

ACTIVIDAD DE FORTALECIMIENTO

**DESARROLLO DE FUENTES DE ENERGIAS LIMPIAS
EN COSTA RICA**

Lic. Carlos Roldán Villalobos (Coordinador)

25 de agosto del 2014

Tabla de contenidos

Resumen	1
Introducción	1
Definición del Problema	1
Objetivos	2
Materiales y métodos	4
Resultados	4
Conclusiones y Recomendaciones	6
Aportes y alcances	6
ANEXO 1: Informe de Capacidad de Energías Limpias disponibles en Costa Rica 2010	7
ANEXO 2: Propuesta Final para la Apertura del Programa de Energías Limpias del TEC	33

Resumen

Desde su creación el ITCR ha realizado proyectos de investigación y extensión relacionados con el desarrollo de fuentes alternativas de energía.

En los últimos años y debido al incremento en los precios del petróleo y sus derivados, se ha planteado la necesidad de potenciar el papel del ITCR en el desarrollo del potencial energético nacional.

La Escuela de Química y el Centro de Investigación y Protección del Ambiente, acogieron la propuesta de realizar una actividad de fortalecimiento para preparar una propuesta para la creación del Programa de Energías Limpias del TEC (PELTEC).

Para lograr este objetivo se realizaron más de 10 reuniones con el fin de conocer y evaluar las fortalezas de los investigadores que han realizado o están en capacidad de desarrollar proyectos relacionados con las energías renovables.

Adicionalmente se realizaron presentaciones ante el Consejo Institucional, las Escuelas de Forestal y Administración de Negocios y se formalizaron convenios con la Compañía Nacional de Fuerza y Luz y RECOPE.

Como producto principal de esta actividad se obtuvo la presentación y aprobación de la propuesta de creación del PELTEC y el Informe de Capacidad de Energías Limpias disponibles en Costa Rica 2010.

Palabras Claves: Energía renovable, Dependencia Energética

1. Introducción

a. Definición del problema

Considerando una demanda total de hidrocarburos de 50 mil bbls/día y un precio promedio del petróleo y sus derivados de US\$ 110/barril, las importaciones de hidrocarburos del año 2014 podrían alcanzar los dos mil millones de dólares.

Según la Dirección Sectorial de Energía del Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica cuenta con un potencial hidroeléctrico de 5220 MW sin considerar los proyectos que se encuentran dentro de los parques nacionales. De este potencial, solo se aprovechan alrededor de 1220 MW y los restantes 4000 MW podrían producir en la época lluviosa el 80% de la energía que se importa anualmente en forma de petróleo y sus derivados.

Asimismo, existe potencial para sustituir un 10% de las gasolinas con etanol y parte de la producción de aceite de palma para dedicarse a obtener biodiesel que podría mezclarse hasta en un 20% con el diesel de petróleo.

Sin embargo, el desarrollo de estas fuentes alternativas de energía y otras como el BIOGAS y la energía solar, ha carecido de un programa constante y sistemático que busque resolver los problemas relacionados con su uso.

Aunque compañías estatales como el ICE y RECOPE están realizando esfuerzos para el desarrollo de etanol, biodiesel e hidrógeno, la participación del Instituto Tecnológico de Costa Rica, daría un impulso importante mediante el desarrollo de proyectos que tiendan a optimizar los procesos de producción y uso de fuentes alternativas de energía, ya que se cuenta con el personal requerido y la experiencia necesaria para garantizar la realización de proyectos institucionales que involucren varias escuelas y centros de investigación.

2. Objetivos:

Objetivo General de la actividad de fortalecimiento:

“Realizar las actividades necesarias que permitan consolidar un programa permanente para el desarrollo de proyectos relacionados con fuentes no convencionales de energía que busque reducir tanto los efectos ambientales provocados por el uso de energía fósil, como la dependencia del petróleo mediante la formalización de convenios multisectoriales que incluya al Instituto Tecnológico de Costa Rica y a compañías privadas, empresas estatales y Ministerios correspondientes”.

Objetivos Específicos:

- Determinar el potencial energético existente en Costa Rica a partir de fuentes limpias de energía.
- Realizar una actividad que permita promover el uso de fuentes limpias de energía, así como el ahorro y sustitución de combustibles fósiles.
- Desarrollar proyectos de investigación que favorezcan el desarrollo de fuentes limpias de energía.
- Participar en Foros y organizaciones con objetivos similares.

Cuadro 1. Cumplimiento de objetivos

OBJETIVO	RESULTADO
Determinar el potencial energético existente en Costa Rica a partir de fuentes limpias de energía.	(100%) Se preparó el “Informe de Capacidad de Energías Limpias disponibles en Costa Rica 2012” Ver Anexo 1.
Realizar una actividad que permita promover el uso de fuentes limpias de energía.	(100%) Se realizó una presentación al público en general el 20 de junio de 2008 y al Consejo Institucional el 5 de agosto con el fin de promover el PELTEC. Adicionalmente, en lugar de realizar el Ier Seminario de Tecnologías para la utilización de fuentes limpias de energía, se coordinó y realizó el IX Hydrogen Power Theoretical & Engineering Solutions International Symposium (HYPOTHESIS) San José, Costa Rica. 12 a 15 de Diciembre 2011.
Desarrollar al menos 3 proyectos por año que favorezcan el desarrollo de fuentes limpias de energía.	(100%) Se realizaron los siguientes proyectos: <ol style="list-style-type: none"> 1. Potencial energético del ITCR. Carlos Roldán 2. Generación de información técnico-científica para el desarrollo del cultivo de <i>Jatropha curcas</i> (Tempate) en Costa Rica para su uso como fuente de energía alternativa y mitigación del cambio climático. Elizabeth Arnaez 3. Evaluación Tecnológica para la reducción de la humedad del residuo agrícola de la Cosecha de Piña para su uso en la obtención de energía. Carlos Roldán 4. Selección de cepas de microalgas para producción de combustible. Maritza Guerrero
Participar en Foros y organizaciones con objetivos similares	100% En el año 2008 se realizaron presentaciones en los siguientes eventos o empresas: <ul style="list-style-type: none"> - Encuentro Sindical de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza, 3 de marzo de 2009 - Cámara de Comercio de Panamá 27 de setiembre de 2008 - Escuela de Administración del ITCR 1 de setiembre de 2008 - Liceo de Costa Rica 9 de setiembre de 2008 - JASEC 7 de octubre de 2008 - RECOPE 22 de octubre de 2008 - Encuentro de expertos del MINAET 17 de abril de 2008 - Comité de Agroenergías Brunca 7 de octubre de 2008 - ICE - Escuela de Ingeniería Forestal ITCR 18 de agosto de 2008

3. Materiales y métodos:

Se realizaron reuniones con el fin de integrar a los funcionarios con interés en desarrollar actividades relacionadas con el desarrollo de fuentes limpias de energía.

Entre los funcionarios interesados se logró plantear los objetivos generales y específicos, la Misión y la Visión de un programa acorde con el objetivo general de esta actividad el cual se dio a conocer como “Programa de Energías Limpias del TEC”(PELTEC), dentro del cual se identificaron posibles propuestas de proyectos de investigación.

Adicionalmente se preparó una presentación para dar a conocer la situación energética nacional y el potencial existente de fuentes no convencionales de energía a la cual se invitó a funcionarios del Ministerio de Ambiente y Energía, ICE, RECOPE, etc.

Dentro de las presentaciones realizadas dentro del ITCR vale la pena mencionar la realizada al Consejo Institucional con el fin de difundir el potencial existente en el ITCR para desarrollar actividades relacionadas con el sector energético con lo que se facilitó la aprobación de la propuesta de creación del PELTEC por parte de la VIE.

4. Resultados

Se preparó el “Informe de Capacidad de Energías Limpias disponibles en Costa Rica” el cual recientemente se actualizó con datos del 2010 (Anexo 1).

Se realizaron más de 10 reuniones con funcionarios del TEC que proporcionaron aportes para la creación del PELTEC. En total se logró conjuntar a más de 50 funcionarios con capacidad para desarrollar proyectos de investigación relacionados con el tema energético (ver Cuadro 2)

La propuesta de creación del PELTEC fue presentada y aprobada por parte de la VIE e inició actividades formales a partir de enero del 2010 (ver propuesta en anexo).

Cuadro 2. Funcionarios que mostraron interés en participar en el PELTEC.

No.	Nombre	Escuela	Áreas de interés	Proyectos en Ejecución o Propuestos
1	Mauren Solís	Dirección de Cooperación	Apoyo Insitucional	
2	Elizabeth Arnaez	Biología	Biocombustibles	
3	Ileana María Moreira Gonzalez	Biología	Biocombustibles	
4	María del Pilar Vargas Castillo	Biología	Biocombustibles	
5	Maritza Guerrero Barrantes	Biología	Biocombustibles	Microalgas
6	Miguel Rojas Chaves	Biología	Biocombustibles	
7	Virginia Montero Campos	Química	Biocombustibles	
8	Alfonso Rey Corrales	Agropecuaria	Biogas	
9	Alma Deloya	Química	Biogás	Biodigestores
10	Teresa Salazar Rojas	Química	Biogás	Instalación de Biodigestores en procesadoras de frutas
11	Floria Roa Gutierrez	Química	Biomasa	Pirólisis
12	Jaime Quesada Kimzey	Química	Biomasa	Pirólisis
13	Jose Alberto Sandoval Mora	Química	Biomasa	Producción de Energía a Partir de Residuos de Piña
14	Juan Rafael Cordoba Mora	Diseño Industrial	Biomasa	Carbonización de broza de café
15	Ricardo Starbird Perez	Química	Biomasa	
16	Roel Campos	Agropecuaria	Biomasa	Residuos sólidos y aguas residuales en plantaciones agrícolas
17	Andres Sanchez Kopper	Química	Biomasa y biocombustibles	Microalgas
18	Armando Alvarado	Agrícola	Biomasa y biocombustibles	
19	Edgar Ortiz Malavassi	Forestal	Biomasa, Cultivos Forestales	
20	Carlos Roldán Villalobos	Química	Coordinador, Biomasa, Dependencia Energética	Producción de Energía a Partir de Residuos de Piña. Potencial Energético del ITCR. Calentadores Solares Plantaciones Bioenergéticas. Tableros de aglomerados de planta de piña, pinzote de palma
21	Diego Camacho	Forestal	Cultivos Forestales	
22	Cynthia Salas	Forestal	Cultivos Forestales	
23	Fernando Caldas Pinto	Electromecánica	Eficiencia Energética	
24	Luis Gomez Gutierrez	Electromecánica	Eficiencia Energética	
25	Oscar Gamboa Calderon	Producción Industrial	Eficiencia Energética	
26	Oscar Monge Ruiz	Electromecánica	Eficiencia Energética	
27	Osvaldo Guerrero Castro	Electromecánica	Eficiencia Energética	
28	Ivonne Madrigal	Diseño Industrial	Eficiencia energética Construcción	
29	Ana Grettel Leandro Hernandez	Construcción	Eficiencia Energética de edificios	
30	Hugo Navarro Serrano	Construcción	Eficiencia Energética de Edificios	
31	Rolando Fournier Zepeda	CIVCO	Eficiencia Energética de Edificios	
32	Ana Cecilia Muñoz Moya	Física	Energía Eólica	
33	Ivan Vargas Blanco	Física	Energía Nuclear	
34	Adolfo Chavez	Electrónica	Energía Solar	Paneles Fotovoltaicos
35	Carlos Meza	Electrónica	Energía Solar	Paneles Fotovoltaicos
36	Tomas Jesús Guzmán Hernández	Agropecuaria	Energía Solar	Instalación de Paneles Solares en el ITCR
37	Alejandra Jiménez Romero	Matemática	Información General	
38	Sergio Arturo Morales Hernandez	Electrónica	Sistemas Autónomos	
39	Arnoldo Rojas Coto	Electrónica	Transporte Eléctrico	
40	Aura Ledezma Espinoza	Química		
41	Celso Vargas Elizondo	Ciencias Sociales		
42	Johnny Masís Siles	Administración		
43	Luis Manuel Espinoza Rojas	Oficina de Ingeniería		
44	Marcos Valverde Rojas	Arquitectura		
45	Mario Antonio Conejo Solís	Materiales		
46	Randall Chacon Cerdas	Biología		
47	Randall Chaves	Agropecuaria Administrativa		
48	Rosaura Brenes	Ciencias del Lenguaje		
49	Sonia Barboza Flores	Ing. Agropecuaria		
50	Sofía García	Planificación		
51	Victor Julio Hernández	Electrónica		

Adicionalmente es conveniente mencionar que durante el periodo de ejecución de esta actividad, se participó como expositor en más de diez eventos tanto internos como externos:

- Encuentro Sindical de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza, 3 de marzo de 2009
- Cámara de Comercio de Panamá 27 de setiembre de 2008
- Escuela de Administración del ITCR 1 de setiembre de 2008

- Liceo de Costa Rica 9 de setiembre de 2008
- JASEC 7 de octubre de 2008
- RECOPE 22 de octubre de 2008
- Encuentro de expertos del MINAET 17 de abril de 2008
- Comité de Agroenergías Brunca 7 de octubre de 2008
- Escuela de Ingeniería Forestal ITCR 18 de agosto de 2008

Adicionalmente se asesoró a la Rectoría con respecto a dos consultas de la Asamblea Legislativa sobre proyectos de ley relacionadas con la producción de electricidad a partir de energía geotérmica y de biomasa.

5. Conclusiones y recomendaciones:

El ITCR cuenta con un potencial humano e instalaciones adecuadas para implementar un programa permanente para el desarrollo del potencial de energías renovables de Costa Rica y reducir la dependencia del petróleo y otras fuentes de energía extranjeras.

6. Aportes y alcances:

A través del desarrollo de esta actividad se logró implementar el Programa de Energías Limpias del TEC y se logró colocar a la institución dentro de los referentes nacionales en el tema energético.

ANEXO 1
“Informe de Capacidad de Energías Limpias
disponibles en Costa Rica 2010”

INFORME DE CAPACIDAD DE ENERGÍAS LIMPIAS DISPONIBLES EN COSTA RICA 2010

Las fuentes de energía disponibles en Costa Rica se pueden clasificar en:

- Fuentes fósiles
- Biomasa.
- Capacidad de producción de cultivos forestales-energéticos
- Hidroenergía
- Energía eólica
- Energía Geotérmica
- Energía Solar
- Excedentes de generación hidroeléctrica existente.

Sin bien las fuentes fósiles de energía normalmente no se incluyen como “limpias”, es conveniente realizar una descripción de las alternativas existentes en Costa Rica con el fin de tener más clara la importancias de las energías renovables para el país.

1. Fuentes fósiles

Las fuentes fósiles incluyen al petróleo, carbón mineral y al gas natural y constituyen más del 90% de suministro mundial de energía excluyendo la biomasa.

1.1. Petróleo y derivados

Aunque en Costa Rica no existen yacimientos de petróleo y los proyectos exploratorios han sido detenidos por diferentes razones, al analizar el proceso de refinación con que cuenta RECOPE, se deduce que existen excedentes que deben ser analizados en forma detallada como es el caso del fuel oil (búnker).

La capacidad anual de producción es de 410 a 530 mil tm por año dependiendo del tipo de petróleo que se destile; sin embargo, la demanda anual es de 266 mil incluyendo las ventas a barcos, según datos de la Dirección de Planificación de RECOPE.

Esta situación provoca que la refinería se vea obligada o a exportar los excedentes, a detener sus procesos o a utilizar crudos con bajo contenido de fuel oil.

Por lo anterior, el excedente de búnker disponible es de 144 mil a 264 mil tm por año. Sin embargo, esta cantidad podría ser inferior si se toma en cuenta que recientemente, el ICE instaló plantas de generación térmicas en Garabito que podrían demandar cantidades importantes de fuel oil en caso de que se presenten faltantes en la generación de electricidad a partir de energías renovables.

Adicionalmente, considerando las características del fuel oil, es posible utilizar tecnologías de gasificación para poder aprovechar esta energía en la producción de electricidad.

Considerando que el ICE cuenta con turbinas de gas que operan con diesel el cual debe ser importado debido a que la capacidad de producción de RECOPE es inferior a la demanda nacional, la posibilidad de producir gas sintético con fuel oil representa una forma de disminuir tanto las importaciones de diesel como los excedentes de producción de fuel oil, lo cual podría ser muy favorable ya que mientras el precio promedio del fuel oil en la costa del golfo es de US\$ 85/barril, el precio del diesel fue de US\$ 126/barril, de acuerdo con la entidad “Energy Information Administration”.

Otro derivado del petróleo que se podría utilizar en la obtención de energía comercial es el fuel gas que se obtiene del proceso de destilación y refinación del petróleo. Considerando una producción de un 1%, actualmente se estaría produciendo alrededor de 15 mil tm/año.

Actualmente este gas está siendo utilizado como combustible en el mismo proceso de refinación, sin embargo, muchos de los equipos en donde se utiliza el fuel gas pueden consumir fuel oil, de tal forma que el fuel gas podría liberarse para ser consumido directamente en las turbinas de gas existentes cerca de la refinería de Moin..

1.2. Gas natural

En Costa Rica no existen yacimientos de Gas Natural. Sin embargo, existe la posibilidad de importarlo en forma líquida a baja temperatura.

Actualmente, en países como Trinidad y Tobago se utilizan buques de gas natural licuado (LNG) para su exportación a Estados Unidos de América.

Costa Rica no cuenta con la infraestructura necesaria para recibir y almacenar el LNG, razón por la que en el presente estudio no se considerará el gas natural como una fuente potencial de suministro de energía, sin embargo; es conveniente mencionar que el sector industrial se podría beneficiar en caso de que el país desarrolle la infraestructura necesaria.

1.3. Carbón Mineral

Con respecto al carbón mineral, existen reservas probadas por 33 millones de tm del tipo lignítico, el cual posee un 40% de humedad aproximadamente, lo que indica que es posible que antes de ser utilizado en un proceso de gasificación deba ser secado parcialmente.

