*. Recuperado de:
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec_7.html
- CODESO. (2012). *Energía fotovoltaica*. Recuperado de:
<http://www.codeso.info/FVFunc02.html>
- Colegio Oficial Ingenieros De Telecomunicación. (2002). *Energía Solar Fotovoltaica*. Recuperado de:
http://www.coitaoc.org/files/estudios/energia_solar_fotovoltaica_2e5c69a6.pdf
- CONECEL. (2012). *Demanda anual de energía eléctrica a nivel nacional*. Recuperado de:
[http://www.conelec.gob.ec/indicadores/paginas/is_demanda_energia.html?id=4&des=Demanda%20de%20Energia%20Electrica%20%20a%20noviembre%202011%20\(A%EF%BF%BDo%20movil\):](http://www.conelec.gob.ec/indicadores/paginas/is_demanda_energia.html?id=4&des=Demanda%20de%20Energia%20Electrica%20%20a%20noviembre%202011%20(A%EF%BF%BDo%20movil):)
- CONELEC. (1996). *Ley de Régimen del Sector Eléctrico*. Recuperado de:
www.conelec.gob.ec/normativa/ReglamentoLRSE.doc
- CONELEC. (2009). *Plan Maestro de electrificación de Ecuador 2009-2020*. Recuperado de:
<http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/PME0920CAP4.pdf>
- CONELEC. (2009). *Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2009 - 2020- Desarrollo de la energización rural y la electrificación urbano-marginal*. Recuperado de:
<http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/PME0920CAP9.pdf>

- CONELEC. (2011). *Presentación de CONELEC*. Recuperado de:
<http://www.conelec.gob.ec/contenido.php?cd=1007&l=1>
- Congreso Nacional- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Cruz. (18 de Marzo de 1998). *La Ley de Régimen Especial para la Conservación y el Desarrollo Sustentable de la Provincia de Galápagos y su Reglamento General de Aplicación*. Recuperado de:
<http://www.santacruz.gob.ec/gadsantacruz2/gmsc/images/Documentos/REGLAMENTO%20A%20LA%20LEY%20ESPECIAL%20PARA%20LA%20PROVINCIA%20DE%20GALAPAGOS.pdf>
- Coordinación de Energías Renovables. (2008). *Energías Biomásas*. Recuperado de:
http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_biomasa.pdf
- Corporación Nacional de Electricidad. (2012). *Taller sobre mantenimiento y uso adecuado del Sistema Solar Fotovoltaico*. Recuperado de:
http://eurosolar.meer.gob.ec/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=17&limit=5&limitstart=0&order=date&dir=ASC&Itemid=37&lang=sh
- Corporación para la Investigación Energética. (2008). *Atlas Solar del Ecuador con Fines de Generación Eléctrica*. Recuperado de:
http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf
- Curbelo, A. (2010). Informe de evaluación de medio término: Energía Renovable para la Generación de Energía Eléctrica—Electrificación de Galápagos con Energías Renovables. Recuperado de:
erc.undp.org/evaluationadmin/downloadaddocument.html?docid=4648
- Curbelo, A. (2011). Informe de evaluación final del Proyecto de Energía Eólica San Cristóbal, Galápagos. Recuperado de:
<http://erc.undp.org/evaluationadmin/downloadaddocument.html?docid=4660>
- Danish Wind Industry Association. (1998). *Energía Eólica*. Recuperado de:
<http://www.windpower.org/en/>
- DED. (2008). *Estudio de factibilidad- Sustitución de combustibles fósiles por bio combustibles en la generación de energía eléctrica en la Isla Floreana*. Recuperado de:
http://www.ergal.org/imagesFTP/7734.Estudio_de_Factibilidad_para_el_Uso_de_Bicombustibles.pdf
- Economía de la Energía. (2011). *Energía eólica*. Recuperado de:
<http://www.economiadelaenergia.com/energia-eolica/>
- EDIECUATORIAL. (2007). *Isla San Cristóbal*. Recuperado de:
<http://www.ergal.org/cms.php?c=1293>
- Educar. (2013). *El Petróleo*. Recuperado de:
<http://www.educar.org/inventos/petroleo.asp>
- EIA- Energy Information Administration. (2012). *Background*. Recuperado de:
<http://www.eia.gov/countries/analysisbriefs/Ecuador/Ecuador.pdf>

