



## **DÉCIMOTERCER INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA NACIÓN EN DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE**

### **Informe Final**

## **Desafíos e impactos en el uso de la energía**

*Investigador:*  
*MSc. Jimmy Fernández Zúñiga*

*Asistente de Investigación:*  
*Ing. Natalia Araujo:*



Nota: El contenido de esta ponencia es responsabilidad del autor. El texto y las cifras de las ponencias pueden diferir de lo publicado en el Decimotercer Informe sobre el Estado de la Nación en el tema respectivo, debido a revisiones posteriores y consultas. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe

## Tabla de Contenido

1. Incremento de consumo de hidrocarburos para producción de energía eléctrica
2. Participación pública y privada en la industria del sector combustibles
  - 2.1 Importación
  - 2.2 Refinación
  - 2.3 Consumo
  - 2.4 Biocombustibles
  - 2.5 Calidad del aire
3. Como esta organizada la industria eléctrica nacional
  - 3.1 Capacidad Instalada interconectada
  - 3.2 Producción y transmisión de alta tensión de energía eléctrica al sistema interconectado
  - 3.3 Transmisión de baja tensión (distribución) de energía eléctrica al sistema interconectado
4. Hechos relevantes

## Tabla de Cuadros

- Cuadro N° 1 Evolución del total del producto terminado y crudo 2001 al 2006
- Cuadro N° 2 Composición de productos obtenidos del crudo liviano de enero a diciembre 2006
- Cuadro N° 3 Ventas de gasolina con etanol en el plante Barranca 2006 en m<sup>3</sup>
- Cuadro N° 4 Consumo estimado de gasolinas y etanol en Costa Rica.
- Cuadro N° 5 Potencial de hidroenergía en MW 2006
- Cuadro N° 6 Potenciales remanentes de energías renovables para producción de electricidad MW
- Cuadro N° 7 Capacidad instalada interconectada de generación en MW 2005 - 2006

## Tabla de Gráficos

Gráfico N° 1 Distribución relativa del consumo de energía por fuente 2006

Gráfico N° 2 Tasas de crecimiento del Producto Interno Bruto Real base 1991 y del consumo final de energía secundaria en Terajulios del 2001 al 2006

Gráfico N° 3 Evolución de los precios internacionales (FOB) crudo, gasolinas, diesel y bunker WTI) 2005 al 2006

Gráfico N° 4 Diferencial entre el precio de venta y precio de importación más costo de operación 2006

Gráfico N° 5 Capacidad instalada por tipo de planta de acuerdo a factor de potencia de placa 2006

## **Resumen ejecutivo**

Tomando como referencia los informes de ventas totales de energía comercial de RECOPE S.A y del ICE el consumo total final de energía comercial en el 2006 fue de 121 672 Terajulios, lo que representa un incremento del 7,3% con respecto al año anterior. Los hidrocarburos representan aproximadamente tres cuartas partes (76%) de ese consumo y la electricidad la parte restante. El sector transporte es el principal consumidor (55% del total) a nivel nacional de energía, seguido por el sector industrial (20%) y el residencial (11%).

Existe una correlación muy alta entre energía y crecimiento económico del país, al crecer la economía crece el consumo comercial total final de energía, en una misma dirección y viceversa.

El negocio de combustibles está integrado por actores públicos y privados. Las actividades de importación, refinación, almacenamiento y venta a granel son monopolio del Estado bajo la administración de RECOPE S.A, el trasiego de los combustibles desde planteles de RECOPE S.A hasta las estaciones de servicio, planteles de almacenamiento y envasado de LPG, plantas envasadoras de gas LPG, grandes consumidores y distribuidores sin punto fijo está a cargo de empresas privadas. La producción, exportación, almacenamiento y trasiego de biocombustibles también está bajo la tutela de actores privados.

Con el objetivo de buscar siempre la mejor opción al consumidor, el precio de los combustibles se fija por ley de manera uniforme a nivel nacional.

En el 2006 se importaron 17 394 716 bbls entre producto terminado (16%), producto para ser mezclado (56%) y crudo (28%), procedentes de nueve países diferentes, siendo Venezuela el principal proveedor esto significa un 8,2% más que en el 2005. La factura petrolera en el 2006 fue de \$1.248.940.609 esto representa un aumento de 25,2% con respecto al año anterior.

Existe un subsidio cruzado entre las gasolinas, el diesel y jet fuel, lo que hace que el precio de las primeras sea elevado para compensar que el de los otros dos combustibles sea muy bajo.

En la refinería de RECOPE S.A se procesó un 23% del total de diesel que el país demandó para el 2006 y un 25% de las gasolinas, ambos productos tuvieron que ser mezclados con combustibles de mejor calidad para alcanzar las normas de ley de nuestro país. De las ventas totales, un 72% fue por gasolinas y diesel, hubo un aumento de 8,4% en relación con el 2005. De la gasolina demandada el 98% fue destinada al sector transporte y del diesel se estima que un 75% fue destinado al mismo sector.

En el país ya se producen biocombustibles por parte del sector privado, se cuenta con una capacidad aproximada de 55 000 gal/mes (220 000 L/mes) para producir biodiesel y de 102 000 gal/día (390 000 L/día) para etanol además de una planta deshidratadora-rectificadora de alcohol de 440 000 L/día (116 000 gal/día).

El país cuenta con un sistema interconectado de producción, transmisión y distribución de electricidad, el cual tiene una cobertura del 98% del territorio nacional, el resto es atendido

por el ICE mediante sistemas fotovoltaicos. Sólo en transmisión el único actor es el ICE, en producción y distribución de electricidad además del ICE hay otros actores públicos y privados.

Las fuentes renovables de energía con que cuenta el país son cinco: hidroenergía, geotermia, biomasa, eólica y solar. En total el territorio nacional cuenta con un potencial bruto estimado de 8 072 MW pero sólo un 81% (6 530 MW) de esto es utilizable ya que parte de este potencial se encuentra en parques nacionales por lo que el acceso y explotación es restringido. El clima es un gran factor que impide que se use al 100% los potenciales en el caso del hidro.