Tiene la ventaja de que su contenido de azufre es relativamente bajo (1,5%); sin embargo, los yacimientos encontrados en Costa Rica se encuentran en zonas de alta sensibilidad ambiental como reservas indígenas y áreas con bosques primarios. Adicionalmente, el tipo de minería que se utilizaría (cielo abierto), implica un impacto ambiental tal que los

proyectos de explotación han sido cerrados, por lo que no se podría considerar como una fuente existente.

A pesar de lo anterior, al igual que en el caso del gas natural, existe la posibilidad de contemplar su importación, sobre todo considerando que las reservas mundiales de este mineral están mejor distribuidas que las de gas natural y petróleo.

2. Biomasa de actividades agropecuarias

Durante la mayor parte de su historia; la humanidad cubrió sus necesidades energéticas recurriendo a fuentes naturales de energía y no es hasta hace unos 150 años que debido a la revolución industrial fue necesario buscar fuentes más intensivas como el carbón mineral, el gas natural y el petróleo.

Sin embargo, estas fuentes de energía producen emisiones importantes de gases como el CO₂ que contribuyen con el efecto invernadero el cual está relacionado con el cambio climático. Estas emisiones de CO₂ generan un desbalance en su ciclo natural, ya que el carbono que está almacenado en el subsuelo en forma gaseosa, líquida o sólida es extraído y utilizado en procesos de combustión que producen cantidades adicionales de CO₂ que no pueden ser capturadas completamente por los procesos fotosintéticos que ocurren tanto en la superficie de la tierra como en el mar.

El uso de Biomasa como fuente energética en cambio, tiene la ventaja de que el CO₂ atmosférico es utilizado para la producción de sustancias como la celulosa y la lignina; las cuales a su vez, pueden ser empleadas como combustible en procesos de combustión que liberan nuevamente el CO₂ a la atmósfera, lo cual genera un efecto ambiental casi neutro en cuanto al efecto invernadero.

Por otro lado, Costa Rica debe adquirir el 80% de su energía fuera de su territorio lo cual representa una dependencia muy alta de fuentes energéticas extranjeras como el petróleo que dependiendo de su precio podría afectar la estabilidad económica del país dada la necesidad de generar las divisas requeridas para su adquisición.

Por estas razones, el aprovechamiento del recurso biomásico de Costa Rica permitiría reducir tanto la dependencia energética nacional como reducir la generación de gases de efecto invernadero.

2.1. Características de la biomasa disponible en Costa Rica

Si bien existe una gran reserva de recursos biomásicos en las áreas protegidas de Costa Rica, debido a restricciones legales y a los impactos ambientales que se podrían originar no es conveniente considerar como una alternativa energética sostenible el uso de este tipo de recursos para la obtención de energía.

Sin embargo, las actividades agropecuarias generan residuos biomásicos que en muchos casos no son utilizados ni dispuestos adecuadamente, por lo que su uso como fuente energética podría producir importantes beneficios tanto desde el punto de vista ambiental como económico.

La cantidad disponible de este tipo de recursos fue estimada en el año 2006 por medio de la Encuesta de Oferta y Consumo Energético Nacional a partir de la Biomasa en Costa Rica, realizada por la Dirección Sectorial de Energía del MINAET.

Según este estudio, los recursos biomásicos que generaron las actividades agropecuarias de Costa Rica en el año 2006 equivalían a un potencial energético de más de 60 mil TJ y su producción depende de los siguientes factores:

- Áreas sembradas
- Producción de las actividades agrícolas
- Importaciones de productos agrícolas
- Producción pecuaria
- Producción del sector agroindustrial.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería por medio del decreto No. 31344-MAG, estableció de interés público el establecimiento del Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense conocido como INFOAGRO, el cual a partir de diferentes referencias, prepara boletines con información estadística relacionada con este sector y que incluyen los puntos anteriores, por lo que a continuación se procederá a realizar un resumen de las diferentes informaciones estadísticas obtenidas a partir de este Sistema de Información.

2.1.1. Áreas Sembradas

Una gran parte de los residuos biomásicos disponibles según la Encuesta del 2006, son generados como residuos agrícolas de la cosecha (RAC), los cuales son materiales que se obtienen en las plantaciones como es el caso de las plantas, hojas, tallos o raíces no aprovechables en la obtención de alimentos humanos y su producción se considera que depende del área sembrada de los diferentes cultivos.

El Cuadro 1, muestra las áreas sembradas de los principales cultivos agrícolas en los últimos cuatro años. Debido a limitaciones con respecto a la frecuencia de los diferentes censos realizados para obtener estos datos, la información correspondiente a cultivos como el coco o el café podrían no ser la correcta.

Por otro lado, es conveniente mencionar el incremento de las áreas destinadas a ciertos tipos de cultivos como es el caso de la piña la cual prácticamente se duplicó en el periodo 2005-2010.

2.1.2. Producción agrícola

Algunos desechos biomásicos del tipo de cáscaras, fibra de mesocarpio, fibra del pinzote, semillas, etc.; no están directamente relacionadas con el área sembrada sino más bien, con la producción real de los diferentes productos agrícolas.

Por esta razón, en el Cuadro 2, se muestra la producción anual de los principales productos agrícolas de Costa Rica.

2.1.3. Producción agroindustrial

Algunos residuos biomásicos identificados en la Encuesta del 2006, fueron indexados a la producción de actividades agroindustriales por lo que en el Cuadro 3 se resumen las principales producciones de este sector.

2.1.4. Producción Pecuaria

De igual forma, otros residuos caracterizados en la Encuesta del 2006 están asociados a cantidad obtenida de ciertos productos de origen animal cuya producción se aprecia en el Cuadro 4.

2.1.5. Productos Agrícolas Importados

Costa Rica no produce sus necesidades totales de ciertos bienes como el trigo y el arroz cuya industrialización genera residuos que podrían utilizarse en la obtención de energía, por lo que es conveniente que la actualización de la producción de residuos biomásicos considere la información del Cuadro 5 en donde se indica las toneladas métricas importadas de los diferentes productos agrícolas.

Cuadro 1. Área de Costa Rica dedicada a los principales cultivos agrícolas

Periodo 2007 al 2010

(Hectáreas)

Actividades	2007	2008	2009	2010 a/	Variación 2010/09 %	Participación 2010 %
Cultivos industriales	245.750	249.882	248.690	253.793	2,1	52,16
Café	98.681	98.681	98.681	98.681	0,0	20,28
Caña de azúcar	56.200	57.660	53.030	55.830	5,3	11,47
Palma Aceitera	48.406	52.600	55.000	57.000	3,6	11,71
Naranja	25.000	25.000	25.000	25.000	0,0	5,14
Palmito	7.500	6.662	7.700	8.000	3,9	1,64
Coco	4.000	4.000	4.000	4.000	0,0	0,82
Cacao	4.484	4.484	4.484	4.484	0,0	0,92
Macadamia	1.286	621	621	618	-0,5	0,13
Pimienta	124	124	130	130	0,0	0,03
Tabaco	69	50	44	50	13,6	0,01
Frutas Frescas	101.808	103.480	105.159	114.943	9,3	23,62
Banano	43.817	44.313	42.416	42.900	1,1	8,82
Piña	28.160	33.488	40.000	45.000	12,5	9,25
Melón	10.345	8.640	5.703	6.591	15,6	1,35
Sandía	1.020	1.063	990	1.189	20,1	0,24
Plátano	9.600	6.500	6.900	10.000	44,9	2,06
Mango	8.200	8.500	8.500	8.600	1,2	1,77
Papaya	606	840	474	495	4,4	0,10
Fresa	60	136	176	168	-4,5	0,03
Granos Básicos	68.320	72.722	92.026	98.864	7,4	20,32
Arroz	47.252	54.053	63.329	66.415	4,9	13,65
Maíz	9.051	7.358	11.463	9.600	-16,3	1,97
Frijol	12.017	11.311	17.234	22.849	32,6	4,70
Hortalizas	5.731	5.622	5.583	4.796	-14,1	0,99
Papa	2.807	2.690	2.982,6	2.233	-25,1	0,46
Cebolla	1.424	1.382	1.118	1.187	6,2	0,24
Tomate	950	1.000	932,25	826	-11,4	0,17
Chayote	550	550	550	550	0,0	0,11
Raíces Tropicales	15.960	11.659	20.763	14.206	-31,6	2,92
Yuca	11.790	7.511	15.218	9.800	-35,6	2,01
Ñame	2.059	1.916	2.650	1.650	-37,7	0,34
Tiquisque (Lila y Blanco)	1.492	1.663	1.839	1.810	-1,6	0,37
Ñampí (Chamol)	382	373	601	582	-3,2	0,12
Yampí (Papa Chiricana o Papa China)	130	130	349	270	-22,6	0,06
Jengibre	107	66	106	94	-11,3	0,02
Total	437.569	443.365	472.221	486.602	3,0	100,00

a/ Dato Preliminar.

Fuente: SEPSA, con base en información de las instituciones públicas y privadas del Sector Agropecuario y Gerentes de Programas Nacionales

Cuadro 2. Producción de las Principales Actividades Agrícolas de Costa Rica
Periodo 2007 al 2010
(Toneladas métricas)

Actividades	2007	2008	2009	2010 a/	Variación 2010/09	Participación 2010
Cultivos Industriales	5.994.630	5.348.000	5.386.710	5.567.177	3,4%	100,0%
Café	637.148	589.257	481.067	512.132	6,5%	9,2%
Caña de azúcar	4.087.565	3.596.724	3.635.409	3.734.732	2,7%	67,1%
Palma Aceltera	825.000	863.200	897.750	985.800	9,8%	17,7%
Naranja	424.000	278.000	350.000	312.000	-10,9%	5,6%
Palmito	9.900	10.514	12.100	12.100	0,0%	0,2%
Coco	8.000	8.000	8.000	8.000	0,0%	0,1%
Cacao	555	593	650	665	2,3%	0,0%
Macadamia	1.345	638	632	629	-0,5%	0,0%
Pimienta	995	995	1.040	1.040	0,0%	0,0%
Tabaco	122	79	62	79	27,4%	0,0%
Frutas Frescas	4.103.472	3.998.497	3.677.932	4.195.218	14,1%	100,0%
Banano 1/	2.079.106	1.886.767	1.588.742	1.803.941	13,5%	43,0%
Piña	1.547.139	1.667.530	1.682.043	1.976.755	17,5%	47,1%
Melón	251.765	197.273	187.325	187.661	0,2%	4,5%
Sandía	46.920	49.323	45.936	46.894	2,1%	1,1%
Plátano	86.400	85.176	60.000	90.000	50,0%	2,1%
Mango	49.200	50.000	50.000	50.000	0,0%	1,2%
Papaya	41.042	58.408	59.266	35.306	-40,4%	0,8%
Fresa	1.900	4.020	4.620	4.660	0,9%	0,1%
Granos Básicos	207.650	242.052	292.436	296.351	1,3%	100,0%
Arroz granza	179.728	221.474	259.656	264.756	2,0%	89,3%
Maíz	19.486	12.766	23.860	18.765	-21,4%	6,3%
Frijol	8.437	7.812	8.920	12.830	43,8%	4,3%
Hortalizas	200.697	205.954	218.323	191.681	-12,2%	100,0%
Papa	66.050	66.126	74.608	55.711	-25,3%	29,1%
Cebolla	37.067	37.628	35.390	34.940	-1,3%	18,2%
Tomate	53.580	58.200	64.325	57.030	-11,3%	29,8%
Chayote	44.000	44.000	44.000	44.000	0,0%	23,0%
Ralces Tropicales	140.028	145.858	251.380	187.238	-25,5%	100,0%
Yuca 2/	96.928	97.846	189.387	144.745	-23,6%	77,3%
Ñame	25.608	25.542	38.151	19.150	-49,8%	10,2%
Tiulsque	12.954	16.907	13.774	14.212	3,2%	7,6%
Ñampi	2.724	3.661	5.716	5.526	-3,3%	3,0%
Yampi	770	947	2.903	2.340	-19,4%	1,2%
Jenqibre	1.044	955	1.449	1.265	-12,7%	0,7%

a/ Dato Preliminar.

1/ Incluye la producción del banano de exportación y la que se comercializa en el CENADA.

2/ Incluye la producción de yuca que reportan las regiones del MAG, más la que se comercializa en CENADA.

Fuente: SEPSA, con base en información de las Instituciones públicas y privadas del Sector Agropecuario y Gerentes de Programas Nacionales

Cuadro 3. Producción de las principales actividades Agroindustriales de Costa Rica

Periodo 2004 al 2010
(Toneladas métricas)

Producto derivado	2007	2008	2009	2010 a/	Variación 2010/09
Aceite crudo	189.750	198.536	206.482	210.905	2,1%
Arroz pilado	144.739	162.048	167.545	172.965	3,2%
Azúcar	395.863	365.528	398.547	360.503	-9,5%
Café Oro	114.475	106.333	86.412	91.746	6,2%

a/ Dato Preliminar.

Fuente: SEPSA con información de: LAICA, ICAFE, CANAPALMA, CONARROZ.

Cuadro 4. Producción de las Principales actividades Pecuarias de Costa Rica

Periodo 2007 al 2010
(Toneladas métricas)

Actividades	2007	2008	2009	2010 a/	Variación 2010/09	Participación 2010
Avicultura carne	110.377	106.590	110.548	105.149	-4,9%	8,4%
Avicultura huevos	41.887	52.195	51.720	73.548	42,2%	5,9%
Ganado Vacuno	80.847	87.524	92.693	97.486	5,2%	7,8%
Leche de vaca	864.295	889.958	911.743	950.726	4,3%	75,7%
Leche de cabra	19,52	17,75	19,52	20,4	4,5%	0,0%
Porcicultura	48.012	51.853	53.935	53.569	-0,7%	4,3%
Total	1.145.437	1.188.137	1.220.658	1.255.341	2,8%	100,0%

a/ Dato Preliminar.

Fuente: SEPSA, con base en información de las instituciones públicas y privadas del Sector Agropecuario y Gerentes de los Programas Nacionales.

Cuadro 5. Importaciones de principales productos agrícolas de Costa Rica

Periodo 2007 al 2010
(Toneladas métricas)

Partida	Descripción	2007	2008	2009	2010	Variación 2010/09	Participación 2010
1005902000	Maíz amarillo	607.483	613.697	565.642	595.403	5,3%	24,0%
1201009000	Frijol de soya	301.016	203.572	229.815	228.965	-0,4%	9,2%
1001900010	Los demás trigos	153.342	176.129	127.187	153.898	21,0%	6,2%
071332-071333	Frijoles	38.981	52.854	35.802	42.538	18,8%	1,7%
100610	Arroz con cáscara	183.052	102.594	110.065	84.491	-23,2%	3,4%
2106903019	Los demás jarabes y concentrados para la preparación de bebidas gaseadas	957	1.042	1.172	1.145	-2,3%	0,0%
3808929012	Otros fungicidas para uso agrícola	8.486	7.237	3.011	5.897	95,8%	0,2%
1001100000	Trigo duro	53.468	47.795	112.557	90.334	-19,7%	3,6%
3808502912	Fungicidas para uso agrícola	2.771	2.916	1.203	2.936	144,1%	0,1%
3808919022	Insecticidas para uso agrícola	3.610	4.321	1.902	5.021	164,0%	0,2%
3104200000	Cloruro de potasio	83.390	82.111	40.837	46.316	13,4%	1,9%
190110	Preparaciones para la alimentación infantil	2.344	2.193	2.437	3.001	23,1%	0,1%
0808100000	Manzanas	13.897	14.207	13.348	15.006	12,4%	0,6%
3102300000	Nitrato de amonio, incluso en disolución acuosa.	104.369	97.559	71.766	48.594	-32,3%	2,0%
1904109090	Los demás productos basados en cereales por metodo de inflado	5.505	5.683	5.953	5.761	-3,2%	0,2%
1704900090	Otros artículos de confitería sin cacao	8.178	9.462	5.783	5.065	-12,4%	0,2%
03034	Atunes	9.076	13.975	11.997	5.504	-54,1%	0,2%
	Otros	969.255	1.014.609	1.053.165	1.140.747	8,3%	46,0%
	Total	2.549.178	2.451.956	2.393.643	2.480.623	3,6%	100,0%

Fuente: SEPSA, con información del BCCR

2.1.6. Biomasa producida por actividades Agropecuarias

La Encuesta de Oferta y Consumo Energético Nacional a partir de la Biomasa en Costa Rica realizada en el año 2006, permitió calcular índices de producción de biomasa a partir de datos relacionados con las actividades agropecuarias cuyos indicadores se han resumido en la sección anterior.

2.1.7. Características físico químicas y producción específica

La Encuesta de Oferta y Consumo Energético Nacional a partir de la Biomasa en Costa Rica, permitió además determinar la producción específica de los diferentes tipos de residuos y sus principales características físico-químicas, las cuales se resumen en los Cuadros 6 al 15.