- ELECGALAPAGOS. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental-Introducción de Energía Limpia por un Sistema de Generación eléctrica solar en la isla Baltra*. Recuperado de:
http://www.elecgalapagos.com.ec/documentos/Resumen_ejecutivo_proyecto_fotovoltaico_Baltra.pdf
- Embajada del Ecuador en Estados Unidos. (2013). *Información del Ecuador*. Recuperado de:
<http://www.ecuador.org/nuevosite/informacionecuador.php>
- ENEMDU. (2012). *Estadísticas macroeconómicas*. Recuperado de:
<http://www.bce.fin.ec/frame.php?CNT=ARB0000006>
- Energía Solar Fotovoltaica. (2011). *Antecedentes de la energía solar Fotovoltaica*. Recuperado de: http://www.energia-solar-fotovoltaica.info/2_Breve_Historia/2_Antecedentes_de_la_energia_solar_Fotovoltaica.html
- EOLICSA. (2009). *Proyecto eólico San Cristóbal y perspectivas de la energía eólica en Ecuador*. Recuperado de:
<http://www.tech4cdm.com/userfiles/7%20Proyecto%20eolico%20en%20galapagos%20luis%20vintimilla.pdf>
- ER GAL. (2007). Parque eólico Santa Cruz-Baltra. Recuperado de:
http://www.ergal.org/imagesFTP/6783.Resumen_Estudios_Factibilidad.pdf
- ER GAL. (2010). *La Floreana*. Recuperado de:
<http://www.ergal.org/cms.php?c=1300>
- ER GAL. (2009). *Objetivos*. Recuperado de:
<http://www.ergal.org/cms.php?c=1288>
- ER GAL. (2009) *Quiénes Somos*. Recuperado de:
<http://www.ergal.org/cms.php?c=1292>
- Excélsior. (2011). *Circulan mil millones de autos en el mundo*. Periódico Zócalo. Recuperado de
<http://www.zocalo.com.mx/seccion/articulo/circulan-mil-millones-de-autos-en-el-mundo>
- Fundación Moscoso Puello-CEDA. (2003). *Guía Metodológica de Educación Ambiental*. Recuperado de:
<http://www.ceda.org.ec/descargas/biblioteca/Guia%20Metodologica%20de%20Eudacion%20Ambiental%201.pdf>
- GEF- Global Environment Facility. (2013). *Resumen de proyectos nacionales aprobados*. Recuperado de:
http://www.thegef.org/gef/country_profile/EC?countryCode=EC&op=Browse&form_build_id=form-a2545df392935c0a3207d39b7445e2&form_id=selectcountry_form
- Geo Juvenil Ecuador. (2009). *La situación ambiental del Ecuador*. Recuperado de: www.geojuvenilecuador.org/13-28%20tema%201.pdf
- Grupo de Nuevas Actividades Profesionales. (2007). *Energía Renovable Fotovoltaica*. (G. Sala, Ed.) Recuperado de:

http://www.coitaoc.org/files/estudios/energia_solar_fotovoltaica_2e5c69a6.pdf

- Herrera, J. J., López, J., & Arias, K. (2012). *Introducción a la matriz energética y el nuevo proceso de licitación petrolera*. Recuperado de: <http://extrayendotransparencia.grupofaro.org/wp-content/uploads/2012/09/CiudadaniaAnaliza4.pdf>
- IEA- International Energy Agency. (2010). *World Energy Outlook 2010*. Recuperado de: <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weo2010.pdf>
- INEC. (2010). *Reporte de Estadísticas de Gasto Empresarial en Protección Ambiental 2010*. Recuperado de: http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=281&Itemid=251
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). *Biomasa Gasificación*. Recuperado de: http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_10737_Biomasa_gasificacion_07_d2adcf3b.pdf
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). *Manuales de Energías Renovables*. Recuperado de: http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_10374_Energia_de_la_biomasa_07_b954457c.pdf
- Lahmeyer International GMBH . (2010). *Estudio de factibilidad energías renovables islas Galápagos, Ecuador*. Recuperado de: http://www.ergal.org/imagesFTP/7345.Estudio_de_Factibilidad_ER____Galapagos.pdf
- MAE. (2008). *Patrimonio Nacional de Áreas Protegidas*. Recuperado de: <http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/users/jloartefls/CUADRO%20PANE.pdf>
- MAE. (2008). *Política Ambiental*. Recuperado de: <http://www.ambiente.gob.ec/sites/default/files/archivos/PUBLICACIONES/PLANIFICACION/politicaambiental.pdf>
- MAE. (2009). *Manual para planificación, ejecución y evaluación de proyectos educativos ambientales*. Recuperado de: <http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/archivos/PUBLICACIONES/EDUCACIONAMBIENTAL/manualproyectosambientales.pdf>
- MAE. (2010). *Cuarto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad*. Recuperado de: <http://www.cbd.int/doc/world/ec/ec-nr-04-es.pdf>
- Medina, Cristóbal; Seccio, Pablo. (2003). *Fuentes de generación alternativas*. Recuperado de: http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm#_Algunas_consideraciones_con_respect
- Moreno, F. (2008). *Origen, Concepto y Evolución de la Educación Ambiental*. Recuperado de: http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_13/FRANCISCO_MORENO_1.pdf

- Murillo, Paulina. (2005). *Estudio sobre el Servicio de Energía Eléctrica en el Ecuador y su impacto en los consumidores*. Recuperado de:
http://www.hugocarrion.com/index_archivos/Docs/L_tribuna_electrico.pdf
- NASA. (2002). *How do Photovoltaics work?* Recuperado de:
<http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2002/solarcells/>,
- OLADE- Organización Latino Americana de Energía. (2010). *Programa de eficiencia energética*. Recuperado de:
<http://www.olade.org/eficiencia/Documents/ponencias/Sesion%205/5-4-BCIEE-Moncada.pdf>
- OMS- Organización Mundial de la Salud. (2011). *Estadísticas sanitarias mundiales*. Recuperado de:
http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/ES_WHS2011_Full.pdf
- OPEP- Organización Mundial de Países Petroleros. (2013). *Evolución anual del precio del petróleo*. Recuperado de:
http://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/40.htm?selectedTab=annually
- OREALC- UNESCO-Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. (1990). *Tendencias, necesidades y prioridades en la Educación Ambiental desde la Conferencia de Tbilisi*. Recuperado de:
<http://unesdoc.unesco.org/images/0005/000549/054971so.pdf>
- Photovoltaic Technology Platform. (2010). *What s photovoltaic energy?*
 Recuperado de: <http://www.eupvplatform.org/pv-development.html>
- PNG- Parque Nacional Galapagos. (2012). *Descargar Estadísticas Turismo - Año 2011*. Recuperado de:
http://www.galapagospark.org/documentos/turismo/pdf/Informe_ingreso_turistas_2011.pdf
- PNG-Parque Nacional Galapagos. (2013). *Estadísticas de visitantes a Galapagos* . Recuperado de:
http://www.galapagospark.org/onecol.php?page=turismo_estadisticas&set_lang=es
- PNUD- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2006). *Energía Renovable para la generación de energía eléctrica- Electrificación de Galápagos con Energía Renovable- Full size- ERGAL II* . Recuperado de:
<http://www.undp.org.ec/PROYECTOS2011/Prodoc%2048857%20espa%C3%B1ol%20firmado.pdf>
- Presidencia República de Ecuador. (2008). *Página de Inicio*. Recuperado de:
<http://www.presidencia.gob.ec/>
- RAE- Real Academia de la Lengua Española. (2013). *Significado de Conciencia*. Recuperado de:
http://buscon.rae.es/drae/?type=3&val=conciencia&val_aux=&origen=REDRAE