La capacidad instalada interconectada creció un 6,8% entre el 2005 y el 2006, este crecimiento se relaciona con el incremento en el sector privado que pasó de tener una capacidad de 161 MW a 250 MW en hidroelectricidad. Aunque el sector público es el que aporta la mayor capacidad instalada, en el 2006 se observa una disminución de la participación (se pasó de un 86,6% en el 2005 a un 82,89% en 2006) principalmente por la problemática de inversión en nueva infraestructura, cosa que el sector privado no tiene como limitante por lo que su participación cada vez es más grande (de 13,4% a 17,1%, 2005 a 2006 en infraestructura).

La principal fuente de energía eléctrica es la hidráulica, seguida de la geotérmica y termoeléctrica. El ICE es el mayor productor (76,7%) seguido del sector privado y otras empresas públicas, en transmisión sólo el ICE participa, en distribución los principales participantes son el ICE y el CNFL que cubren un 40% aproximadamente cada uno y en consumo el sector residencial es el que más demanda seguido del sector comercial e industrial, siendo el alumbrado público lo que menos consume.

En el 2006, las ventas de electricidad crecieron un 6,2% con respecto al 2005, el número de clientes creció un 2,8%. El consumo de energía eléctrica en el sector residencial creció un 4,1% en el 2006 con respecto al año anterior, al igual que el número de clientes que cambió positivamente un 3,1%. De acuerdo a datos de la Dirección Sectorial de Energía los principales usos de la electricidad en los hogares costarricenses es para cocción (55%), refrigeración (20%), calentamiento de agua (14%) e iluminación/otros (11%).

Las emisiones que provienen de la quema de combustibles fósiles y biomasa son las responsables de la mayoría de la contaminación atmosférica. De acuerdo al estudio de calidad del aire (UNA, 2006) la cantidad de material particulado PM-10, no sobrepasa la norma nacional para 24 horas que corresponde a 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Los promedios mensuales se tampoco superan la norma nacional que establece 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como valor de comparación. Hubo una disminución de un 14% para el punto de medición del área de la Catedral y de un 11% para la zona de muestreo de la Junta de Educación de San José.

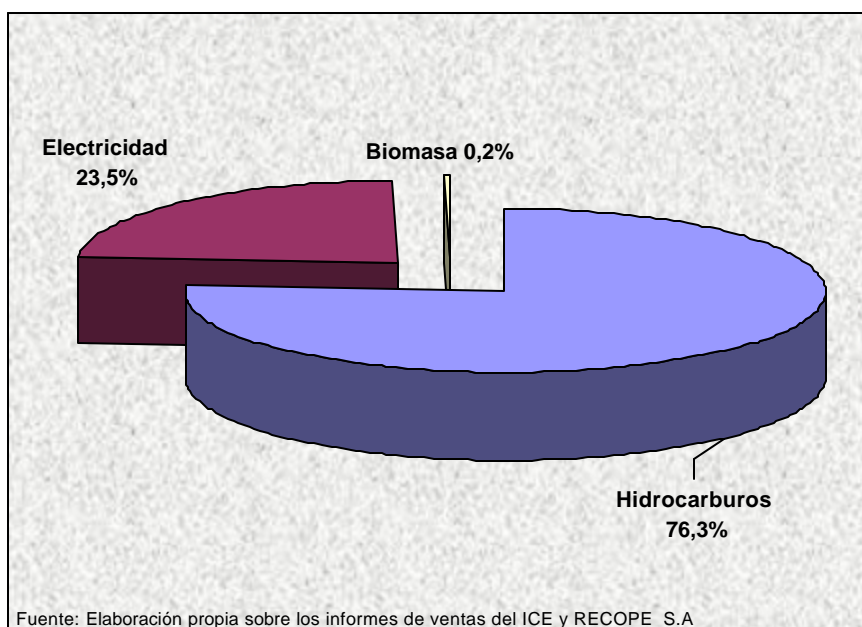
La concentración de sulfato presente en el material particulado PM-10 que se encontró presenta una disminución en los niveles si se compara con los valores obtenidos para el último trimestre del año 2005. Los valores promedio de nitrato presente en material particulado recolectado en el estudio son de 1,01 y 0,99  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para la Catedral Metropolitana y la Junta de Educación de San José respectivamente. La concentración de dióxido de nitrógeno sobrepasa el valor criterio mensual establecido por la Organización Mundial de Salud de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para cinco de los puntos de estudio.

## 1. Incremento de consumo de hidrocarburos para producción de energía eléctrica

Los últimos balances de energía que maneja la Dirección Sectorial de Energía - DSE a nivel nacional han mostrado una tendencia donde los hidrocarburos representan aproximadamente tres cuartas partes del consumo de energía y la electricidad una cuarta parte, en términos generales con una tasa de crecimiento promedio anual cercana al 5%.

Tomando como referencia los informes de ventas totales de energía comercial de RECOPE S.A y del ICE se concluye que el consumo total final en el 2006 fue de 121 172 Terajulios<sup>1</sup> y en el 2005 fue de 112 902 Terajulios esto significa un crecimiento del 7,3%. Donde los combustibles fósiles representan un 76,3%; la electricidad un 23,5% y la biomasa<sup>2</sup> un 0.2% de las ventas totales en el 2006; situación muy similar se dio en el 2005. (Ver grafico número 1)<sup>3</sup>.

**Gráfico Nº 1**  
**Distribución relativa del consumo de energía por fuente 2006**



1 Dato preliminar abril 2007.

2 Es un dato estimado tomando como referencia el Balance Energético Nacional del 2004 y 2005 que maneja la DSE

3 En el momento que se elaboro esta ponencia ( marzo y junio del 2007) no se contaba con el Balance Energético Nacional del 2006 que elabora la DSE; por lo tanto, lo que se hizo fue recoger los informes de ventas del ICE y de RECOPE S.A. para el 2005 y 2006 y tomar estos datos como referencia para el análisis. Con respecto a la biomasa al no existir un mercado forma para esta fuente se tuvo que estimar el dato del 2006 tomando los datos del balances de energía del 2004 y 2005 que lleva la DSE; esta situación generar cambios con los registros que llevan los informes del Estado de la Nación anteriores ya que se basan en los balances de energía que elabora la DSE; sin embargo la diferencia entre estos datos y los de los balances no debería ser muy diferentes ya que lo que se toman como punto de arranque son las ventas totales comerciales de energía.