Cuadro 6. Propiedades de los Residuos de la producción de Aceite de Palma (1)

Características de la cáscara del coquito

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m	10,0	18,0	14,3
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			22594
Producción	tm/tm de aceite crudo	0,22	0,15	0,18
Uso Actual	Combustible			
Tecnología de conversión energética primaria	Caldera			
Eficiencia de conversión a vapor (2)	%	84,4	66,6	71,2
Tecnología de conversión energética secundaria	Turbinas de vapor			
Eficiencia de conversión de vapor a electricidad	%	8,7	3,1	7,5

Características de la Fibra del Pinzote

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m	50,0	50,0	50,0
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			No reportado
Producción	tm/tm de aceite crudo	1,04	0,80	0,88
Uso Actual	Abono Orgánico			
Tecnología de conversión energética primaria	Calderas (3)			

Características de la fibra del mesocarpio

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m	40,0	40,0	40,0
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			10193,1
Producción	tm/tm de aceite crudo	0,64	0,50	0,54
Uso Actual	Combustible			
Tecnología de conversión energética primaria	Caldera			
Eficiencia de conversión a vapor (3)	%	84,4	66,6	71,2
Tecnología de conversión energética secundaria	Turbinas de vapor			
Eficiencia de conversión de vapor a electricidad	%	8,7	3,1	7,5

Características del efluente

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m	NA	NA	NA
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			
Producción	tm/tm de Aceite crudo			3,63
Uso Actual	Ninguno			
Tecnología de conversión energética primaria	Biodigestión			
Conversion actual a biogas (4)		0,00%		
Producción estimada de Biogas por tm de efluente (Sm3) (1)		23,79		

(1) Basado en información obtenida de entrevistas

(2) El vapor también se produce a partir de la fibra del mesocarpio

(3) Dadas sus características es posible reducir su humedad mediante un prensado mecánico y posteriormente utilizarlo como combustible en calderas

(4) Porcentaje del efluente que es utilizado para producir biogás

Cuadro 7. Propiedades de Residuos Animales

Características de la boñiga (1)

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m			
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			
Producción	tm/animal-año	7,11	0,28	4,26
Tecnología de conversión energética primaria	Biodigestión			
Producción estimada de Biogas por tm de boñiga (Sm3) (2)	19,98			

(1) Basado en información obtenida de entrevistas

(2) Supuestos: Contenido de materia seca orgánica= 6,89% , producción 0,29 m3/kg de materia organica seca

Características de la pollinaza (1)

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m			
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			
Producción	tm/animal-año	0,00518	0,00003	0,00161
Tecnología de conversión energética primaria	Biodigestión			
Producción estimada de Biogas por tm de pollinaza (Sm3) (2)	96,78			

(1) Basado en información obtenida de entrevistas

(2) Supuestos: Contenido de materia seca orgánica= 19,75% , producción 0,49 m3/kg de materia orgánica seca

Características de la cerdaza (1)

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m			
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			
Producción	tm/animal-año	0,42	0,05	0,16
Uso Actual	Abono, alimento animal y producción de energía			
Tecnología de conversión energética primaria	Biodigestión			
Producción estimada de Biogas por tm de cerdaza (Sm3) (2)	19,19			

(1) Basado en información obtenida de entrevistas

(2) Supuestos: Contenido de materia seca orgánica= 4,68% , producción 0,41 m3/kg de materia organica seca

Cuadro 8. Propiedades de Residuos Vegetales.

Características del Banano de segunda

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m			
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			
Producción	tm/tm de banano	0,40	0,01	0,114
Uso Actual	Alimento Animal y Humano			
Tecnología de conversión energética primaria	NA			

Características de la fibra del pinzote

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m			
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			
Producción	tm/tm de banano	0,35	0,0017	0,094
Uso Actual	Abono Orgánico			
Tecnología de conversión energética primaria	Prensado y uso directo			
Producción estimada de fibra por tm de pinzote (kg) (2)	80			

(1) Basado en información obtenida de entrevistas

(2) CONICIT, Boletín Ciencia y Tecnología No. 22, Marzo 2004

Cuadro 9. Propiedades de los residuos de los mataderos**Características de los Desechos de Carne**

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m			
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			
Producción	kg/cerdo			2,18
Producción	kg/res			16,00
Producción	kg/pollo			0,30
Uso Actual	alimento animal			
Tecnología de conversión energética primaria	Biodigestores			
Producción estimada de Biogas por tm de desechos (Sm3) (2)	270,00			

Características del Sebo

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m			
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			
Producción	tm/res			0,032
Uso Actual	Producción de Jabón			
Tecnología de conversión energética primaria	Biodigestores			
Producción estimada de Biogas por tm de desechos (Sm3) (3)	478,80			

Características de los Lodos de mataderos

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m			
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			
Producción (1)	m3/animal-año			0,036
Uso Actual				
Tecnología de conversión energética primaria	Biodigestores			
Producción estimada de Biogas por tm de desechos (Sm3) (4)	111,54			

(1) Basado en información obtenida de entrevistas

(2) Supuestos: Contenido de materia seca orgánica= 33,75% , producción 0,8 m3/kg de materia orgánica seca

(3) Supuestos: Contenido de materia seca orgánica= 50,4% , producción 0,95 m3/kg de materia orgánica seca

(4) Supuestos: Contenido de materia seca orgánica= 13,12% , producción 0,85 m3/kg de materia orgánica seca

Cuadro 10. Propiedades de la leña obtenida de Cafetales

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad (1)	% m/m			11,0
Poder Calórico Superior (húmedo) (1)	kJ/kg			16020,0
Producción	tm/hectárea	4,3	0,1	2,9
Tecnología de conversión energética primaria	horno			

(1) Bouille D., Gallo G. , Análisis de la contribución forestal a la producción de energía en América Latina, Fundación Bariloche, Depósito de documentos FAO

Cuadro 11. Propiedades de los residuos de la producción de Café**Características de la brosa del café**

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m	85,0	80,0	81,9
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			
Producción	tm/tm de café oro	2,3	2,2	2,26
Uso Actual	Abono			
Tecnología de conversión energética primaria	Biodigestión			
Producción de biogas por tm seca de brosa (Sm3) (2)	201			

Características de la cascarilla del café

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m	12,0	10,0	6,7
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			17900,0
Producción	tm/tm de café oro	0,24	0,22	0,23
Uso Actual	Combustible			
Tecnología de conversión energética primaria	Hornos			
Consumo específico de cascarilla	MJ/tm de café oro	4241,5	3891,3	4050,2

Características del mucílago

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m	70,0	70,0	70,0
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			
Producción	tm/tm de café oro	0,90	0,90	0,90
Uso Actual				
Tecnología de conversión energética primaria	Biodigestión			
Conversion actual a biogas (1)				
Producción de biogas por tm de mucílago (Sm3) (3)	61,67			

(1) Basado en información obtenida de entrevistas

(2) LARDE, G. Producción de biogás con pulpa de café, Instituto Salvadoreño de Investigaciones de Café

(3) Cafeco, Estudio de factibilidad para la autosuficiencia energética del beneficio ATAPASCO

Cuadro 12. Propiedades de los residuos de la producción de Arroz**Características de la cascarilla de arroz (1)**

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m	21	5	13
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg	15884	13913	14809
Producción	tm/tm de arroz	0,30	0,13	0,21
Tecnología de conversión energética primaria	Hornos			
Consumo energético específico	MJ/tm arroz secado	3500,29	1194,27	1564,58

(1) Basado en información obtenida de entrevistas

Características de la semolina

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m	13,50	12,00	12,62
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			
Producción	tm/tm de arroz	0,18	0,09	0,15
Uso Actual	Alimento animal			

Cuadro 13. Propiedades de los residuos de los Aserraderos**Características del Aserrín**

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m	20,0	15,0	17,4
Poder Calórico Superior (húmedo) (2)	kJ/kg			14861
Producción	tm/m3 de madera	0,23	0,01	0,14
Tecnología de conversión energética primaria	Caldera			

Características de burucha

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad (3)	% m/m			
Poder Calórico Superior (húmedo) (2)	kJ/kg			
Producción	m3/m3 de madera			0,05
Tecnología de conversión energética primaria	Hornos			

Características de la leña

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m			20,0
Poder Calórico Superior (húmedo) (4)	kJ/kg			14400
Producción	tm/m3 de madera	0,45	0,005	0,22
Tecnología de conversión energética primaria	Hornos			

(1) Basado en información obtenida de entrevistas

(2) Se considera el mismo poder calórico de la leña en base seca

(3) Se considera la misma humedad del aserrín

(4) Bouille D., Gallo G., Análisis de la contribución forestal a la producción de energía en América Latina, Fundación Bariloche, Depósito de documentos FAO

Cuadro 14. Propiedades de los residuos de la producción de Azúcar (1)**Características del Bagazo reportadas**

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m	52,0	48,0	50,3
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg	9500,5	8740,0	9055,9
Producción	tm/tm de azúcar	4,0	2,5	3,3
Uso Potencial directo	Combustible			
Tecnología de conversión energética primaria	Caldera			
Tecnología de conversión energética secundaria	Generadores eléctricos a vapor			

Características de la cachaza

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m	80,0	50,0	70,6
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			
Producción	tm/tm de azúcar	1,96	0,13	0,59
Tecnología de conversión energética primaria	Biodigestión			
Producción estimada de Biogas por tm de cachaza (Sm3) (2)	40			

Características de los Residuos Agrícolas de la Cosecha de Caña

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m			
Poder Calórico Superior (húmedo) (2)	kJ/kg			10900,4
Producción	tm/tm de azúcar	NA	NA	2,6
Tecnología de conversión energética primaria	Calderas y hornos			

(1) Basado en información obtenida de entrevistas

(2) Fuente: Valdés, Antonio, "Combustibles y energías renovables a partir de la biomasa azucarera". Depósitos de documentos de la FAO

Cuadro 15. Propiedades de los residuos del procesamiento de las frutas y los residuos de la cosecha de la piña

Características de los desechos de frutas (1)

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad	% m/m	90,0	30,0	81,1
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			
Producción				
Tecnología de conversión energética primaria		Biodigestión		
Producción estimada de Biogas por tm de desechos (Sm3) (2)		234,36		

(1) Basado en información obtenida de entrevistas

(2) Supuestos: Contenido de materia seca orgánica= 41,85% , producción 0,56 m3/kg de materia organica seca

Características de los Residuos de la cosecha (RAC) de Piña

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad (1)	% m/m			87,0
Poder Calórico Superior (húmedo) (1)	kJ/kg			2013
Producción	tm/tm de piña			3,7
Uso Actual		ninguno		
Tecnología de conversión energética primaria		Calderas		

Características de la corona de la Piña

Característica	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio
Humedad (2)	% m/m			87,0
Poder Calórico Superior (húmedo)	kJ/kg			2013
Producción	tm/tm de piña			0,012
Uso Actual		ninguno		

(1) Laboratorio Químico de la UEN Producción, ICE "Caracterización físico química de la Piña, Material ME-2" Set-07

(2) Se considera la misma humedad que los RAC

2.2. Producción Nacional de Biomasa

Tomando en cuenta la información resumida en la sección anterior, ha sido posible actualizar las cantidades de biomasa disponible según la producción del año 2010, las cuales aparecen resumidas en el cuadro No. 16. Algunos datos relacionados con el número de animales y la producción de ciertas frutas no ha sido posible actualizarlas con base en la información obtenida del sistema de información INFOAGRO, por lo que se ha considerado conveniente para los objetivos de este estudio, mantener las cantidades proyectadas a partir de la Encuesta desarrollada en el año 2006.

Tal y como se observa en este cuadro, la cantidad disponible de biomasa permitiría obtener 64 402 TJ alrededor de 4000 TJ más de lo que se determinó en la Encuesta del 2006 debido principalmente al aumento en la generación de RAC de piña provocado por el aumento en el área cultivada.

Cuadro 16. Producción Nacional de los principales residuos Biomásicos de las actividades agropecuarias de Costa Rica durante el año 2010

BIOMASA	OFERTA DE ENERGIA POTENCIAL (TJ)
Bagazo	10929,3
Cachaza	214,5
RAC Caña de azúcar	10291,0
Brosa	191,7
Cascarilla del café	371,6
Mucílago	129,0
Cascarilla del arroz	531,8
Fibra seca de Pinzote de banano	250,9
Cáscara de coquito de palma	844,1
Fibra del mesocarpio de palma	1171,0
Fibra seca del pinzote de palma	1724,5
Efluente de la extracción de la palma	462,7
Aserrín	3009,3
Burucha y otros residuos de madera	522,4
Leña Cafetales	7916,5
Leña Madera	4806,7
Pollinaza	2433,5
Cerdaza	50,4
Boñiga	813,6
Desechos de frutas	1384,2
RAC Piña	15601,5
Corona de la piña	50,1
Residuos mataderos	200,0
Sebo	139,7
Abopac y otros	0,0
Residuos de embutidos	1,6
TOTAL	64041,6

Obsérvese que los residuos que presentan el mayor potencial corresponden al bagazo y a los residuos de las cosechas de caña de azúcar y piña. En el caso del bagazo, el mismo ya está siendo utilizado en procesos energéticos mientras que los otros dos, aun no son aprovechados en la obtención de energía y su disposición, genera problemas de carácter ambiental, por lo que su utilización generaría importantes beneficios para los productores y el país.

2.3. Consumo Actual de biomasa

Parte de la biomasa producida en las actividades agropecuarias es consumida en la producción final de los productos agrícolas ya sea con fines energéticos como no energéticos; por lo que no está disponible para ser utilizada con otros fines energéticos.

El Cuadro 17, permite observar el consumo estimado de cada tipo de residuo en cada uno de estos sectores.

Cuadro 17. Consumo de los principales residuos Biomásicos de las actividades agropecuarias de Costa Rica, Año 2010

(TJ)

Biogas	13,3
Bagazo	10437
RAC Caña de azúcar	0
Cascarilla del café	372
Cascarilla del arroz	194
Fibra seca de Pinzote de banano	0
Cáscara de coquito de palma	844
Fibra del mesocarpio de palma	1171
Fibra seca del pinzote de palma	0
Aserrín	3009
Burucha y otros residuos de madera	522
Leña Cafetales	7916
Leña Madera	4807
RAC Piña	0
CONSUMO TOTAL DE ENERGIA	29285

2.4. Biomasa Disponible para fines energéticos

Tomando en cuenta la información de los Cuadros 16 y 17, es posible determinar la cantidad de energía disponible a partir de los residuos biomásicos de las actividades agropecuarias en Costa Rica, la cual aparece resumida en el Cuadro 18.

Es necesario aclarar, que la misma encuesta realizada en el año 2006, permitió concluir que el uso actual de ciertos tipos de biomasa como el bagazo, la cascarilla de arroz, la fibra del pinzote y la cascarilla del coquito de la palma africana no es el más eficiente, por lo que la ejecución de proyectos de eficiencia energética podrían aumentar las cantidades de energía disponible que aparecen en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Energía disponible en residuos Biomásicos en Costa Rica, Año 2010

(TJ)

Biogas	6008
Bagazo	492
RAC Caña de azúcar	10291
Cascarilla del café	0
Cascarilla del arroz	338
Fibra seca de Pinzote de banano	251
Cáscara de coquito de palma	0
Fibra del mesocarpio de palma	0
Fibra seca del pinzote de palma	1725
Aserrín	0
Burucha y otros residuos de madera	0
Leña Cafetales	0
Leña Madera	0
RAC Piña	15602
Corona de Piña	50
ENERGIA DISPONIBLE TOTAL	34756

3. Biocombustibles

El potencial de producción de biocombustibles depende del terreno que se dedique para su producción.

Tal y como se observa en la Figura 1, Costa Rica cuenta con más de 798 mil hectáreas que poseen una aptitud alta o moderada para el cultivo de palma africana, sin contar áreas protegidas. Sin embargo, estas hectáreas podrían coincidir con las áreas cultivadas de otros productos agrícolas.

Es conveniente mencionar que de acuerdo con el Cuadro 1 existen alrededor de 57 mil hectáreas que ya están sembradas de este tipo de cultivo, sin embargo; la mayor parte de esta área se encuentra concentrada en el Valle de Coto Brus y en la zona de Parrita en donde de acuerdo con la Figura 1, las tierras muestran una aptitud marginal o no utilizable debido a la alta precipitación existente en la zona, sin embargo a pesar de que en teoría esta área podría no ser apta para el cultivo de palma africana; ha sido posible obtener productividades altas mediante la construcción de drenajes.

Por lo anterior y con el fin de determinar el potencial mínimo de producción de biocombustibles, se considerará que al menos 369 mil hectáreas podrían dedicarse al cultivo de Palma Africana ya que el resto podría estar destinado a otros cultivos.

Considerando que una hectárea podrían producir 5 tm de aceite; se tiene que con esta área sería posible obtener 81 186 TJ/año

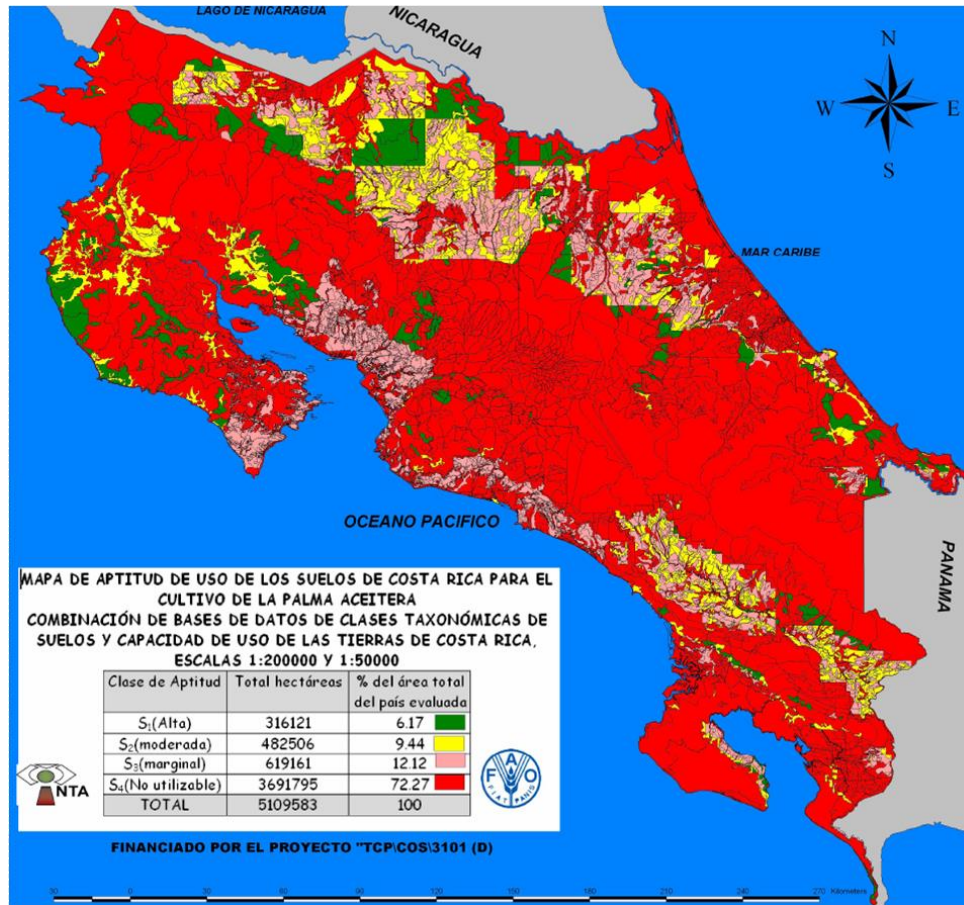


Figura 1. Aptitud de las áreas existentes en Costa Rica para el cultivo de Palma Africana

Por otro lado, es conveniente mencionar que la inversión total para establecer una hectárea de palma africana es de 3 mil a 5 mil dólares sin incluir el costo del terreno (10 mil dólares por hectárea), por lo que la inversión total mínima para poder cultivar las 369 mil hectáreas sería entre 1100 y 1850 millones de dólares.