- RAE-Real Academia Española. (2013). *Significado de cooperar*. Recuperado de: <http://lema.rae.es/drae/?val=cooperacion>
- SEBA- Asociación de Servicios Energéticos Básicos Autónomos. (2010). *Historial de proyectos*. Recuperado de: <http://www.seba.es/es/historic.html>
- SENPLADES- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2009). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013*. Recuperado de: <http://www.planificacion.gob.ec/plan-nacional-para-el-buen-vivir-2009-2013/>
- SENPLADES- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2007). *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2010*. Recuperado de: http://www.conectividad.org/archivo/regulacion/Plan_Nacional_Desarrollo_2007-2010.pdf
- SETECI- Secretaría Técnica de Cooperación Internacional. (2010). *Informe de Gestión 2010*. Recuperado de: http://www.seteci.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=25:informes-de-cooperacion&catid=13:coopera-ecuador&Itemid=200
- SETECI- Secretaría Técnica de Cooperación Internacional. (8 de Junio de 2011). *Informe Cooperación 2010-2011*. Recuperado de: http://www.seteci.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=25:informes-de-cooperacion&catid=13:coopera-ecuador&Itemid=200
- SETECI- Secretaría Técnica de Cooperación Internacional. (2011). *Informe de actividades ONG extranjeras 2010*. Recuperado de: http://www.seteci.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=25:informes-de-cooperacion&catid=13:coopera-ecuador&Itemid=200
- SETECI- Secretaría Técnica de Cooperación Internacional. (2011). *Informe de Cooperación Internacional No Reembolsable en el Ecuador 2010-2011*. Recuperado de: http://www.seteci.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=25:informes-de-cooperacion&catid=13:coopera-ecuador&Itemid=200
- SETECI- Secretaría Técnica de Cooperación Internacional. (14 de Febrero de 2011). *Informe de Gestión 2010*. Recuperado de: http://www.seteci.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=25:informes-de-cooperacion&catid=13:coopera-ecuador&Itemid=200
- SMA- Secretaría del Medio Ambiente de México. (2007). *La conciencia Ambiental*. Recuperado de: <http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/biblioteca/laconcienciaambiental.pdf>
- Tech4CDM. (2008). *La Energía Eólica en Ecuador*. Recuperado de: http://tech4cdm.net/uploads/documentos/documentos_La_Energia_Eolica_en_Ecuador_fa0ef98a.pdf
- The World Fact Book. (2013). *The World Fact Book-World*. Recuperado de: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xx.html>
- UE-Unión Europea. (2011). *Manual de uso y Mantenimiento del Sistema Solar Fotovoltaico*. Recuperado de:

http://eurosolar.meer.gob.ec/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=17&limit=5&limitstart=0&order=date&dir=ASC&Itemid=37&lang=sh

UICN. (2011). *Oficina Regional para América del Sur, Las áreas protegidas de América Latina*. Recuperado de:
http://www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/articulos_RB/AP_A_Latina__baja_resolucion_.pdf

UNESCO. (2012). *Evolución del concepto de educación ambiental*. Recuperado de:
<http://www.unescoetxea.org/ext/manual/html/fundamentos2.html>

WWF. (2003). News-WWF and Ecuador sign accord to transform Galapagos into model for clean energy use. Recuperado de:
http://wwf.panda.org/about_our_earth/aboutcc/news/?6262/wwf-and-ecuador-sign-accord-to-transform-galapagos-into-model-for-clean-energy-use

Entrevistas

Zaragocin, L. Ingeniero. Coordinador del proyecto ERGAL, (2013).
Comentarios sobre el proyecto ERGAL.