Tomando como referencia las encuestas por sector económico que maneja la DSE y los reportes de ventas por sector que lleva el ICE y RECOPE S.A se concluye que el sector transporte (terrestre, aéreo y marino) sigue siendo la principal causa del consumo de energía a nivel nacional ya que representa en promedio un 55% de ésta; seguido por el sector industrial con un 20%; sector residencial con un 11%; sector servicio y comercial con un 10% y con un 4% el sector agrícola en promedio. Esta estructura no ha variado en los últimos diez años y no se vislumbran acciones en el corto y mediano plazo que modifique esta tendencia y concretamente en el sector transporte, ya que éste es quien consume más de la mitad de la energía que demanda el país.

Otro elemento importante a rescatar es que de las ventas totales de RECOPE S.A en el 2005 un 3,3% fue consumido por el ICE para generación térmica (diesel y bunker); en el 2006, dicho consumo llegó a representar un 6,6% de las ventas totales de RECOPE S.A. Se estima que en los próximos tres o cuatro años este consumo aumente significativamente como resultado de las limitaciones y los atrasos en las inversiones que tiene el ICE para el desarrollo de nuevos proyectos eléctricos.

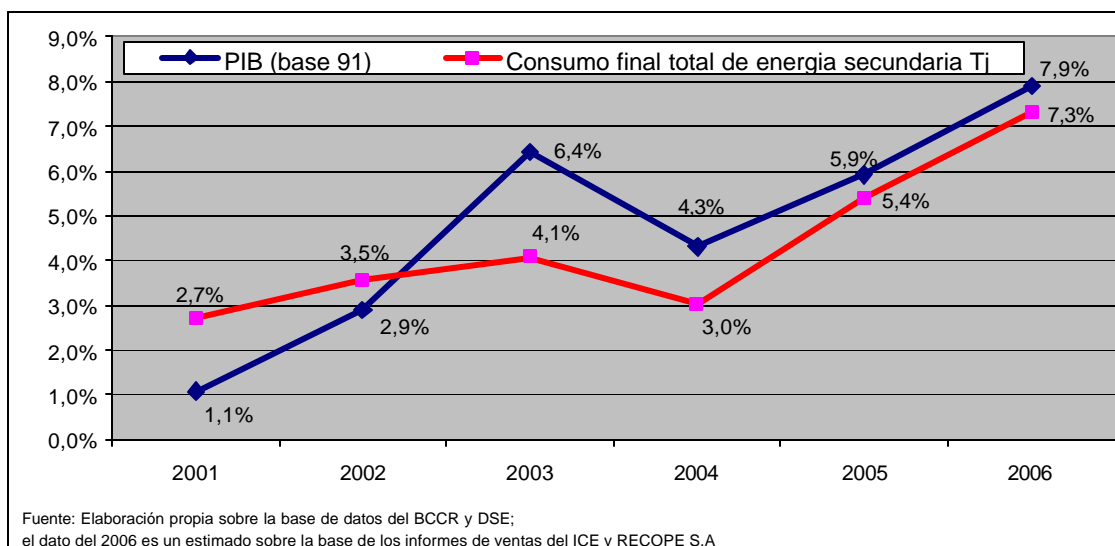
Indiscutiblemente la energía es un insumo estratégico para el crecimiento y desarrollo de cualquier país; de hecho cuando se revisa la relación que existe entre energía y crecimiento económico para Costa Rica, se encuentra una correlación positiva muy alta entre estas dos variables, si se toma como referencia el periodo que va del 2000 al 2006 se obtiene una correlación<sup>4</sup> del 98%, esto indica que si la economía en un todo crece el consumo total final de energía también crece y en la misma dirección y viceversa. (Ver grafico N° 2)

---

4 Coeficiente de Person

**Gráfico Nº 2**

**Tasas de crecimiento del Producto Interno Bruto Real base 1991 y del consumo final de energía secundaria en Terajulios del 2001 al 2006**



Otro elemento a rescatar aquí es la razón entre el consumo de hidrocarburos con respecto a la electricidad, en el 2000 esta relación era de 3,7 a 1; en el 2006 fue de 3,4 a 1, si bien el cambio es pequeño lo que indica es que en el mediano plazo se va dar una mayor presión para la producción de electricidad y si no se tienen las acciones claras en esta materia el crecimiento económico y el desarrollo del país se podría ver afectado.