De igual forma, no se tiene certeza si el establecimiento de estos cultivos podría requerir un cambio en el uso del suelo o si actualmente posee bosques secundarios o primarios por lo que su uso podría ser inconveniente para las metas de conservación del ambiente de Costa Rica.

Por lo anterior, para efectos de este estudio se considerará que el potencial de producción de biodiesel equivale al 70% de la producción nacional de aceite por lo que se tiene un potencial energético de 6 499 TJ.

Con respecto al etanol; del estudio “Diagnóstico Energético del Sector Transporte y Proyección del Consumo de Combustibles y Biocombustibles y Emisiones GEI en Centroamérica al año 2020”; se puede estimar que actualmente, la cantidad de etanol que podría obtenerse a partir de las melazas de la caña de azúcar podría alcanzar los 40 mil m³/año, lo que representa una energía equivalente de 960 TJ.

4. Cultivos forestal-energéticos

Los cultivos energéticos son grandes plantaciones de árboles o plantas cuyo fin específico es el de producir energía. Para ello se seleccionan árboles o plantas de crecimiento rápido y bajo mantenimiento, las cuales usualmente se cultivan en tierras de bajo valor productivo. Su período de cosecha varía entre los tres y los diez años. En el caso de plantaciones forestales se prefiere el uso de especies con alta capacidad de rebrote que puedan ser cosechados varias veces durante su turno crecimiento, para maximizar la capacidad de productiva de la plantación.

El desarrollo y la implementación de nuevas tecnologías de producción, transporte, manipulación y almacenamiento de combustibles de biomasa de madera, conjuntamente con el desarrollo de mecanismos de combustión más eficientes y más limpios, así como el desarrollo de nuevas tecnologías de producción de biocombustibles a partir de biomasa, está contribuyendo a convertir las plantaciones forestales energéticas en una de las fuentes de energía renovable más seguras, sostenibles y más competitivas desde el punto de vista de los costos de generación.

Si los bosques secundarios y las plantaciones forestales se cultivan, se manejan y se cosechan adecuadamente, representan una fuente renovable y sostenida de materia prima para la producción de biocombustibles, sin contaminación ni alteración del medio ambiente, sin producción adicional de gases de “efecto invernadero” ya que por el contrario, al incrementarse las áreas boscosas se aumenta la cantidad de carbono secuestrado, cuyo mercado mundial se encuentra en expansión.

4.1. Cultivos Potenciales

Las especies forestales a utilizar en plantaciones energéticas deben maximizar la producción de materia seca por unidad de área al año, y por otro lado deben permitir minimizar los costos de establecimiento y mantenimiento de las mismas (uso de fertilizantes, herbicidas, pesticidas, etc.). Por otro lado deben ser especies de rápido crecimiento adaptadas a malas condiciones de sitio, es decir suelo de baja fertilidad, para no tener que recurrir al uso de suelos tradicionalmente utilizados en agricultura tradicional. Así mismo, es deseable que tengan capacidad de rebrote, para no tener que volver a plantar, y así aprovechar las plantaciones tres o cuatro veces antes que tener que recurrir a plantar nuevamente.

Finalmente es necesario que tengan un alto potencial energético o potencial para ser convertidas a otras formas de energía. Tres variables que determinan esta capacidad son la composición química, humedad, y el poder calórico de madera. Este último está altamente influenciado por el contenido de humedad. Sin embargo, la humedad es un factor controlable, aunque su reducción implica un aumento en los costos de producción.

FAO (2001) indica que las especies mejor adaptadas son las especie pioneras, los géneros Pinus, Eucalyptus, Acacia, Mimosa, y Leucaena. Otros géneros citados en la literatura son

Proposis, Causarina, y Trema. El Eucalipto es una de las especies mayor utilizadas reportando rendimientos entre 20 y 43 t/ha/año en clones seleccionados de esta especie (Klass, 1998).

Los materiales leños y fibrosos tienen un poder calórico entre 9 y 12 MJ/kg con base húmeda y un promedio de 18,5 MJ/kg con base seca. Para especies como del genero Pinus y Eucaliytus se han reportado valores de poder calórico superior a 21,2 y 18,7 MJ/kg de biomasa seca respectivamente (Klass, 1998). En el cuadro No. 19 se presentan las características de especies utilizadas en plantaciones energéticas. Considerando como variables principales la tasa de acumulación de biomasa (IMA) medido en toneladas métricas de materia seca (tbs)y el poder calórico se pueden clasificar estas especies según su potencial de la siguiente forma:

1. *Leucaena leucocephala*
2. *Acacia mangium*
3. *Eucalyptus glóbulos*
4. *Eucalyptus globulos*
5. *Gmelina arborea*
6. *Ecualyptus saligna*
7. *Pinus caribaea*
8. *Gliricidia sepium*

Sin embargo, al incluir en el análisis la variable “adaptabilidad a condiciones de sitio marginales”, es posible que las especies que tienen mayor potencial para plantaciones energéticas en Costa Rica sean *Acacia mangium*, seguida de *Eucalyptus camaldulensis*, y *Eucalyptus globulus*. Este resultado coincide con la experiencia desarrollada en los proyectos bio-energéticos de Nicaragua, en donde la especie *Leucaena leucocephala* fue eliminada del programa de producción de biomasa debido a su menor productividad en comparación con *Eucalyptus camaldulensis* (Silva, 1995).

Cuadro 19. Especies forestales potenciales para plantaciones energéticas en América Latina

Nombre científico	Nombre común	Capacidad de Rebrote	Poder Calórico (MJ/kg)	Densidad de la madera	IMA Biomasa (tbs/ha/año)	Adaptabilidad
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto	Si	18,7	0,75	14.5 -19.5 (4 años)	Alta
<i>Acacia mangium</i>	Acacia	Si	20 - 25,5	0,625 t/m3	15- 25 (5 años)	Alta
<i>Pinus caribaea</i>	Pino caribe	No	21,2	0,48	10	Alta
<i>Leucaena leucocephala</i>	Ipil-Ipil	Si	16,1	0,54	22 - 40 (2 años)	Media
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Si	18.4	0,740 – 0,830 t/m3	18 - 30 (6 años)	Media
<i>Gmelina arborea</i>	Melina	Si	20.0	0,48	18,03 (8 años) 12,0 (2 años)	Media
<i>Gliricidia sepium</i>	Madero Negro	Si	20.4	0,433	4.5-8.5 (5 años)	Media
<i>Eucalyptus saligna</i>	Eucalipto	Si	18,3	0.42	13,3 (8 años)	Alta

4.2. Producción por hectárea

Las plantaciones energéticas se manejan usando el sistema silvicultural de “monte bajo”, es decir con turnos de rotación de 15 a 20 años, pero con ciclos de corta de 4 a 5 años. Bajo este sistema se establece una nueva plantación cada 15 a 20 años de una densidad de 2000 árboles/ha, turno de manejo que depende de la capacidad de rebrote de la especie y la calidad del sitio en donde se establecen estas plantaciones.

Considerando una producción de 15 tbs/ha-año y que Costa Rica fácilmente podría destinar 50 mil hectáreas de suelos no aprovechables para la obtención de alimentos y que no impliquen cambios en el uso del suelo, se tiene que la producción de energía mediante cultivos energéticos puede alcanzar los 13 500 TJ por año.

5. Energía Solar

La superficie del territorio de Costa Rica recibe un promedio de radiación media mensual entre 12 y 16 MJ/m² día, así que podemos hablar de un valor medio igual a 14 MJ/m² día.

Para obtener una aproximación del grueso del potencial de energía solar, es decir, la cantidad total de energía anual que incide sobre la masa de la tierra del país, se realiza el siguiente cálculo:

$$E_{\text{total}} = 14 \text{ MJ/m}^2 * 365 \text{ días} * 52000 \text{ km}^2$$

Obteniendo un valor de 265,7 EJ/año. Este valor es muy significativo al hablar del potencial solar del país (Wright, J. 2005) ya que equivale a un 60% más de la energía obtenida a partir de los derivados del petróleo en todo el mundo.

Sin embargo, el aprovechamiento de esta energía posee implicaciones técnicas y económicas que restringe su uso en Costa Rica al calentamiento de agua para uso residencial y comercial. Considerando que de acuerdo con la Encuesta de Demanda Eléctrica Nacional por sector y uso del 2007, el 57% de las casas posee termo ducha o tanque de agua caliente y tomando en cuenta que un consumo promedio 5 kWh al día por hogar se tiene que el potencial real de aprovechamiento de energía solar es de 3285 TJ.

6. Energía geotérmica

De acuerdo con el Proyecto de Ley para el Aprovechamiento de la Energía Geotérmica en el Área de Conservación Guanacaste, el país cuenta con un potencial de este tipo de energía equivalente a los 865 MW de los cuales se han explotado alrededor de 195 MW.

Considerando un factor de planta del 90%, la oferta de energía disponible a partir de esta fuente equivale a 19 016 TJ por año.

7. Energía Eólica

La misma fuente mencionada en la sección anterior, indica que el potencial de energía eólica del país equivale a 600 MW de los cuales ya se han instalado plantas que generar en conjunto 129 MW, por lo que considerando un factor de planta del 35%; la oferta energética disponible a partir del viento alcanzaría los 5199 TJ/año.

8. Energía Hidroeléctrica

Tanto el Plan de Expansión de la Generación Eléctrica como el Proyecto de Ley para el Aprovechamiento de la Energía Geotérmica en el Área de Conservación Guanacaste, indican que Costa Rica cuenta con 4941 MW de energía hidroeléctrica que aun no ha sido desarrollada los cuales con un factor de planta del 50% permitirían producir cerca de 77 910 TJ/año.

9. Resumen de las fuentes de energía disponibles en Costa Rica

En el Cuadro 20, se presentan un resumen de las fuentes de energías renovables existentes en Costa Rica.

Cuadro 20. Energía Renovable Total Disponible en Costa Rica en el año 2010
(TJ)

Hidro	77910
Geotérmica	19016
Biocombustibles	7459
Biomasa y Cultivos Forestales	48256
Eólica	5941
Total	158582

Tal y como se observa en el Gráfico 1, esta energía es un 46% superior a la que obtiene el país de los derivados del petróleo; sin embargo; es conveniente señalar que únicamente un 6,9%% de estos combustibles puede ser sustituido en el corto plazo directamente por energía renovable (biocombustibles).

La biomasa por su parte, podría utilizarse para sustituir el consumo de coque de petróleo utilizado en las cementeras o en otras aplicaciones industriales que actualmente emplean diesel o fuel oil como combustible.

Finalmente, es importante señalar que tal y como se observa en el gráfico No.2 la energía renovable disponible exceptuando los biocombustibles, permitirían generar 6592 MW, con lo que podrían satisfacerse las necesidades futuras del resto de países centroamericanos para los próximos 10 años.

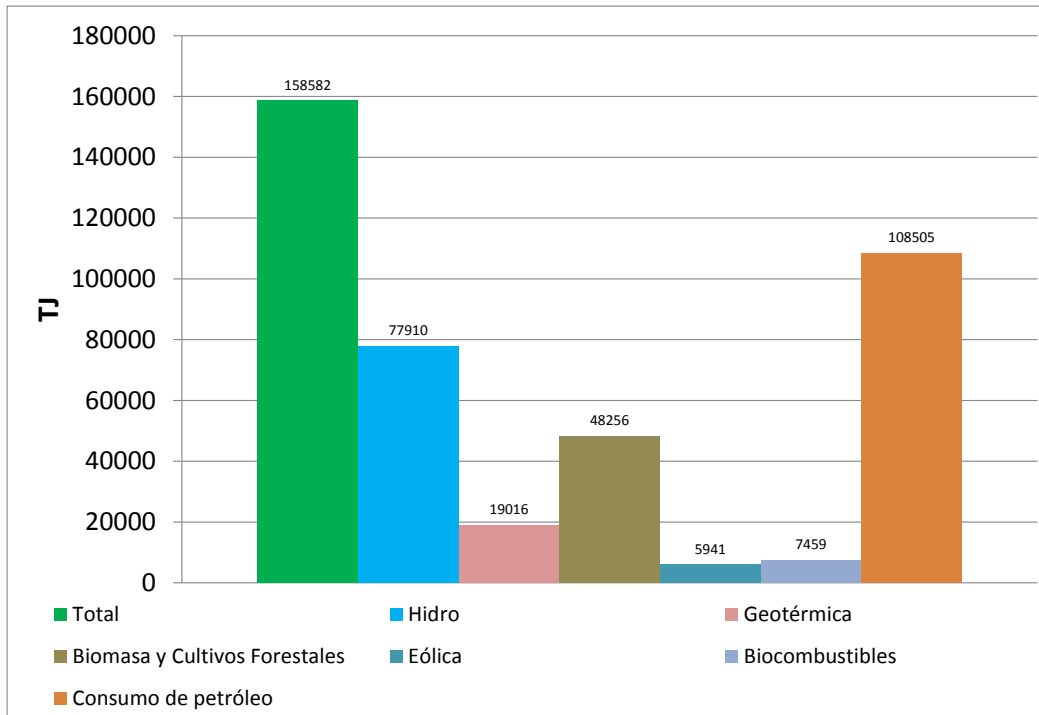


Gráfico 1. Resumen de potencial de energías renovables de Costa Rica en el año 2010

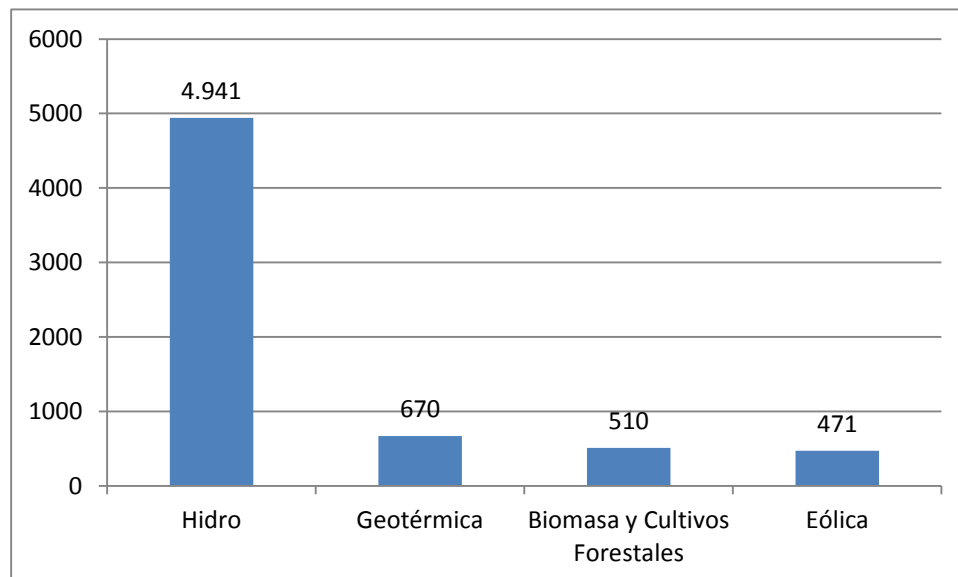


Gráfico 2. Potencial de generación a partir de las energías renovables disponibles en Costa Rica en el año 2010

Bibliografía

Ramírez, F. 2006. Encuesta de Oferta y Consumo Energético Nacional a partir de la Biomasa en Costa Rica. Dirección Sectorial de Energía.

Roldán, C. 2004. “Análisis Actual y Tendencias Futuras de la Producción de Electricidad a partir del uso del Hidrógeno”, ICE.

Dirección Sectorial de Energía, 2010. Balance Energético Nacional

FAO. 2001. UWET_Unified wood energy terminology. Wood Energy Programme, FAO Forestry Department. FAO. Italia. 24 P.

Fonseca, W. 2005. Crecimiento de Bosques Secundarios en el Área de Conservación Pacífico Central. Estudio preparado para el Proyecto Ecomercados II. MINAE-FONAFIFO.

Klass, D. 1998. Biomass for renewable energy, fuels, and Chemicals. Academic Press. USA. 649 p.

Quesada, R. 2005. Manual para el Manejo de Bosques Secundarios en Costa Rica. Estudio preparado para el Proyecto Ecomercados II. MINAE-FONAFIFO.

Silva, P. 1995. Memoria de Reunión Regional sobre Generación de Electricidad a partir de Biomasa. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Dirección de productos forestales, FAO, Roma. SERIE FORESTAL No 7. Montevideo, Uruguay, 23
<http://www.fao.org/docrep/t2363s/t2363s0o.htm#TopOfPage>. Consultado el 25 de julio del 2009.

ANEXO 2
“Propuesta Final para la Apertura del Programa de
Energías Limpias del TEC”

. Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuelas

Diseño Industrial

Biología

Química

Física

Ingeniería en Electromecánica

Ingeniería Agrícola

Ingeniería Agropecuaria Administrativa

Ingeniería Forestal

Ingeniería en Producción Industrial

Ingeniería Electrónica

Matemática

Ingeniería de los Materiales

Propuesta de creación de Programa:

Programas de Energías Limpias del Instituto Tecnológico de Costa Rica (PELTEC)

Preparado por:

Carlos Roldán Villalobos

Cartago

Noviembre 2009

Nombre Del Programa

Programas de Energías Limpias del Instituto Tecnológico de Costa Rica (PELTEC)

Escuelas proponentes:

Las escuelas proponentes son:

Diseño Industrial
Biología
Química
Física
Ingeniería en Electromecánica
Ingeniería Agrícola
Ingeniería Agropecuaria Administrativa
Ingeniería Forestal
Ingeniería en Producción Industrial
Ingeniería Electrónica
Matemática
Ingeniería de los Materiales

Líneas de investigación:

Con el fin de cumplir los objetivos específicos; tal y como se aprecia en la figura No. 1 se plantea que el PELTEC esté compuesto de cuatro áreas, los cuales contarán con los recursos necesarios para realizar sus actividades.

Dependencia Energética

Costa Rica debe adquirir el 80% de su energía en el exterior. Este nivel de dependencia es sumamente alto y representa un gran riesgo para el desarrollo del país debido a la necesidad de dedicar recursos importantes para su adquisición. Por esta razón se pretende que en este subprograma se realicen actividades de concientización acerca de la necesidad de desarrollar fuentes propias de energía y establecer políticas a largo plazo que garanticen el suministro de energía de las generaciones futuras.

Inicialmente se plantea que esta área sea desarrollada por la coordinación del programa.



Figura 1. Estructura del Programa de Energías Limpias del ITCR

Energías Renovables

Energía Solar

Esta fuente de energía puede ser considerada como la raíz de todas las fuentes renovables de energía. Sin embargo; su uso directo se encuentra muy reducido debido a su baja concentración.

Por ser un país tropical, Costa Rica cuenta con una radiación solar alta la cual no está siendo aprovechada, por lo que se pretende que este subprograma permita desarrollar los diferentes sistemas solares tanto térmicos como fotovoltaicos.

Dada las características de los diferentes sistemas asociados con el aprovechamiento de la energía solar, este subprograma podrá ser desarrollado por las Escuelas de Física y las de Ingeniería en Producción Industrial, Electromecánica, Agrícola, Agropecuaria Administrativa y Diseño Industrial.

Biocombustibles

Es posible obtener combustibles líquidos como etanol y biodiesel a partir de ciertos tipos de cultivos como jatropha, palma africana, caña de azúcar, yuca, productos ricos en celulosa, etc.

Adicionalmente, existen proyectos relacionados con la obtención de aceite a partir de microalgas que ya se encuentran en proceso de realización. Se pretende con este subprograma, realizar investigaciones adicionales que permitan obtener biocombustibles de segunda, tercera y cuarta generación, las cuales podrían estar adscritas a Escuelas como Forestal, Química y Biología.

Por otro lado, dependiendo del tipo de biomasa, la misma puede ser utilizada directamente como combustible de calderas o podría ser transformada en combustibles líquidos o gaseosos mediante procesos termo-químicos como la gasificación o la pirólisis. Por lo anterior, se visualizan proyectos de investigación adscritos a las Escuelas de Química y Electromecánica en este tema.

Biogás

Algunos residuos agropecuarios o urbanísticos pueden ser utilizados en la producción de biogás. Se considera conveniente retomar el liderazgo que en esta materia poseía el ITCR en años pasados mediante el desarrollo de proyectos tanto a pequeña como mediana escala.

Se plantea que las escuelas de Ingeniería Agrícola, Diseño Industrial, Química y Biología participen en el desarrollo de este tema.

Energía Eólica

Estudios realizados demuestran que aun no se ha evaluado todo el potencial de energía eólica con que cuenta el país. De igual forma, aun se deben realizar mediciones en varios países de Centroamérica. Adicionalmente, existen tecnologías para el aprovechamiento de la energía del viento en pequeña escala que aun no se desarrollan en el país.

Este subprograma tiene el objetivo de evaluar e impulsar el uso de la energía eólica tanto en Costa Rica como en Centroamérica y estaría siendo coordinado por la Escuela de Física.

Biomasa

Estudios realizados por el Ministerio de Ambiente Energía y Telecomunicaciones (MINAET), indican que es posible obtener una gran cantidad de energía a partir de los desechos biomásicos de las actividades agropecuarias. Adicionalmente, existen cultivos forestales que pueden ser utilizados en la producción de biomasa apta para la obtención de energía. se visualizan proyectos de investigación adscritos a las Escuelas de Química, Ingeniería Forestal, Producción Industrial y Electromecánica.

Energía Nuclear

Los recursos naturales que utiliza esta fuente de energía son considerados inagotables por lo que la energía nuclear representa una de las alternativas más viables y convenientes para sustituir el consumo de petróleo y mitigar el cambio climático a largo plazo.

La Escuela de Física ya posee investigadores trabajando en uno de los proyectos más importantes a nivel mundial relacionado con el aprovechamiento de la fusión nuclear. Es conveniente realizar acciones con el fin de incorporar más investigadores nacionales en este tipo de proyectos, lo cual representa el principal objetivo de este subprograma.

Eficiencia Energética

Este subprograma va dirigido a impulsar proyectos y acciones que busquen el ahorro energético tanto de edificios como de los equipos industriales.

Se plantea incorporar el programa existente en la Escuela de Electromecánica dentro del PELTEC con el fin de obtener una mejor sinergia en este campo. El uso eficiente de energía representa una gran oportunidad de reducir la dependencia energética sin tener que realizar transformaciones tecnológicas importantes.

Este subprograma, que permanecería inscrito a la Escuela de Electromecánica se divide en dos áreas: eficiencia eléctrica y eficiencia térmica. La primera busca mejorar los factores de carga y potencia de las empresas nacionales, así como incrementar la eficiencia de procesos y motores eléctricos; mientras que la segunda se enfocará en los procesos de combustión.

Dado que el planeamiento de la producción es de vital importancia para lograr un buen aprovechamiento de recurso eléctrico, también se visualiza la incorporación de proyectos adscritos a las Escuelas de Diseño Industrial e Ingeniería en Producción Industrial.

De acuerdo con las actividades que se están realizando actualmente dentro de la institución, se plantean los siguientes campos de acción:

Eficiencia Energética en Edificios

Tanto durante la etapa del diseño como en la selección de materiales y en construcción existen criterios que podrían reducir el consumo energético de los edificios. En cuanto a este tema, el Centro de Investigación en Vivienda y Construcción (CIVCO) de la Escuela de Ingeniería en Construcción y la Escuela de Arquitectura han realizado esfuerzos para desarrollar los conceptos de diseño y construcción sostenible, dentro de los cuales las consideraciones energéticas juegan un papel muy importante. Adicionalmente se contempla el área de Construcciones Agropecuarias correspondiente a la Escuela de Ingeniería Agrícola.

Se pretende que el PELTEC pueda dotar de los recursos necesarios para que estas iniciativas puedan seguirse desarrollando de una manera sostenida.

Sistemas Eléctricos

Se busca desarrollar proyectos que permitan mejorar los factores de potencia de las industrias así como sus curvas de carga y reducir su consumo eléctrico mediante el uso de motores de alta eficiencia energética.

Sistemas Térmicos

El consumo de combustibles en calderas y hornos no está siendo realizado de la manera más eficiente, por lo que se pretende desarrollar proyectos que permitan incrementar la eficiencia de los procesos de combustión en las industrias.

Eficiencia Vehicular

El mayor consumo de combustibles de Costa Rica se presenta en el sector transporte en donde además se presentan eficiencias energéticas muy bajas.

La coordinación del PELTEC ha sido invitada a participar en el Grupo de Vehículos Eficientes INTE-CTN-28 GT 04 de la Comisión Nacional de Eficiencia Energética de INTECO, con lo cual es de esperar que se desarrollen muchas actividades y proyectos de investigación en esta área de investigación.

Transporte Eléctrico

El 80% de la energía que consume Costa Rica está relacionado con el uso de combustibles derivados del petróleo que son importados. De esta cantidad; alrededor de 70% es utilizado en el sector transporte. Dado que no se han descubierto reservas de petróleo y que además; nuestro país cuenta con importantes recursos de energía renovable como hidro, eólica, solar y geotérmica los cuales podrían utilizarse en la generación de electricidad; el uso de vehículos eléctricos es una de las mejores alternativas para reducir la dependencia energética de Costa Rica, por esta razón se plantea la necesidad de contar con un subprograma dentro del PELTEC cuyo objetivo sea el de:

“Desarrollar actividades y proyectos que impulsen el uso del transporte eléctrico en Costa Rica de una manera sostenible”

Este subprograma tendrá la responsabilidad de administrar los convenios que eventualmente firmaría el ITCR con empresas como el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) y otras empresas interesadas en el tema del transporte eléctrico.

Dada la afinidad de las carreras de Ingeniería en Electrónica e Ingeniería en Mantenimiento Industrial, este subprograma estará adscrito a las escuelas correspondientes sin que esto signifique que otras entidades dentro del ITCR no puedan participar dentro de este subprograma con actividades específicas.

Integración y funciones del Programa:

Las funciones del programa han sido descritas en la sección anterior y la integración del mismo quedará en firme una vez determinado los recursos con que contará el programa.

Por el momento, los funcionarios que han mostrado interés en participar en el programa se muestran en el cuadro No. 2 en donde se aprecia además las áreas de interés y los proyectos actualmente en ejecución.

Justificación:

A partir de la Revolución Industrial, la humanidad comenzó a utilizar las fuentes de energías con una mayor intensidad y debido principalmente a aspectos de bajo costo, disponibilidad y densidad energética, tal y como se observa en la figura 1, la mayor cantidad de energía que se consume mundialmente es del tipo fósil que incluye al petróleo, al gas natural y al carbón mineral.

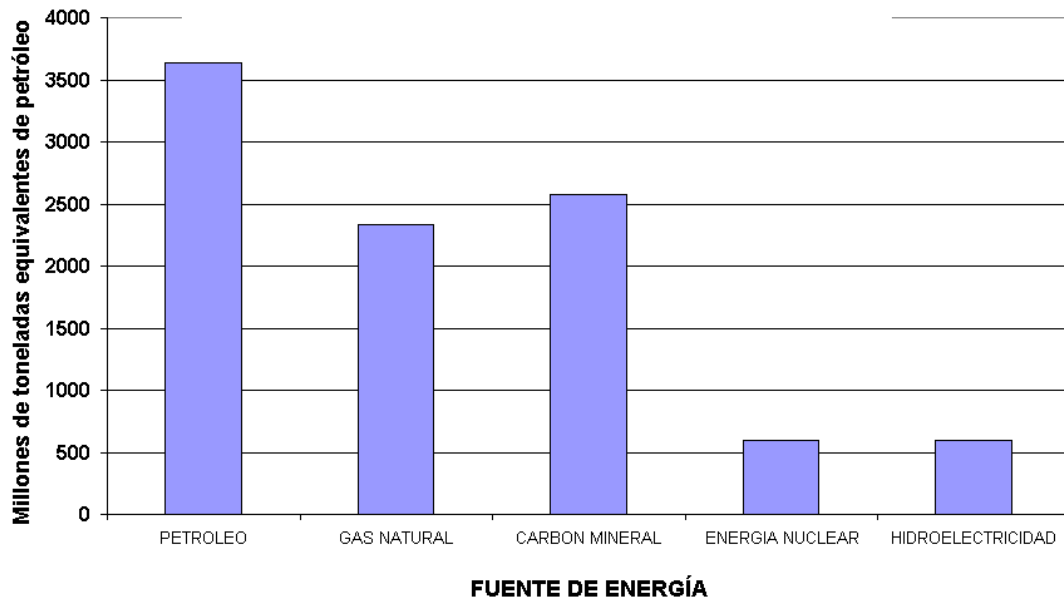


Figura 1. Consumo Mundial de Energía en el año 2003 por fuente. (Fuente: British Petroleum Statistical Review of World Energy, 2004)

Debido a que el consumo de la energía fósil produce dióxido de carbono (CO_2) la concentración de este gas ha venido aumentando desde que inició la era industrial (ver Figura 2).

Se ha demostrado que el dióxido de carbono es uno de los gases responsables del efecto invernadero, por lo que el aumento en su concentración, es una de las causas que explican el aumento en la temperatura de la superficie de la tierra que se ha presentado en los últimos años (ver Figura 3).

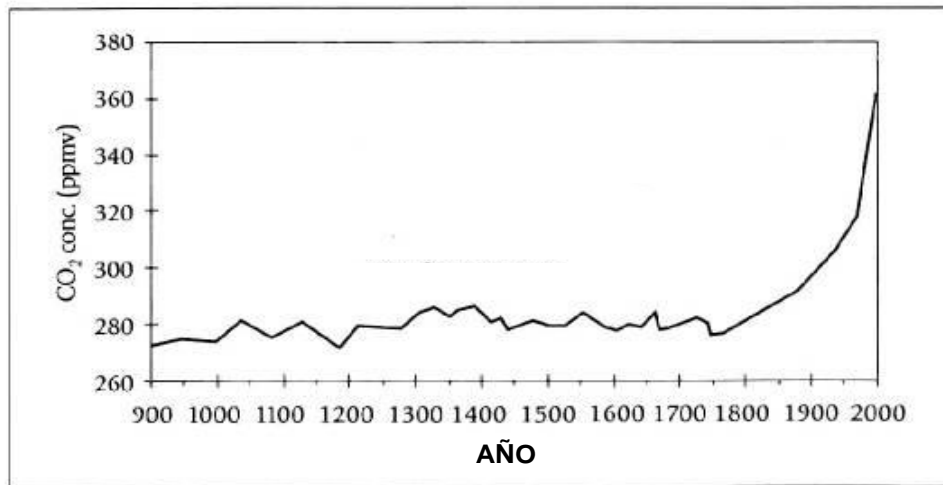


Figura 2. Evolución de la concentración de CO₂ en la atmósfera
(Fuente: <http://greengrasscutters.com>)

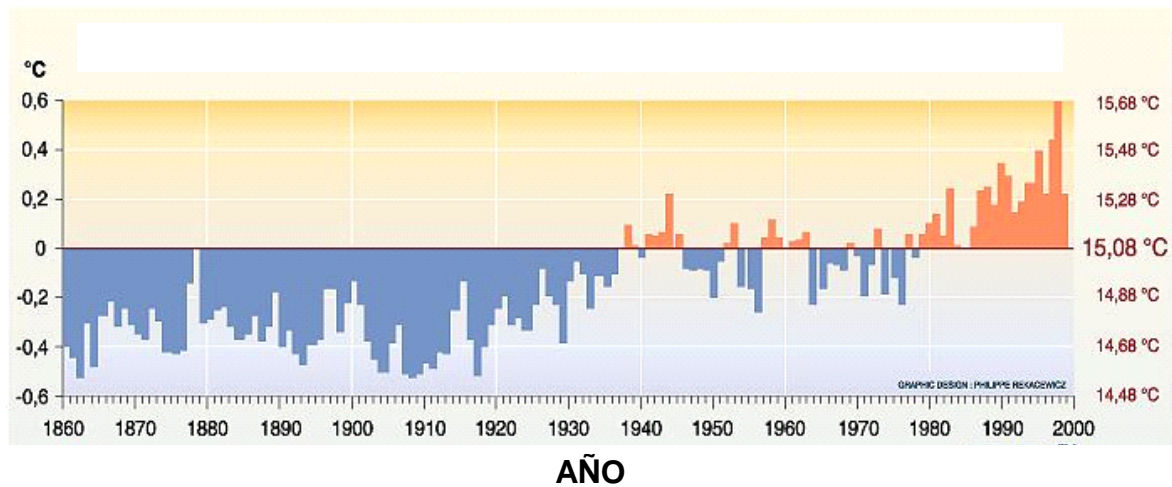


Figura 3. Comportamiento de la Temperatura Mundial de la Tierra
(Fuente: <http://www.climateark.com>)

Por otro lado, en los últimos años se ha presentado un aumento en el consumo mundial de petróleo, debido principalmente al incremento en la demanda de los países asiáticos. Este incremento además de generar una mayor cantidad de emisiones de CO₂; ha sido una de las causas contribuyentes para que el precio internacional del petróleo alcance los US\$ 130.

Al observar el Cuadro 1, es evidente que nuestro país es altamente dependiente del petróleo ya que alrededor del 80% de la energía secundaria consumida en nuestro país proviene de derivados del petróleo.

Cuadro 1
Consumo Final energético de Energía Secundaria por fuente y sector en el año 2002

	TRANSPORTE (TJ)	INDUSTRIAL (TJ)	RESIDENCIAL (TJ)	COMERCIAL Y SERVICIOS (TJ)	AGROPECUARIO (TJ)	OTROS (TJ)	TOTAL (TJ)	TOTAL (%)
DIESEL	22592	1982		1142	3991	129	29836	28,89
ELECTRICIDAD		5522	9894	6684	136	623	22859	22,14
GASOLINA REGULAR	15416	17	58	151	525	1	16168	15,66
GASOLINA SUPER	10999	5		138	2	121	11265	10,91
IFO 380	6894						6894	6,68
BUNKER		5424		133	50	113	5720	5,54
JET FUEL	4593	1		60	50	5	4709	4,56
GLP	2	1012	2344	543			3901	3,78
COQUE		750					750	0,73
CARBON VEGETAL			460	14			474	0,46
KEROSENO	5	33	86	164	7		295	0,29
GASOLEO		80		31	120		231	0,22
GASOLINA DE AVIACION	128			3	1	2	134	0,13
NAFTA PESADA		15		11			26	0,03
TOTAL	60629	14841	12842	9074	4882	994	103262	100,00

Fuente: Dirección Sectorial de Energía, Balance Energético Nacional 2002

Por esta razón se debe considerar que los aumentos en el precio internacional del petróleo, afectarán directamente nuestro país, por lo que es conveniente iniciar estrategias orientadas a reducir la dependencia de nuestro país del petróleo mediante el desarrollo de proyectos dirigidos a reducir la dependencia energética nacional y desarrollar fuentes limpias de energía dentro de un programa que permita incorporar al Instituto Tecnológico de Costa Rica en la investigación y desarrollo de iniciativas para reducir el consumo nacional de petróleo.

Asimismo, este programa será una opción para las compañías nacionales cuyos planes estratégicos incluyen el desarrollo de fuentes alternativas de energía, pero que no cuentan con los recursos adecuados para realizar investigaciones en este campo.