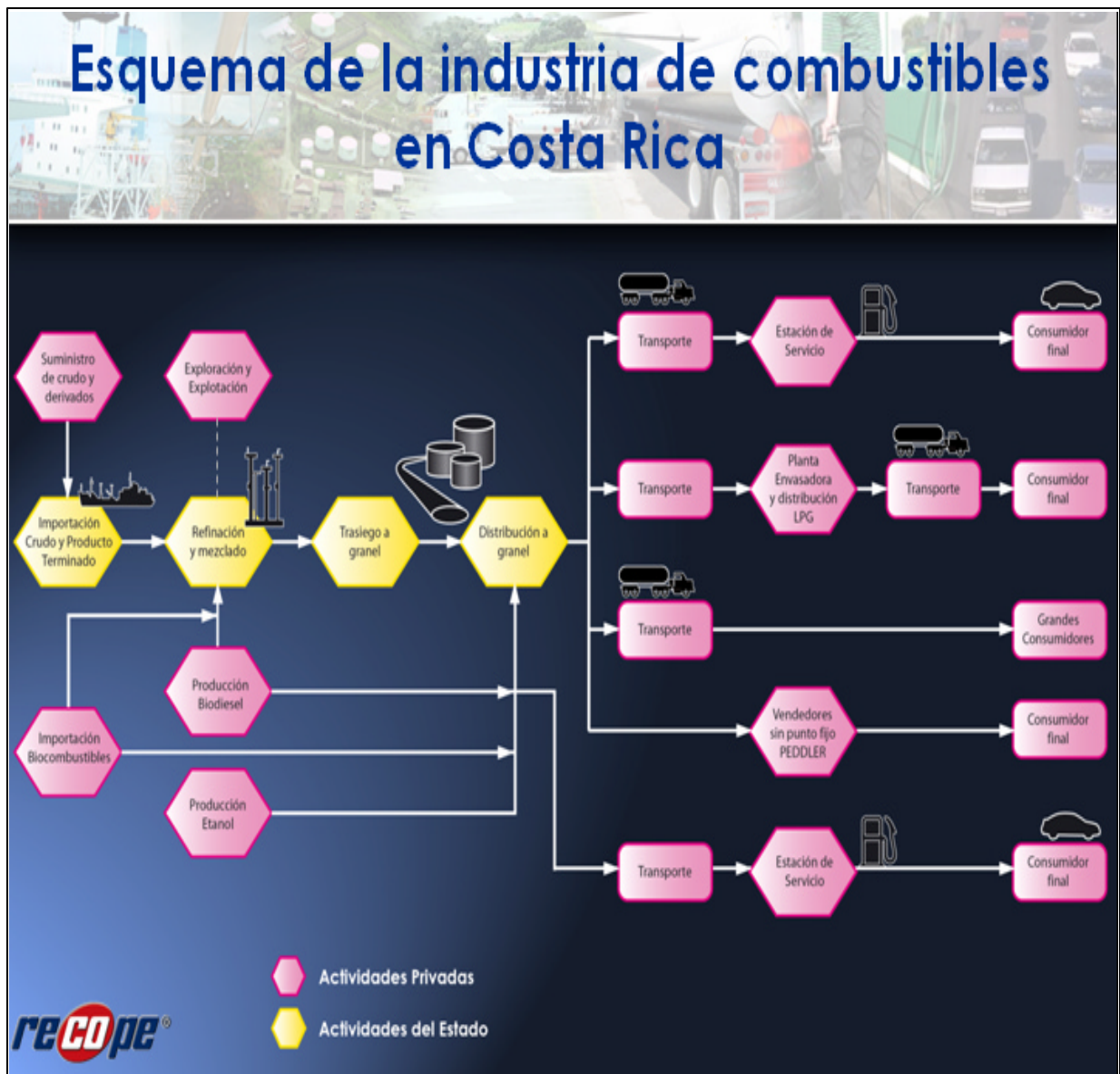
Los otros dos indicadores a tener presente son la intensidad y la productividad energética; así por ejemplo en el 2000 la intensidad energética -IE<sup>5</sup> (cantidad de energía consumida para producir una unidad monetaria) era de 0.066 y en el 2006 fue de 0.064. Si bien el cambio es muy pequeño lo que indica es que el país logró alcanzar una mayor productividad energética (unidades monetarias producidas con una unidad energética consumida) en el 2000 fue de 15 151 mientras que en el 2006 fue de 15 490. Esto se va a ver reflejado en una mejora de la capacidad competitiva de la estructura productiva del país y en una mayor eficiencia, ya que en la medida que se usen menos recursos energéticos para producir una unidad monetaria mejoramos nuestros niveles de productividad y por lo tanto indirectamente se estaría dando aportes para proteger el ambiente y promoviendo el desarrollo sostenible del país.

5 Consumo final total de energía/PIB real\_

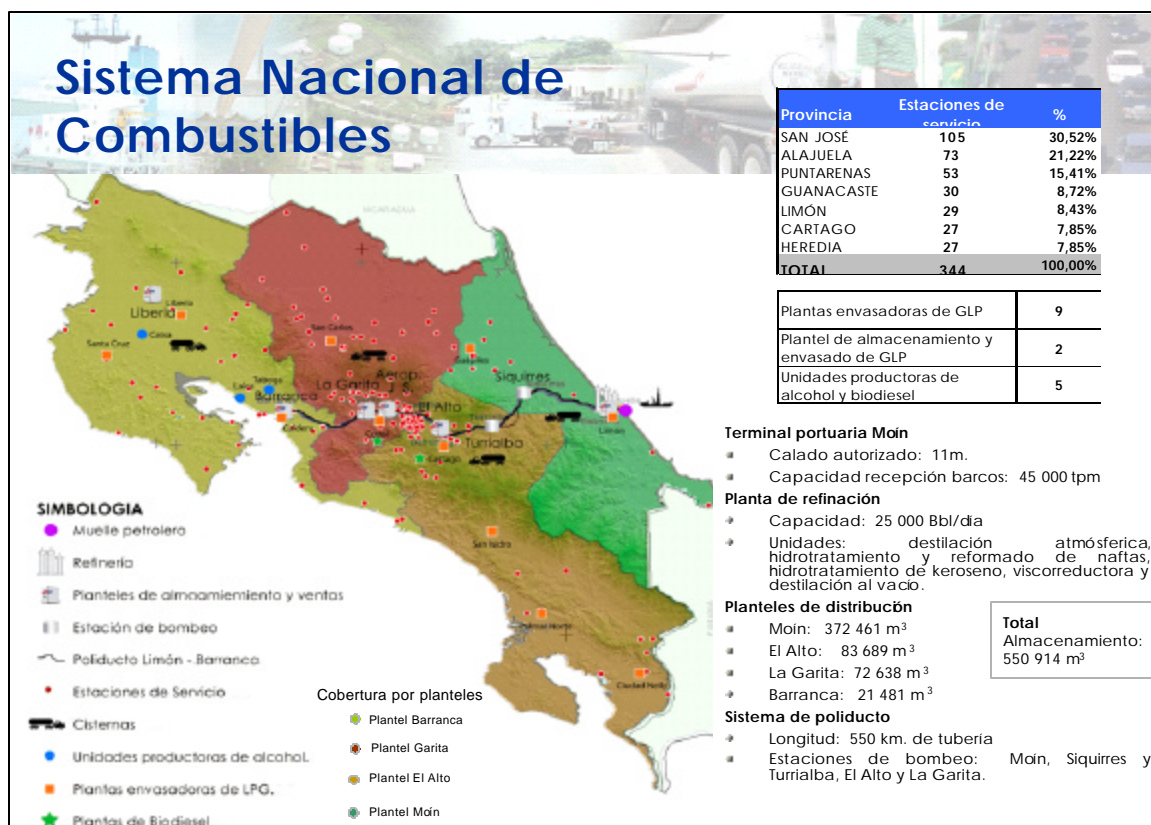


## 2. Participación pública y privada en la industria del sector combustibles

En Costa Rica la importación (petróleo crudo y sus derivados), refinación, almacenamiento y venta a granel son monopolio del Estado costarricense según la Ley 7356. Se concede la administración de este monopolio a RECOPE S.A cuya finalidad es asegurar el abastecimiento de la demanda nacional del petróleo crudo y de sus derivados; la empresa desarrolla la infraestructura necesaria (puertos, refinería, planteles y poliductos) para cumplir con los objetivos encomendados según la Ley 6588 que regula la actividad de RECOPE S.A.; sin embargo existe una cantidad de funciones y actores privados que complementan la cadena nacional de abastecimiento de combustibles hasta el consumidor final. Ver imagen.



El trasiego de los combustibles desde los planteles de RECOPE S.A hasta las estaciones de servicio; planteles de almacenamiento y envasado de GLP; plantas envasadoras de gas (GLP); grandes consumidores y distribuidores sin punto fijo (peddler) se ejecuta únicamente con participación de actores privados. El proceso de envasar el gas licuado de petróleo (GLP) y el trasiego hasta el consumidor final se hace básicamente con la participación de dos empresas privadas. La distribución al detalle de los combustibles líquidos se ejecuta únicamente con participación privada (344 estaciones de servicio RECOPE S.A; 2006). Por último la producción; exportación; almacenamiento y trasiego de los biocombustibles se hace solamente con participación de actores privados en estos momentos. Pero en el 2006, se importó etanol para uso en el sector transporte



por parte de RECOPE S.A Ver la siguiente imagen

Queda claro que el negocio de los combustibles derivados del petróleo en Costa Rica tiene participación tanto pública como privada en las distintas fases de la cadena y que en algunas de estas fases se desarrollan bajo un enfoque de monopolio, oligopolio o de competencia en el servicio.

En Costa Rica el precio de los combustibles derivados del petróleo es regulado ya que por su naturaleza es considerado un servicio público según la Ley 7593 de la ARESEP. Cabe resaltar que la Ley 6588 y su reglamento, fijan un precio uniforme de los combustibles a nivel nacional para el consumidor y un precio uniforme en todos los planteles de RECOPE S.A para los productos que expende; esta acción tiene como objetivo buscar la solidaridad y la equidad social en el servicio que

brinda la empresa, situación que no se da en el resto de los países de Centro América.

## 2.1 Importación

En Costa Rica existe un monopolio en la importación de hidrocarburos, el proceso lo realiza RECOPE S.A utilizando mecanismos de libre mercado. Dichos procesos de contratación los realiza la Dirección de Comercio Internacional de RECOPE S.A y garantiza un proceso de competencia y mejores precios; modelo que ha sido estudiado y elogiado en varias ocasiones por parte de la CEPAL.

En el 2006, RECOPE S.A importó de más de nueve países diferentes, un total de 17 394 716 barriles (producto terminado para consumo final 16%; productos para mezcla 56% y crudos 28%<sup>6</sup>) o sea un 8,2% más que en el 2005, con un costo CIF de 1 249 millones de dólares, lo que arroja un valor promedio de importación CIF de \$71.80 el barril, esto significa que la factura petrolera creció un 25,2% más que en el 2005.

En términos generales, la factura petrolera, el costo promedio por barril y el volumen de barriles importados presenta una tendencia sostenida y creciente, o sea, hay una mayor dependencia de una fuente energética externa como es el petróleo crudo y sus derivados. Sin embargo, en el corto y mediano plazo no se observan acciones concretas para modificar la trayectoria de este consumo (ver cuadro N° 1).

**Cuadro N° 1**  
**Evolución del total del producto terminado y crudo 2001 al 2006**

Año	Volumen/Barril	Monto US\$	Costo \$/Barril
2001	14.400.596	\$420.497.403	\$29,20
2002	15.267.615	\$440.165.340	\$28,83
2003	15.222.031	\$525.921.171	\$34,55
2004	15.685.416	\$698.628.429	\$44,54
2005	16.078.701	\$997.844.184	\$62,06
2006	17.394.716	\$1.248.940.609	\$71,80

Fuente: Dirección de Planificación RECOPE S.A

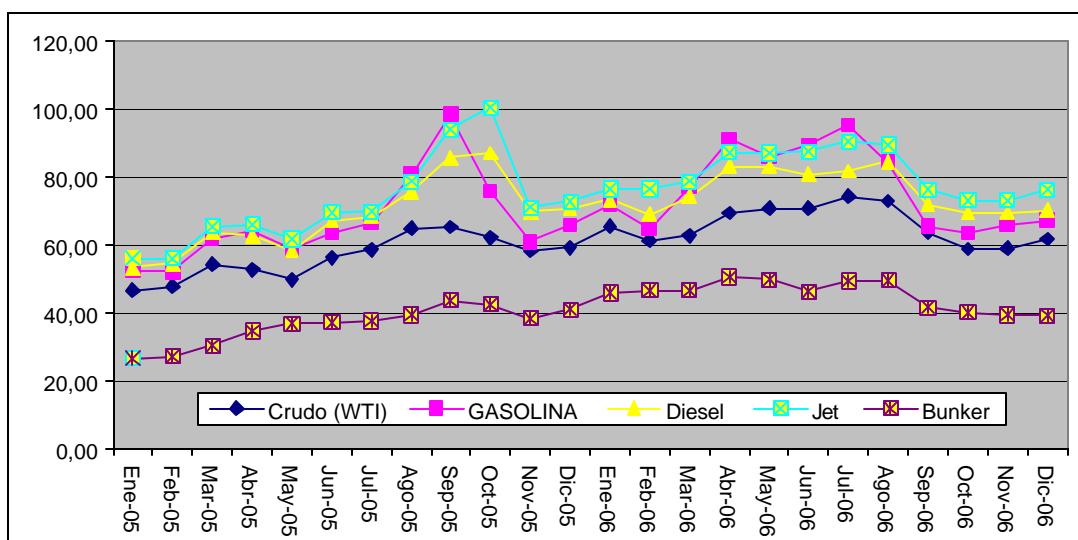
RECOPE S.A en sus procesos de compra toma como base de referencia los precios internacionales de la Costa del Golfo de EEUU el cual muestra un incremento sostenido no solo de los productos terminados sino también el precio promedio del petróleo crudo, el cual en el 2005 era de US \$56,42 por barril, en el