Lista de Proyectos y Actividades:

Proyectos potenciales en el área de energías limpias identificados

BIOGAS	BIODIESEL	BIOMASA	ETANOL	HIDROGENO
<i>Operación de biodigestores en rango termofílicos</i>	<i>Estudio de pruebas en banco de motores</i>	<i>Gasificación de biomasa con oxígeno para la obtención de gas sintético con alto contenido de hidrógeno</i>	<i>Obtención de etanol a partir del bagazo por hidrólisis de la celulosa</i>	<i>Conversión de motores de gasolina a hidrógeno</i>

<i>Uso fijadores de bacterias en la producción de biogás</i>	<i>Alternativas para la utilización de la glicerina (sub producto)</i>	<i>Uso de aceite de palma en calderas</i>	<i>Análisis en banco de motores</i>	<i>Análisis en banco de motores</i>
<i>Conversión de generadores eléctricos de gasolina a biogás</i>	<i>Mejora de la producción de <i>Jathopha ssp</i> e higuera mediante micropropagación vegetativa</i>	<i>Uso de los residuos agrícolas de las cosechas de piña y caña de azúcar en la producción de electricidad.</i>	<i>Obtención de etanol a partir del bagazo por hidrólisis enzimática</i>	<i>Producción de energía eléctrica con hidrógeno</i>
<i>Producción de biogás a partir de los residuos líquidos de la producción del azúcar</i>	<i>Identificar, aislar, caracterizar y producir esterasas de origen microbiano</i>	<i>Reducción en la humedad del pinzote de banano y palma africana para su uso en la generación eléctrica.</i>	<i>Estudio para la utilización de subproductos de la producción de etanol (CO₂, bagazo, etc)</i>	<i>Producción de hidrógeno por reformado del fuel gas de la refinería de RECOPE</i>
<i>Uso del efluente de la extracción de aceite de palma en la obtención de biogás</i>	<i>Identificar, aislar, caracterizar y producir enzimas de origen microbiano para obtener diversos productos a partir de la glicerina</i>			
	<i>Diseño y desarrollo de un foto reactor para producir algas oleaginosas a escala industrial.</i>			

ENERGIA SOLAR		ENERGIA HIDRAULICA		OTROS
<i>Producción de celdas fotovoltaicas</i>		<i>Análisis de proyectos de generación eléctrica mediante turbo bombeo</i>		<i>Uso del fuel gas de la refinería de RECOPE en el transporte colectivo de la zona de Limón</i>
<i>Iluminación nocturna de oficinas del gobierno con energía solar</i>		<i>Desarrollo de proyectos de bombeo de agua utilizando turbinas hidráulicas</i>		<i>Sustitución de diesel en la turbinas del ICE por fuel gas</i>
EFICIENCIA ENERGETICA				
<i>Estudios para la introducción de vehículos eficientes</i>	Estudios de eficiencia energética en sistemas de combustión	Análisis de eficiencia en sistemas eléctricos		

Cursos de capacitación interna:

Aun no se han desarrollado cursos en esta área

Planeamiento del Problema

Al analizar las diferentes regiones del planeta se puede observar que cada una de ellas de una u otra forma cuenta con fuentes importantes de energías convencionales, de tal forma que el intercambio energético entre las diferentes regiones es relativamente bajo.

Por ejemplo, en la zona de Norteamérica existen reservas importantes de carbón mineral, petróleo y gas natural y en la actualidad su balance energético indica que debe recurrir a otras regiones para adquirir tan solo el 18% de su energía. Suramérica más bien tiene un excedente superior al 23% mientras que el faltante de la región de Europa y Eurasia es apenas del 8%ⁱ.

Sin embargo, el faltante de energía de la región centroamericana es de alrededor del 90%ⁱⁱ ya que prácticamente todo el petróleo y sus derivados provienen de otras regiones, esta situación convierte a Centro América en la región con mayor vulnerabilidad energética, por lo que cualquier crisis mundial energética comprometerá seriamente el desarrollo de la región.

Al observar la Figura 4, es evidente que la región ha incrementado la generación térmica en los últimos años. A diferencia de la mayor parte del resto del mundo en donde la generación térmica se realiza a partir de carbón mineral y gas natural, en Centroamérica se utilizan combustibles derivados del petróleo como diesel y fuel oil, por lo que el suministro eléctrico de la región presenta una alta vulnerabilidad ante crisis que afecten la oferta mundial de petróleo o aumentos en los precios internacionales de esta fuente de energía.

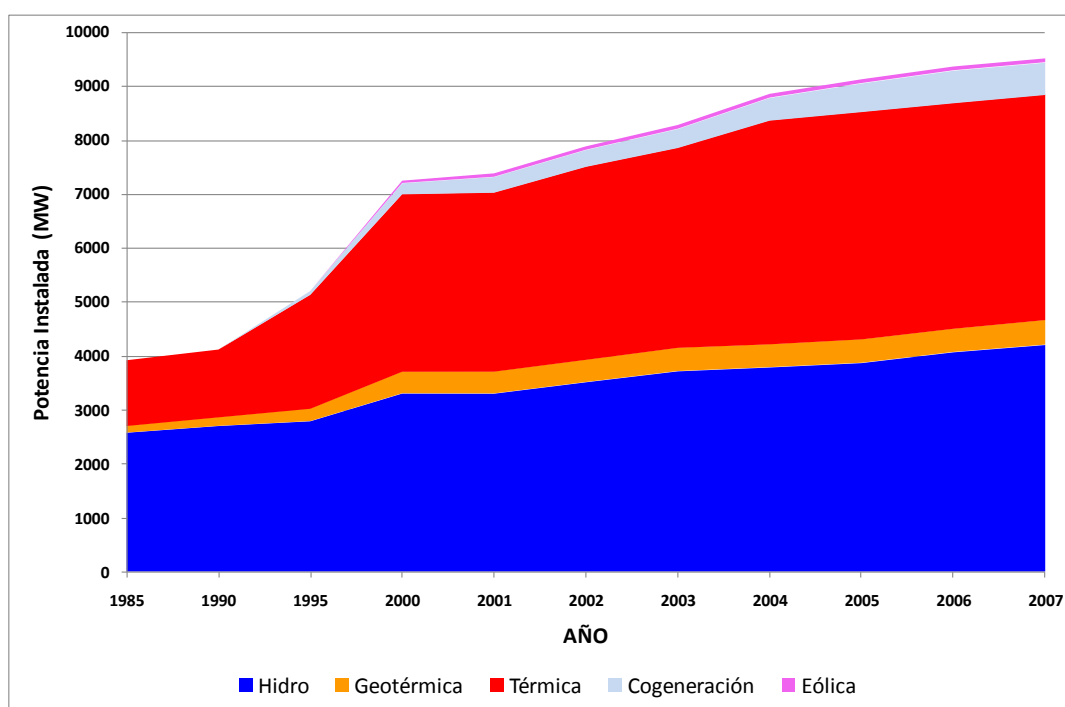


Figura 4ⁱⁱⁱ. Capacidad de Generación Eléctrica instalada en Centroamérica (Fuente: CEPAL, 2007)

Tal y como se aprecia en la Figura 5, en la actualidad, a excepción de Costa Rica, la mayor parte de los países centroamericanos generan una parte importante de su electricidad a partir de combustibles derivados del petróleo.

Por otro lado, la Figura 6, muestra que el consumo per cápita de los países centroamericanos está muy lejos de países como Alemania¹, adicionalmente; la figura No. 7 permite observar que a excepción de Costa Rica y Panamá, el resto de los países de Centro América presentan un bajo crecimiento en el consumo per cápita de electricidad, lo cual indica la dificultad de estos países en incrementar el acceso de la población a la electricidad y posiblemente los altos costos de la energía eléctrica podrían estar incidiendo en este comportamiento, ya que no solo se necesita tener una cobertura

¹ El autor ha considerado utilizar Alemania como referencia debido a que es un buen ejemplo de un país desarrollado con un consumo de energía más racional que países como Estados Unidos o Canadá en donde el uso de la energía llega a ser de hasta el doble de los países desarrollados de la región europea.

amplia del servicio eléctrico, sino también precios accesibles para la mayor parte de la población.

Por lo anterior, a excepción de Costa Rica, Centro América debe buscar como reducir el costo de la electricidad para facilitar un buen acceso de los habitantes de la región a la electricidad.

Adicionalmente, aun es necesario incrementar la electrificación sobre todo rural, ya que tal y como se observa en la Figura 8, en el año 2006 existían más de 8 millones de personas en Centroamérica que aun no contaban con acceso a este servicio.

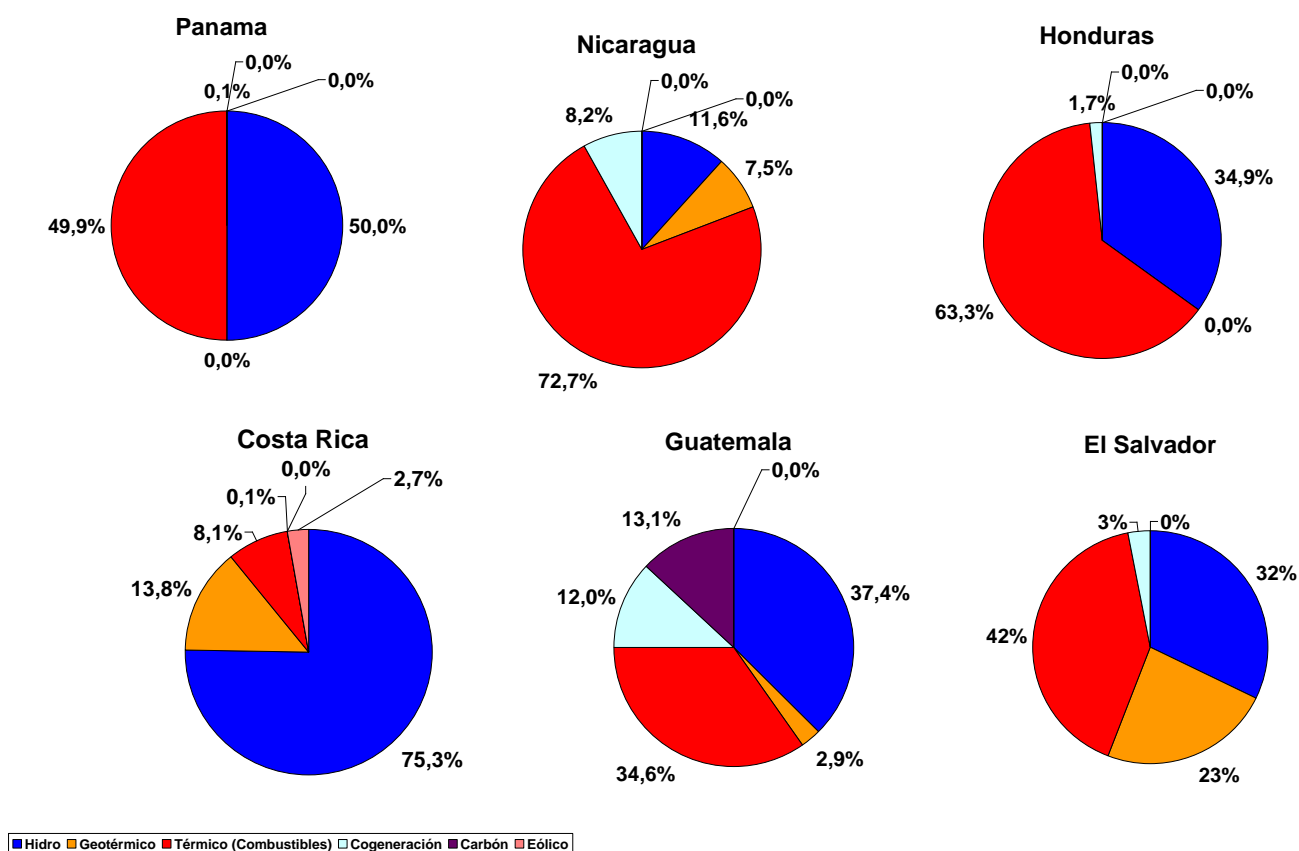


Figura 5^{iv}. Fuentes de energía utilizada en la Generación Eléctrica en Centroamérica
(Fuente: CEPAL, 2007)

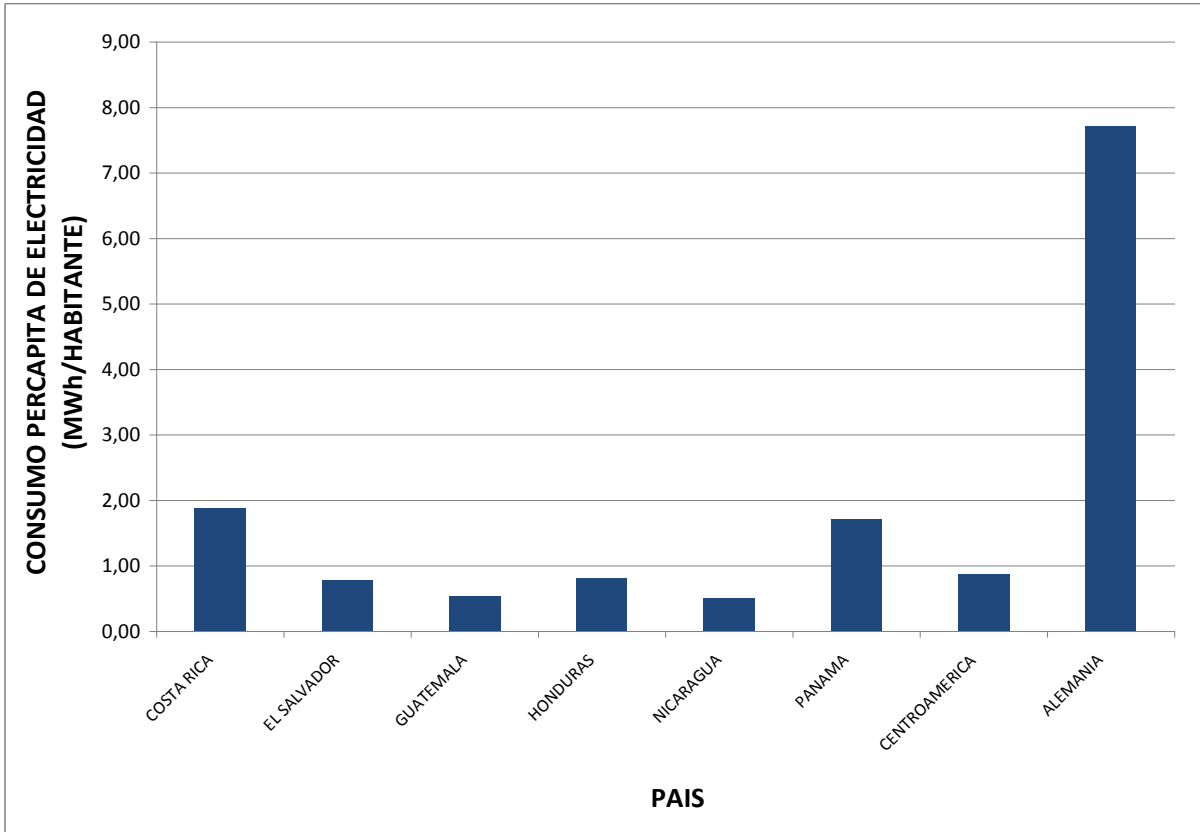


Figura 6^v. Consumo per cápita de electricidad en algunos países en el año 2007

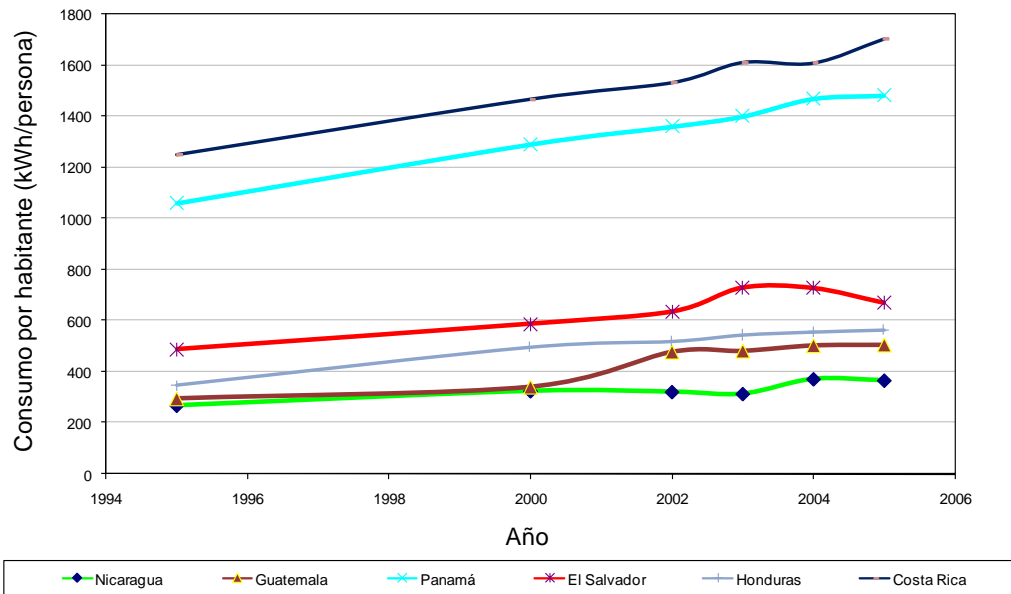


Figura 7^{vi} Evolución del consumo per cápita de electricidad en Centroamérica (CEPAL, 2006)

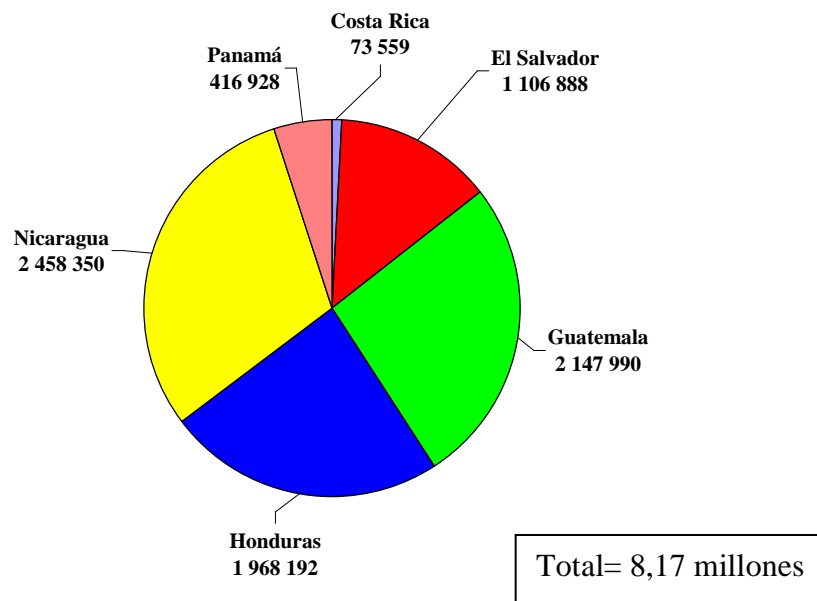


Figura 8^{vii} Población de Centro América sin acceso a electricidad en el año 2006 (CEPAL, 2006)

La Figura 9, muestra que con respecto a la demanda de combustibles derivados del petróleo, la misma ha aumentado en cada uno de los países de la región en los últimos cinco años.