---

<sup>6</sup> Estos porcentajes se obtiene de los informes que da la Dirección de Comercio Internacional. Gerencia de Comercio Internacional y Desarrollo. RECOPE. Enero 2007

2006 el precio promedio de este producto fue de US \$66,00 el barril, esto representa un aumento del 17% y se estima que el margen de ganancia en el proceso de refinación del crudo oscila entre 10 y 15 dólares el barril como promedio dependiendo de las unidades de conversión. Como se observa en el gráfico N° 3 este proceso (refinación) empieza a ser interesante para países que tienen refinerías como la nuestra.

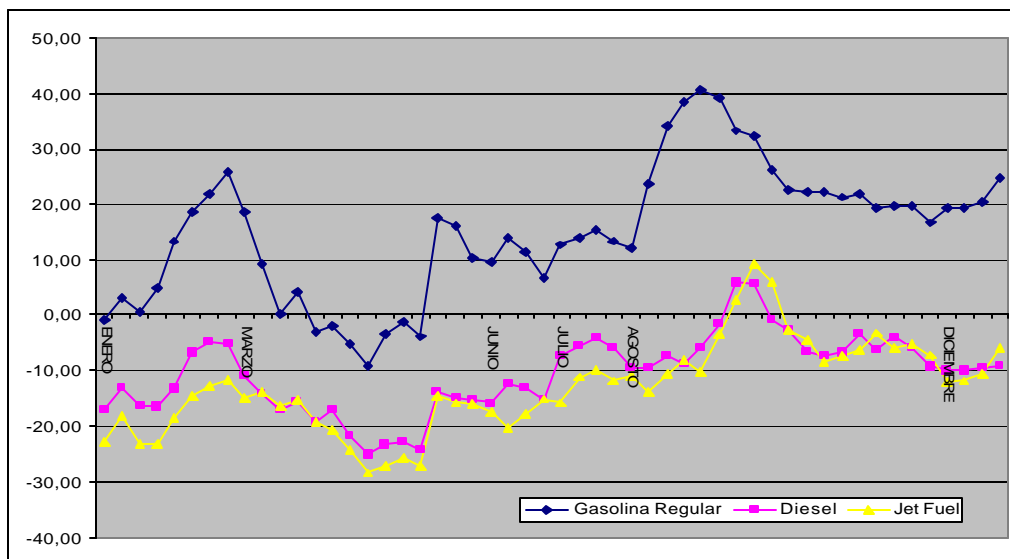
**Gráfico N° 3**  
**Evolución de los precios internacionales (FOB) crudo, gasolinas, diesel y bunker (WTI) 2005 al 2006**



Fuente: Dirección de Comercio Internacional RECOPE S.A

En la grafica N° 3 el precio promedio mensual del jet fuel y el diesel está por encima del precio de referencia de las gasolinas con algunas pequeñas acepciones, muy por encima del precio del barril del crudo. Pero los precios domésticos o internos en Costa Rica para el consumidor final reflejan una tendencia diferente a la del mercado internacional, el precio del jet fuel y del diesel se vende por debajo del precio de las gasolinas como se observa en el grafico N° 4.

**Gráfico N° 4**  
**Diferencial entre el precio de venta y precio de importación más costo de operación**  
**2006**



Fuente: Dirección de Comercio Internacional RECOPE S.A

La situación que se ve en el gráfico N° 4 tiene varios impactos en RECOPE S.A. y al consumidor. Primero lo que se observa es un subsidio cruzado entre las gasolinas con respecto al consumo de diesel y jet fuel en el 2006. Esta situación hace que en los estados financieros de RECOPE S.A se tengan productos con “utilidades” como las gasolinas y productos con “perdida” como el diesel y jet fuel; situación que tiende en muchos casos a confundir a las personas llegándose a conclusiones equivocadas de que la empresa pública está teniendo grandes “utilidades” pero lo cierto es que tiene que equilibrar sus costos entre los productos que ganan con los que pierde como resultado del subsidio; lo que impacta en última instancia en el consumidor. Ahora bien corregir este desequilibrio no es responsabilidad de la empresa pública sin embargo, esta situación ha sido señalada en múltiples ocasiones al ente regulador para que tome las medidas pertinentes con el fin de corregir dicha distorsión y evitar conclusiones equivocadas.

Otro de los efectos de la situación anterior y concretamente con el jet fuel es que al estar subsidiado este producto hace atractiva a Costa Rica como punto para abastecer los aviones de las líneas aéreas internacionales.

## 2.2 Refinación

Del total que se importó en el 2006, el 28% (4 870 520 bbl) era petróleo crudo (liviano y pesado) que fue utilizado en el proceso de refinación de RECOPE S.A; distribuyéndose en 5,5% de crudo pesado BOSCAN y un 94,5 % de crudo liviano. Del crudo liviano se obtienen actualmente: GLP, nafta, diesel y fuel oil (bunker). Del crudo pesado se obtiene principalmente: asfalto, además de diesel, gasóleo y fuel oil. Ver cuadro N° 2.

### Cuadro N° 2

#### Composición de productos obtenidos del crudo liviano de enero a diciembre 2006

Producto	Barriles	% del total
Búnker	1 914 938	41,6
Diesel	1 661 557	36,1
Naftas	938 859	20,4
GLP-int	36 577	0,8
Kerosene	23 487	0,5
Pérdidas	28 181	0,6

Fuente: Dirección de Operaciones de la Refinería RECOPE S.A

En el 2006 se vendió un total de 7 055 925 bbls de diesel en el país y se refinó un 23% de ese consumo (ver cuadro N° 2) sólo que con un contenido de azufre superior a lo que el país estableció por lo que se hace necesaria la mezcla con un diesel de menor contenido de azufre para alcanzar la normativa nacional. Si se combina la idea anterior con los márgenes de utilidad en el proceso de refinación (\$10 a \$15 el barril) y se observa la tendencia del petróleo crudo, derivados y residuos como el fuel oil en el gráfico N° 1 se llega a la conclusión que el país podría verse beneficiado si concluye el proceso de modernización de las unidades de alta conversión de la refinería .

En el caso de las naftas, una parte de éstas es utilizada en el proceso de formulación de las gasolinas (súper y regular) básicamente y según datos de RECOPE S.A en el 2006, cerca de un 25% de la misma fue producida en la refinería, sin embargo al igual que el producto anterior no cumple con las normativas de calidad que el país exige para estos productos. En el caso del fuel oil el país refina todo lo que necesita de este producto y ocasionalmente sus excedentes los exporta.

## **2.3 Consumo**

Tomando como referencia los informes de ventas de RECOPE S.A sin las exportaciones (bunker e IFOs) las ventas crecieron en el 2006 un 7,8% (16 344 752 bbl) con respecto al año anterior; las gasolinas y el diesel representaban un 75,3% (12 314 194 bbl) o sea un 9,1% más que en el 2005 (RECOPE S.A, 2006). De toda la gasolina demandada (5 268 269 bbl) en el 2006, el 98% fue utilizada en el sector transporte vehicular y de acuerdo a la última encuesta del sector transporte que maneja la DSE, el 85% de este combustible es consumido por vehículos privado (automóviles, microbús familiar, motos); un 5% transporte público (microbús, autobús y taxis); un 6% por el transporte de carga liviana y pesada y el 4% restante por otros tipos. (DSE, 2005)

Del total de diesel consumido (7 055 925 bbl) en ese año se estima que un 75% (5 291 000 bbl) fue utilizado en el sector transporte y de acuerdo a datos de la última encuesta en el sector transporte que elaboro la DSE el 66% fue utilizado por el transporte de carga liviana y pesada; un 14% por el transporte público (microbús, autobús y taxis); 7% fue consumido por vehículos privado (automóviles, microbús familiar, motos); el 13% restante por maquinaria pesada y otros tipos. (DSE, 2005)

Tomando como referencia los dos párrafos anteriores se estima que aproximadamente un 65% de las ventas totales de RECOPE S.A en el 2006 (11 136 541 bbl) fue para satisfacer el consumo del sector transporte vehicular público y privado, esto se traduce en un crecimiento del 7,5% con respecto al año anterior.

Las gasolinas en el 2006 representaron un 31% (5 268 269 barriles) de las ventas totales; en el 2005, este producto llegó a pesar un 33% (5 242 999 barriles); esto significó un leve crecimiento tanto en términos relativos y absolutos; pero un decrecimiento en la participación de las ventas totales de RECOPE S.A. Esta situación es el efecto de los altos precios de los combustibles en el mercado internacional que en última instancia se traduce en mayores precios para los consumidores; sin embargo en el 2006 el parque vehicular movido por este combustible era de 859 985 unidades esto significa un 7% más que el año anterior.

Cuando se comparan las ventas de las gasolinas regular y súper del año 2006 con respecto al 2005, se puede apreciar que la gasolina regular aumentó un 5,98% y la súper disminuyó un 9,56%, esto se da por un efecto de sustitución de parte de los consumidores de gasolina súper a regular.

En el 2006, el diesel representaba el 41,6% (7 045 925 barriles) de las ventas totales, en el 2005, este combustible pesaba un 37,9% (6 041 282 barriles) esto significa no sólo un crecimiento del 17% con respecto a sus ventas, sino también una mayor participación en las ventas totales de RECOPE S.A.

El sector transporte (público y privado) sigue siendo la principal causa de consumo de este combustible, se estima que en el 2006 circulaba un total de 181 808 vehículos a diesel o sea casi un 5% más que en el 2005; y se estima también que cerca del 75% de las ventas totales de diesel son para el sector transporte dato muy similar al 2005 (DSE, 2006).

De las ventas totales de diesel en el 2006, el ICE consumió un 15% (1 044 891 bbl) para uso térmico; esto significa un crecimiento del 118,5% con respecto al año anterior; de hecho entre el 2000 y el 2005 las ventas totales de diesel para uso térmico no superaban el 3% de las ventas totales de este combustible, mientras que en el 2006 represento un 6,1% de las ventas totales de RECOPE S.A.

Otro combustible que tiene un uso en el sector transporte pero aéreo es el Jet A-1 y el Av Gas, la suma de estos dos combustibles representan el 8,6% (1 460 756 bbl) de las ventas totales de RECOPE S.A en 2006 y el consumo de estos combustibles no experimenta crecimiento con respecto al 2005. Este estancamiento puede ser explicado por una disminución en la entrada y salida de turistas por el aeropuerto Juan Santamaría ya que según datos de ALTERRA, en el año 2006 esta baja fue de un 7%. Sin embargo, el ingreso y salida de turistas por el Aeropuerto de Liberia se incrementó en un 18%.

El IFO-380 es un combustible que se usa para el transporte marino, en el 2006 este producto represento el 3,4% (590 753 bbl) de las ventas totales un dato muy por debajo con respecto al 2005, donde este producto representaba cerca del 5% de ventas totales de RECOPE S.A; la razón de esta baja en las ventas se debe en gran parte a la falta de una infraestructura que garantice el suministro oportuno a sus clientes externos.

El GLP representa un 7% (1 136 982 bbl) de las ventas totales de RECOPE S.A en el 2006, esto significa un leve crecimiento de las ventas de un 2,2% con respecto al año 2005. Este combustible es utilizado básicamente en el sector comercial, industrial y residencial. Este combustible ha venido incursionando en el sector transporte como un producto alternativo, pero no hay una regulación clara con respecto a su uso en este sector.