No hay duda de que el aumento en el consumo de hidrocarburos es una consecuencia directa del desarrollo de los países, por lo que para alcanzar mejores niveles de desarrollo tanto humano como económico, la región incrementará su consumo de petróleo.

Sin embargo, tal y como se mencionó en la sección anterior; una gran parte de la generación eléctrica de Centroamérica es producida utilizando combustibles derivados del petróleo, práctica que es poco común en el resto del mundo.

Con el fin de analizar adecuadamente este sector, es preferible no incluir los combustibles utilizados en la generación eléctrica. De esta forma, la Figura 10, permite comparar el consumo de combustibles per cápita de los países de la región con Alemania.

Esta Figura permite demostrar que el consumo de combustibles de la región es muy bajo. Sin embargo, se debe tener en cuenta que esto no significa que el uso de los derivados del petróleo se realice de una manera eficiente. La realidad es que este bajo consumo per cápita se debe a que una parte importante de la población aun no tiene

ingresos suficientes para poder tener un acceso adecuado a los medios de transporte motorizado y el sector industrial no se ha desarrollado de la misma forma que los países industrializados como Alemania.

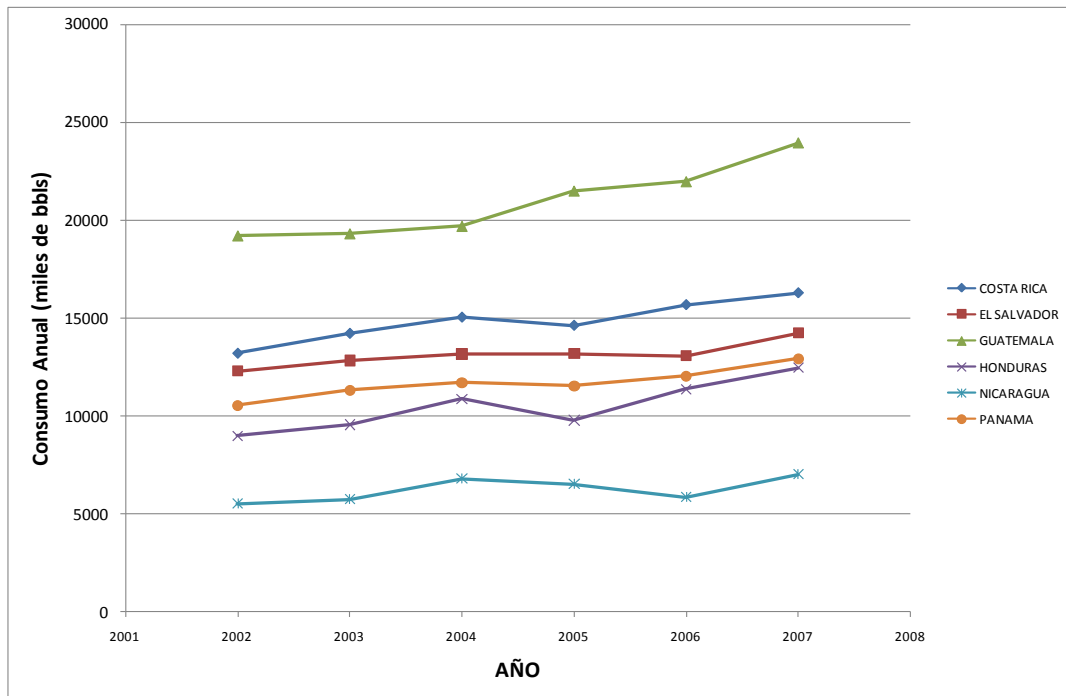


Figura 9^{viii}. Evolución del consumo regional de combustibles derivados del petróleo (CEPAL, 2007)

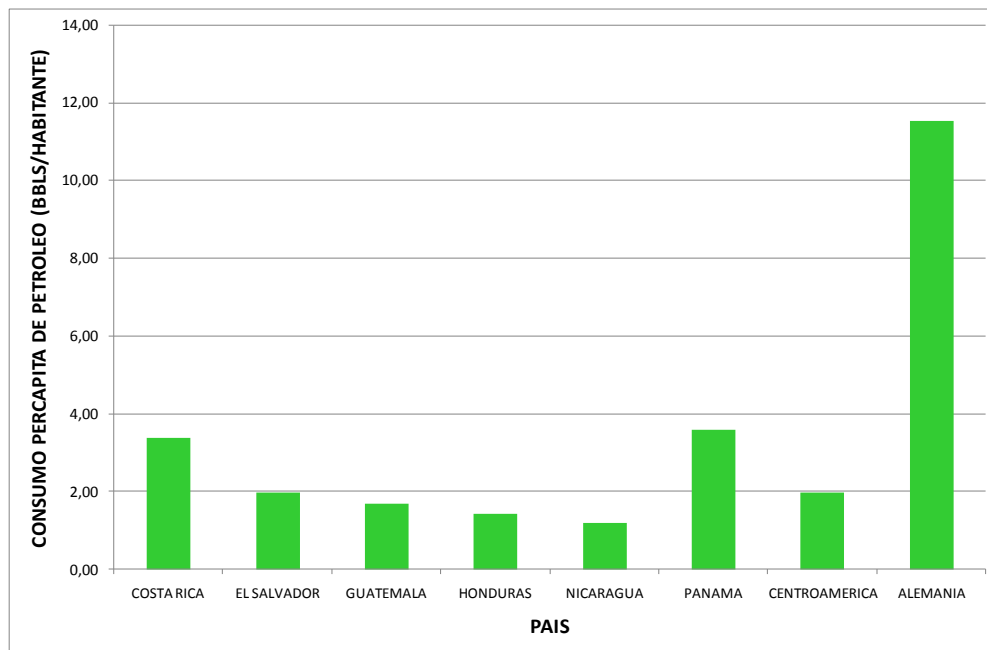


Figura 10^{ix}. Consumo per cápita de petróleo en el año 2007 (Sin incluir consumo en generación eléctrica) (CEPAL, 2007)

Esta situación debe interpretarse adecuadamente ya que significa que dependiendo del escenario que se analice, si la región centroamericana logra alcanzar altos niveles de desarrollo sus necesidades de petróleo podrían incrementarse en hasta seis veces el consumo actual, lo que obligaría a los países de Centro América a incrementar su dependencia energética a no ser que se logre aumentar la producción de petróleo regional.

Ante este escenario, la figura No. 11 muestra que la producción de petróleo de Centro América equivale apenas al 5% del consumo de combustibles². Por otro lado, se debe tomar en cuenta que el petróleo debe ser transformado a combustibles terminados como el diesel y la gasolina en refinerías y tal y como se aprecia en la misma Figura 11, el volumen de petróleo refinado es tan solo cerca del 17% del consumo total.

En otras palabras, el 90% de la energía de Centro América, no solo debe ser importada sino además procesada en países fuera de la región, lo cual incrementa la vulnerabilidad energética aun más, ya que cualquier evento que afecte la operación de las refinerías utilizadas para el abastecimiento regional de combustibles podría poner en peligro el suministro energético de los países centroamericanos.

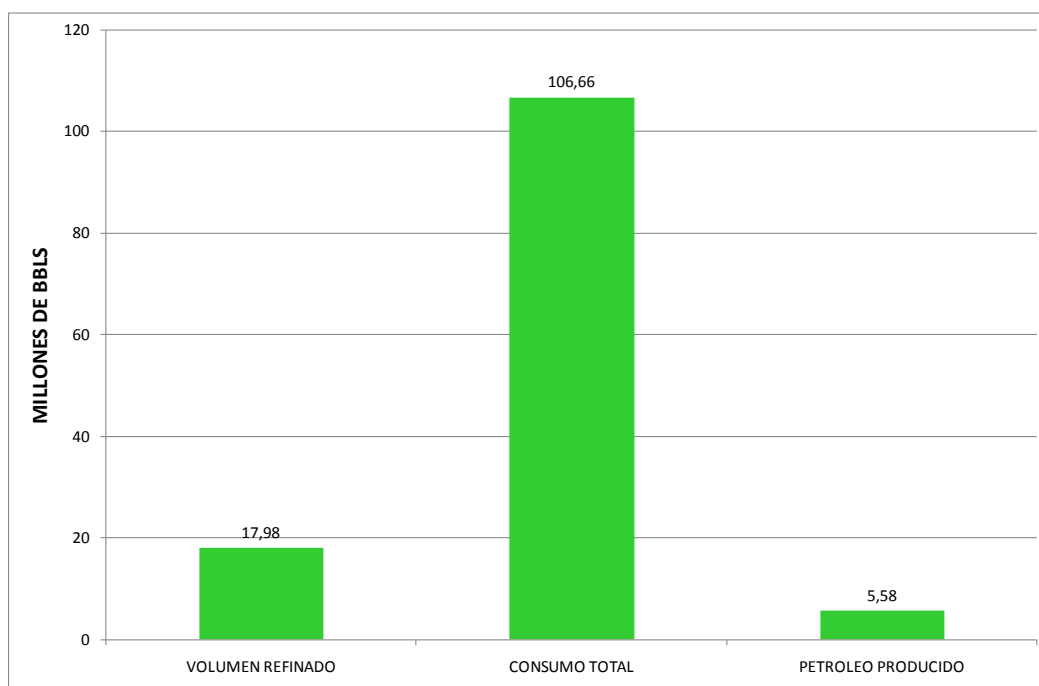


Figura No. 11^x. Producción Regional y Refinación de Petróleo en el año 2007 (CEPAL, 2007)

² Únicamente Guatemala se encuentra produciendo petróleo.

La Figura 12, muestra una proyección a largo plazo de la generación eléctrica requerida manteniéndose el aumento anual promedio presentado en el periodo 2002 al 2007.

Tal y como es posible observar en esta figura, de mantenerse las tasas de crecimiento en el mismo nivel que en el plazo estudiado, algunos países como Costa Rica, Guatemala y Honduras deberán incrementar considerablemente su capacidad de generación.

Bajo este escenario, el incremento en el consumo de electricidad de toda la región provocaría que para el año 2050, tal y como se aprecia en la Figura 13; la capacidad de generación eléctrica regional sería el equivalente a nueve veces la generación del año 2007.

Para ese año, y con un factor de carga del 70%, se habría instalado plantas con capacidad de generar más de 51 mil MW adicionales a lo que se genera en la actualidad y si estas plantas fueran hidroeléctricas, se necesitarían más de 128 mil millones de dólares.

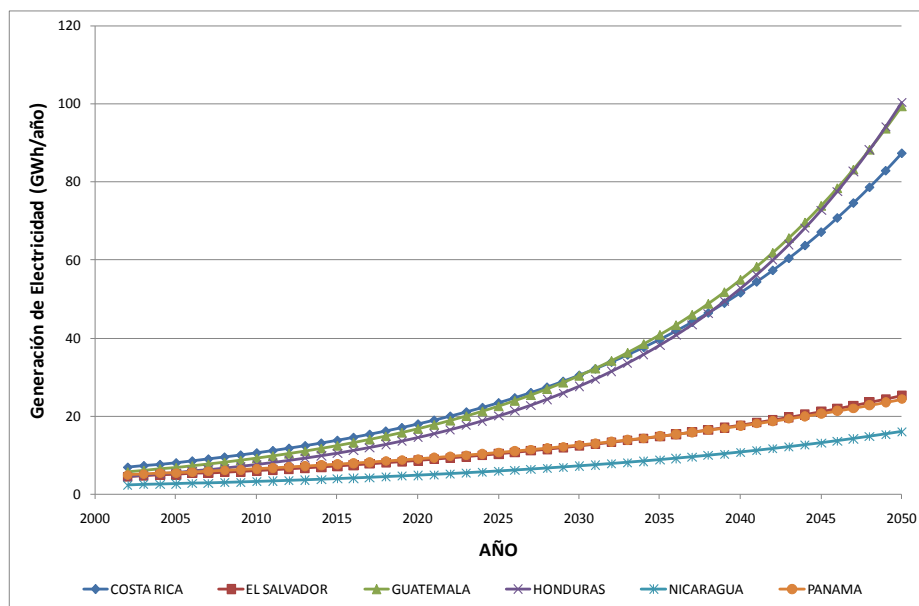


Figura 12^{xi} . Proyección de la Generación Eléctrica requerida en Centroamérica

Es de esperar sin embargo, que la tasa de crecimiento en el consumo de electricidad promedio de la región pudiera ser inferior, sin embargo; en Figura 14 muestra que aun de mantenerse la tasa promedio de crecimiento del periodo 2002-2007, considerando la población estimada de cada país para el año 2050 la región no alcanzaría el consumo per cápita de Alemania, por lo que podría existir más bien un escenario en el que las tasas de crecimiento de países como El Salvador, Guatemala y Nicaragua sean mayores ya que de lo contrario quedarían muy rezagados con respecto al resto de la región.

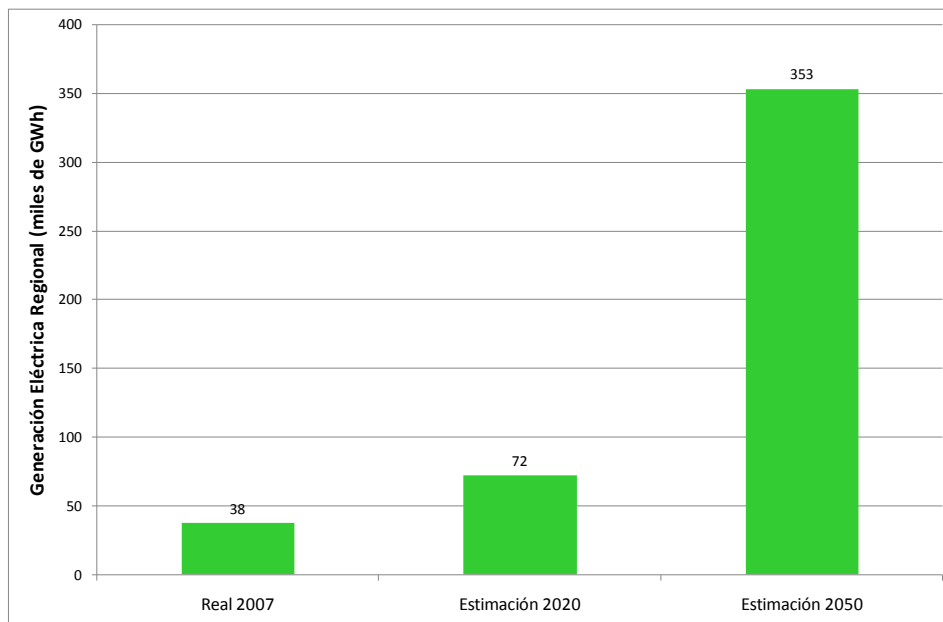


Figura 13^{xii}. Proyección de la Generación Eléctrica Total de Centroamérica

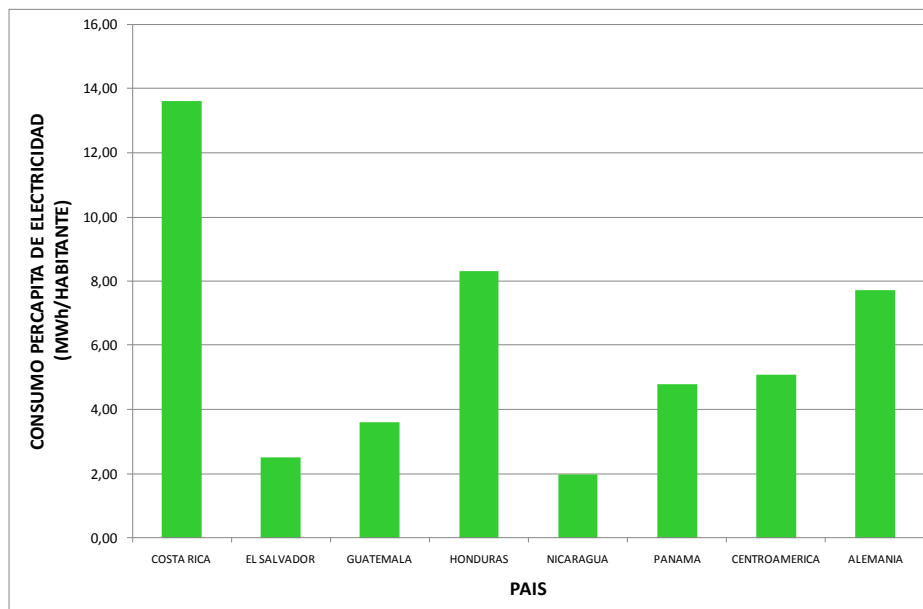


Figura 14^{xiii}. Generación de Electricidad per cápita proyectada para el año 2050 (CEPAL, 2007)

Realizando el mismo ejercicio para el sector de combustibles, la Figura 15 muestra como se comportaría el consumo de los derivados del petróleo de mantenerse las tasas de crecimiento experimentadas en el mismo periodo 2002-2007 utilizado para el sector eléctrico sin considerar la generación térmica.

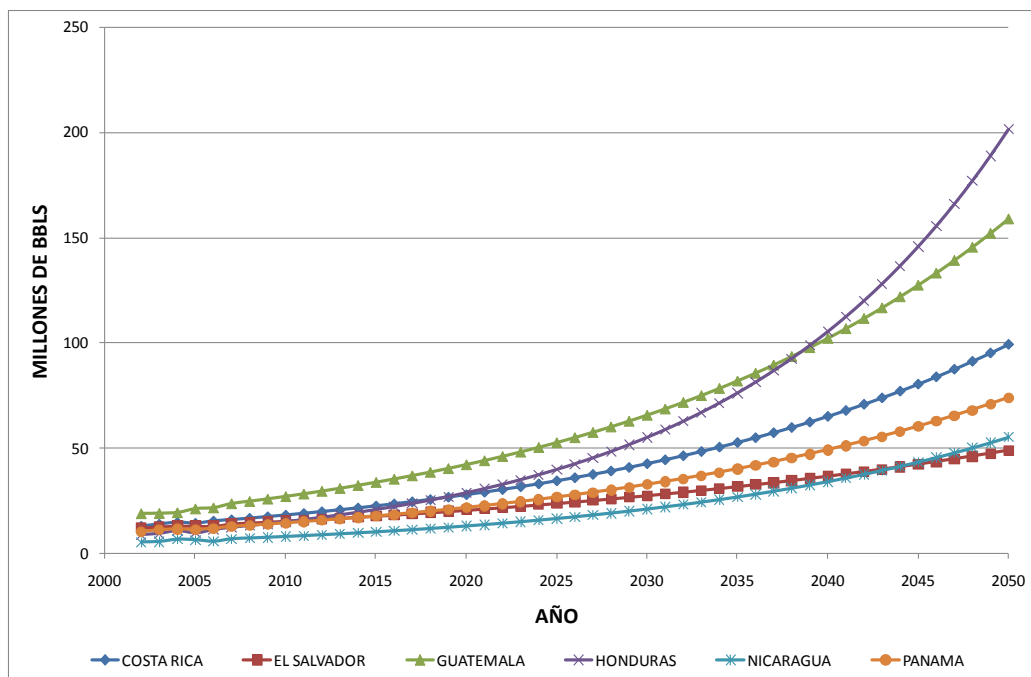


Figura 15^{xiv}. Proyección del consumo regional de combustibles derivados del petróleo (CEPAL, 2007)

En este caso, Guatemala y Honduras serían los países con mayor consumo de petróleo de la región, la cual estaría consumiendo anualmente más de 7 veces el consumo del año 2007 (ver Figura 16).

Anteriormente se mencionó que a excepción de Guatemala, ningún país centroamericano produce petróleo en la actualidad, por lo que la región deberá establecer estrategias adecuadas para poder adquirir los recursos energéticos requeridos en el futuro.

Obsérvese que aunque en menor medida, de mantenerse la tasa de crecimiento en el consumo de combustibles experimentado en el periodo 2002-2007; tal y como se aprecia en la Figura 17, tampoco el consumo per cápita de petróleo alcanzaría el índice correspondiente de Alemania.

Lo que indica que aun podría ser necesario mayores cantidades de petróleo para lograr el desarrollo de los pueblos centroamericanos.

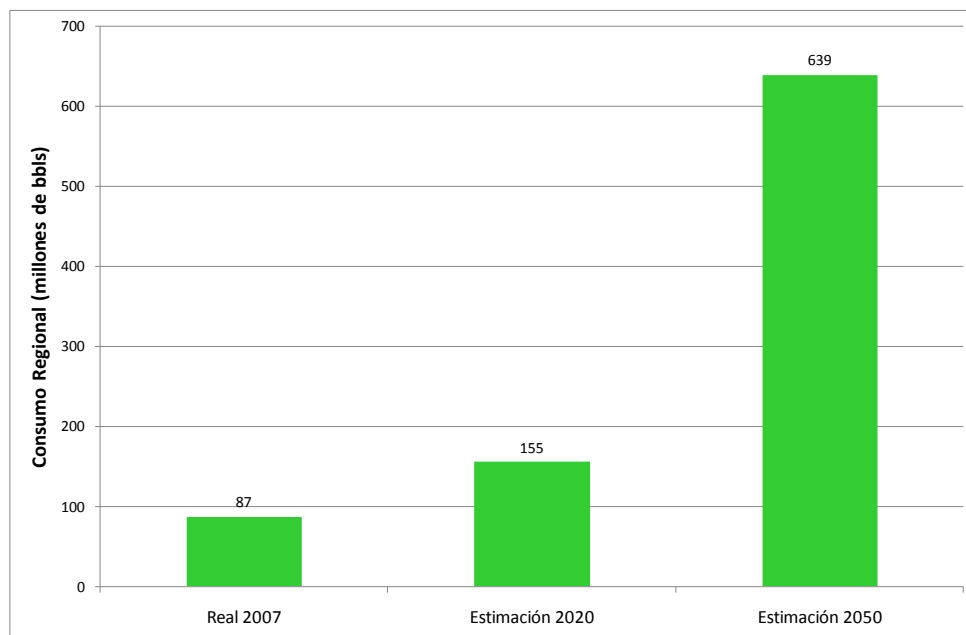


Figura 16^{xv}. Proyección del consumo Centroamericano de derivados del petróleo. (CEPAL, 2007)

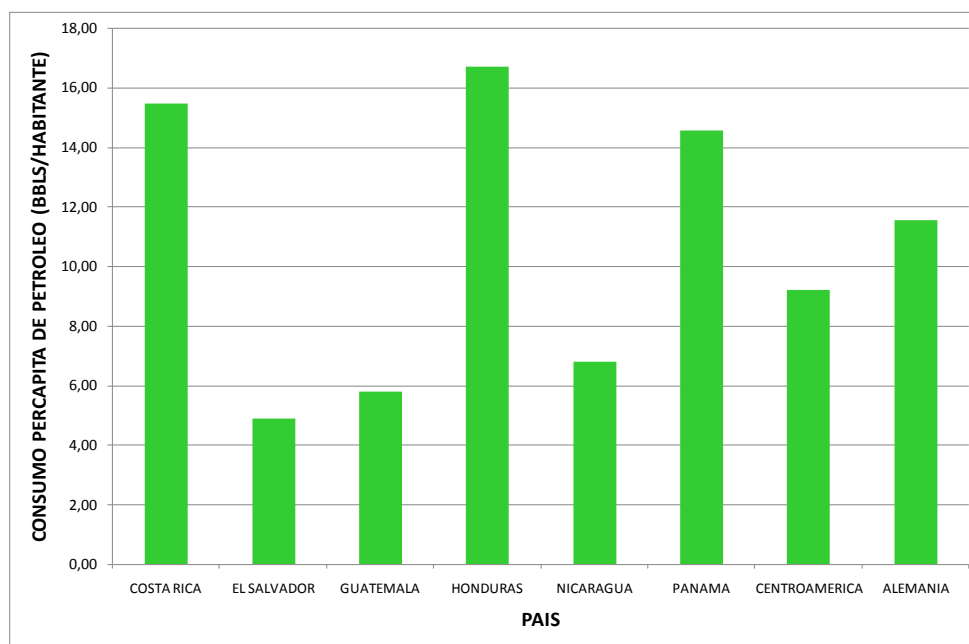


Figura 17^{xvi}. Consumo per cápita estimado de petróleo en el año 2050 (CEPAL, 2007)

Por lo anterior está demostrado que la reducción de la dependencia energética de Centro América debe ser por lo tanto un tema obligatorio en cualquier iniciativa para el desarrollo y requiere adoptar una posición objetiva sobre las posibles alternativas existentes, dentro de las cuales el uso de energías limpias debe estar en primer lugar debido a sus beneficios ambientales y a que hoy por hoy, es la única fuente energética cuyo potencial está disponible.

Relevancia Académica

La Escuela de Química ha implementado la carrera de Ingeniería Ambiental, dentro de la cual, el tema de desarrollo de energías renovables podría convertirse en un tema de especialidad.

Misión y visión:

La misión que el Grupo ha adoptado es la de:

“Desarrollar actividades y proyectos que impulsen el uso de energías renovables en la región en procura de reducir la dependencia energética del petróleo, el cambio climático y los otros impactos ambientales asociados”

Adicionalmente nos hemos planteado la Visión de:

“El Programa de Energías Limpias del TEC será reconocido a nivel regional como un ente de cambio en el panorama energético, con el conocimiento técnico adecuado para impulsar el desarrollo de energías renovables y reducir la dependencia energética del petróleo”.

Sistema de Objetivos:

El objetivo general del Programa es el de:

“Desarrollar propuestas que permitan impulsar iniciativas vinculadas con fuentes no convencionales de energía que procuren reducir tanto los efectos ambientales provocados por el uso de energía fósil así como la dependencia energética de Costa Rica.”

Para lograr este objetivo, el programa se plantea los siguientes objetivos específicos:

- 1 Impulsar las actividades de investigación y extensión en el área de fuentes limpias y conservación de la energía.
- 2 Establecer nexos con otras organizaciones académicas que permitan capacitar a los profesionales del ITCR en el área de fuentes renovables de energía.
- 3 Fomentar el uso de fuentes limpias de energía en Costa Rica.
- 4 Participar y representar al ITCR en foros nacionales e internacionales relacionados con el tema energético.
- 5 Generar convenios con instituciones y empresas interesadas en el desarrollo de fuentes alternativas de energía y en el área del uso eficiente de la energía.
- 6 Propiciar el desarrollo de proyectos de graduación relacionados con el tema energético.
- 7 Dotar al ITCR de la infraestructura requerida para desarrollar proyectos de investigación y extensión en el área energética.

Plan general de actividades:

Objetivos específicos	Actividades	Productos	Indicadores	Responsable	Plazo
1. Impulsar las actividades de investigación y extensión en el área de fuentes limpias y conservación de la energía.	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de fuente específica a desarrollar • Preparación de propuesta 	<ul style="list-style-type: none"> • Una propuesta de proyecto de investigación por cada subprograma 	No. de proyectos a presentar por año.	Coordinadores de subprogramas	I semestre de cada año
2. Establecer nexos con otras organizaciones académicas que permitan capacitar a los profesionales del ITCR en el área de fuentes renovables de energía.	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de Universidad • Preparación del convenio 	<ul style="list-style-type: none"> • Convenios con Universidades que ofrezcan programas de postgrados 	Convenios firmados	Coordinador del Programa	II semestre 2010
3. Fomentar el uso de fuentes limpias de energía en Costa Rica.	<ul style="list-style-type: none"> • Organización del evento • Selección de ponencias • Realización del Congreso 	<ul style="list-style-type: none"> • Congreso de Tecnologías para el desarrollo de Energías Renovables (COTER) 	Participantes en el Congreso	Coordinador del Programa	II semestre de cada año
4. Participar y representar al ITCR en foros nacionales e internacionales relacionados con el tema energético.	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de Evento a participar • Preparación de ponencias • Presentación de ponencias 	<ul style="list-style-type: none"> • Ponencias presentadas en seminarios nacionales o internacionales 	No. de Ponencias presentadas	Coordinador del subprograma	II semestre de cada año

Objetivos específicos	Actividades	Productos	Indicadores	Responsable	Plazo
5. Generar convenios con instituciones y empresas interesadas en el desarrollo de fuentes alternativas de energía y en el área del uso eficiente de la energía.	<ul style="list-style-type: none"> • Contactar empresas • Elaborar convenios • Aprobar convenios • Establecer actividades específicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener activos al menos 3 convenios 	No. de Convenios firmados	Coordinador del Programa	II semestre de cada año
6. Propiciar el desarrollo de proyectos de graduación relacionados con el tema energético.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de perfiles a desarrollar • Divulgación a estudiantes • Coordinación del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Un Proyecto de Graduación por subprograma 	No. de proyectos desarrollados	Coordinador del subprograma	II semestre de cada año
7. Dotar al ITCR de la infraestructura requerida para desarrollar proyectos de investigación y extensión en el área energética.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de lista de necesidades • Diseño de instalaciones • Elaboración de presupuesto • Procura de recursos • Construcción y adquisición de equipos 	<ul style="list-style-type: none"> • Centro de Investigación para el desarrollo de fuentes alternativas de energía 	Nivel de consolidación del centro.	Coordinador del Programa	II semestre 2012

El programa no contará por ahora con la participación de otras instituciones; sin embargo, ya se cuenta con convenios firmados con las empresas RECOPE y Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

Recursos disponibles:

Para financiar los diferentes proyectos y actividades del programa el Consejo Institucional aprobó en la Sesión Ordinaria No. 2594 del 5 de febrero del 2009, dedicar un 1% del FEES para formular y ejecutar programas con marcado aporte tecnológico en prevención y atención temprana de desastres naturales, impactos del cambio climático en el país y para formular y ejecutar un programa para estimular la investigación en generación de energías alternativas.

Presupuesto Operativo del Programa:

	RUBRO	SOLICITADO A LA VIE			OTRAS FUENTES*	TOTAL
		Año:	2010	2011		
	GASTOS EN PERSONAL					
	PERSONAL					
	Investigador 1 Coordinador (8 horas)	3762000	4138200	4552020		12452220
	Asistente Administrativo (8 horas)	3069000	3375900	3713490		10158390
	Total Gastos de Personal	6831000	7514100	8265510		22610610
	GASTOS DE OPERACIÓN					
1.0.0.0	SERVICIOS					
1.1.2.0	Alquiler de maquinaria , equipo y mobiliario	110000	121000	133100		364100
1.2.0.0	Servicios Básicos					0
1.3.2.0	Publicidad y Propaganda	120000	132000	145200		397200
1.4.0.0	Servicios de gestión y apoyo					0
1.5.1.0	Transporte dentro del país					0
1.5.2.0	Viáticos dentro del país	110000	121000	133100		364100
1.7.1.0	Actividades de capacitación					0
1.8.0.0	Mant. y reparación					0
	Subtotal Servicios	340000	374000	411400		1125400
2.0.0.0	MATERIALES Y SUMINISTROS					
2.1.0.0	Productos químicos y conexos	0	0	0		0
2.2.0.0	Alimentos y productos agropecuarios					0
2.3.0.0	Mat. y productos de uso en const. y mant.	0	0	0		0
2.4.0.0	Herramientas, repuestos y accesorios	0	0	0		0
2.5.1.1	Útiles y materiales de oficina y cómputo	110000	121000	133100		364100
2.5.3.1	Productos de papel, cartón e impresos	110000	121000	133100		364100
	Subtotal Materiales y Suministros	220000	242000	266200		728200
5.0.0.0	BIENES DURADEROS					
5.1.2.5	Maquinaria, equipo y mobiliario	1000000	0	0		1000000
	Subtotal Bienes Duraderos	1000000	0	0		1000000
6.0.0.0	TRANSFERENCIAS CORRIENTES					
6.2.9.0	Estudiante asistente	704000	774400	851840		2330240
	Subtotal Transferencias Corrientes	704000	774400	851840		2330240
	SERVICIOS INTERNOS					
	Unidad Transportes	110000	121000	133100		364100
	Unidad Publicaciones	110000	121000	133100		364100
	Unidad Soda Comedor	55000	60500	66550		182050
	Subtotal Servicios Internos	275000	302500	332750		910250
	TOTAL GASTOS DE OPERACION	2539000	1692900	1862190		6094090
TOTAL DEL PROGRAMA		9370000	9207000	10127700		28704700

A continuación se presenta el presupuesto operativo del programa, en el cual no se incluyen los presupuestos para la ejecución de los proyectos específicos a desarrollar cada año:

Alquiler de maquinaria y equipo: Se considera pago de kilometraje para actividades cortas dentro del área metropolitana como asistencia a reuniones, eventos, etc; así como en aquellos casos en donde no se cuente con el apoyo de la Unidad de Transportes.

Publicidad y propaganda: se contempla la impresión de folletos de promoción del programa, así como material promocional como agendas, etc.

Viáticos: se estima que durante la visita a algunas empresas, será necesario cubrir los gastos de viáticos de los investigadores que asistan.

Productos químicos: se estima un monto para realizar pruebas químicas que permitan caracterizar las diferentes fuentes energéticas de tipo biomásico.

Utiles y materiales de oficina y cómputo: se utilizará para la compra de artículos de oficina y otros materiales como cartuchos de tinta.

Productos de papel y cartón: corresponde a la compra de papel para la impresión de informes y documentos.

Maquinaria, equipo y mobiliario: Se plantea la adquisición de una computadora portátil para ser utilizada por el coordinador del programa.

Estudiante asistente: esta persona estaría brindando apoyo en la investigación bibliográfica y en labores administrativas del programa por un periodo no mayor a 10 meses.

Publicaciones: preparación de material impreso.

Servicios de Soda: refrigerio para eventos para el planeamiento estratégico del Programa.

Bibliografía:

ⁱBP Statistical Review of World Energy June 2008

ⁱⁱ Cepal y la BP Statistical Review of World Energy June 2008

^{iii, iiiii, xv, xvi, xv, xvii} CEPAL: Istmo Centroamericano: Estadísticas del Subsector Eléctrico 2007.

^v Elaboración propia con datos tomados de los sitios web de las Autoridades Reguladoras de los diferentes países.

^{vi} Cepal, Anuario Estadístico de América Latina y El Caribe, 2006

^{vii} Cepal: Istmo Centroamericano: Estadísticas del Subsector Eléctrico 2006.

^{viii, xiiii, xvii, xviii} Cepal, Istmo Centroamericano: Estadísticas de Hidrocarburos, 2007

^{ix} Cepal, Istmo Centroamericano: Estadísticas de Hidrocarburos, 2007 y División de Población de las Naciones Unidas Cepal

^{xi} Elaboración propia con datos de Cepal, Istmo Centroamericano: Estadísticas del Subsector Eléctrico, 2007

^{xii} Elaboración propia con datos de Cepal, Istmo Centroamericano: Estadísticas del Subsector Eléctrico, 2007

^{xiii} Cepal, Istmo Centroamericano: Estadísticas del Subsector Eléctrico , 2007 y División de Población de las Naciones Unidas Cepal

^{xvi} Cepal, Istmo Centroamericano: Estadísticas de Hidrocarburos, 2007 y División de Población de las Naciones Unidas Cepal

Infoagro: Boletín Estadístico Agropecuario No. 21. 2011. Tomado de <http://www.infoagro.go.cr/BEA21/boletin21.html>