El bunker es utilizado básicamente en el sector industrial y representa el 7,1% de las ventas totales de RECOPE S.A del 2006, con una tasa de crecimiento de 12,2% con respecto al año anterior. Es importante rescatar con respecto a este producto que el país es autosuficiente ya que logra obtener del proceso de refinación las cantidades que se requieren.

El Instituto Costarricense de Electricidad – ICE tiene previsto en el corto plazo la puesta en marcha del proyecto térmico Garibito localizado en Puntarenas y operado con bunker para la generación de electricidad; se estima que RECOPE S.A podría satisfacer la demanda con los niveles de refinación que se tiene a fecha.



## **2.4 Biocombustibles**

La tendencia creciente y consistente de los precios de los hidrocarburos y el hecho de que cada vez más se agotan las reservas de petróleo en el mundo entero, son razones impulsoras para la búsqueda de nuevas fuentes de energía que puedan sustituir el uso del petróleo y sus derivados. Como una medida de respuesta se ve en el mediano plazo los biocombustibles como una alternativa complementaria al tema de los combustibles fósiles.

Los biocombustibles poseen ventajas innegables como el bajo contenido de azufre, el contenido nulo de compuestos aromáticos o la biodegradabilidad. Estudios de evolución de CO<sub>2</sub> (test de biodegradabilidad), llevados a cabo por la Universidad de Idaho y la EPA en 1997, demostraron que el biodiesel puro tiene un 84,4 % de biodegradabilidad, mientras que el aceite diesel presentó un 18,2 %<sup>7</sup>. Otro estudio en España en el 2004 dice que el uso de biodiesel reduce sustancialmente las emisiones contaminantes de los motores convencionales de gasóleo en 99% menos de óxido de azufre (SO<sub>2</sub>), 30% menos de hidrocarburos no quemados y 25% de monóxido de carbono (CO)<sup>8</sup>.

En la actualidad se utilizan alrededor de 14 millones de hectáreas de tierra para la producción de biocombustibles, que equivalen a cerca del 1 % de la tierra cultivable del mundo, proporción que podría alcanzar del 2,5 % al 3,8 % para 2030 dependiendo de la situación (FAO, 2007).

En Costa Rica se ha incursionado en la producción de dos biocombustibles como una iniciativa privada, sin ningún tipo de aliciente y concretamente en el etanol y el biodiesel.

Dos empresas del sector privado están relacionadas al biodiesel, una ubicada en Ochoмого, Cartago que ya opera con una capacidad aproximada de 50 000 gal/mes (200 000 L/mes). La otra empresa se ubica en el Coyol de Alajuela y tiene una capacidad de alrededor de 5 000 gal/mes (20 000 L/mes), ambas entidades generan para autoconsumo del biocombustible. Estas capacidades se podrían duplicar o hasta triplicar si se emitiera una Ley de Biocombustibles que aporte estabilidad y confianza a los productores.

El etanol se usa en una mezcla para oxigenar las gasolinas o como combustible puro en lugares donde se cuenta con vehículos adecuados para trabajar sólo con alcohol. En nuestro país su producción inicia en 1979 pero no para consumo nacional sino para la exportación.

---

7 Estudio sobre "Producción de Biodiesel Combustible Automotriz a partir de Aceites Vegetales", Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología y Producción Limpia. Colombia. <http://www.corpodib.com/estudios2.htm>

8 [http://www.bornet.es/notic/Fisica\\_\\_Quimica\\_y\\_Energia/220604182935.shtml](http://www.bornet.es/notic/Fisica__Quimica_y_Energia/220604182935.shtml) Bornet, Revista de Divulgación sobre ciencias.

En este momento se cuenta con dos unidades de destilación propiedad de ingenios azucareros, ubicadas en la provincia de Guanacaste, con capacidades de 240 000 y 150 000 litros por día (63 000 gal/día y 39 000 gal/día) para una y otra. Aparte de esta infraestructura se cuenta con una Planta Deshidratadora-Rectificadora de Alcohol en Puntarenas con capacidad nominal de procesamiento de 440 000 litros por día (116 000 gal/día). En total se cuenta con una producción teórica de 189 millones de litros (50 millones de galones) en un período variable de 100 días continuos en los ingenios y 340 días en la deshidratadora.

En febrero del 2006 inicia un Plan Piloto con una duración programada de 12 meses, de acuerdo al Decreto Ejecutivo N° 31087 MAG-MINAE, con el objetivo de evaluar la logística y manejo de la gasolina con etanol, desde el mezclado en RECOPE S.A hasta el punto de venta en las estaciones de servicio. En la zona del Pacífico Central del país, el MINAE a través de RECOPE S.A, puso en marcha dicho plan, a través de 64 estaciones de servicio que distribuyen el producto.

Como se observa en el cuadro N° 3 el comportamiento de las ventas de las gasolinas en el plantel de Barranca entre el año 2006 y 2005 (punto donde se hizo la mezcla de gasolina regular con etanol) respecto a la gasolina regular en el primer trimestre del 2006, tuvo un aumento en las ventas de un 4,93%, sin embargo en los trimestres subsiguientes se presentó un comportamiento inverso registrándose porcentajes de variación negativos de 22,74%, 29,78%, 22,95% para el II, III y IV trimestre respectivamente, teniendo como resultado en las ventas de este producto entre un año y otro una disminución de un 17,64%. Nótese que en el caso de la gasolina súper en todos los trimestres se registraron aumentos en las ventas, en una mayor proporción en el II, III y IV trimestre del 2006, con un incremento anual de un 55,33%.

**Cuadro N° 3**  
**Ventas de gasolina con etanol en el plantel Barranca 2006 en m<sup>3</sup>**

Trimestre	Ventas de gasolinas					
	Regular			Super		
	2006	2005	Variación, %	2006	2005	Variación, %
I	21.673	20.655	4,93	10.219	10.027	1,91
II	15.444	19.989	-22,74	14.264	8.575	66,34
III	14.674	20.898	-29,78	13.886	8.697	59,66
IV	16.021	20.792	-22,95	15.534	7.404	109,81
<b>Total m<sup>3</sup></b>	<b>67.812</b>	<b>82.334</b>		<b>53.903</b>	<b>34.703</b>	

Fuente: Departamento de Mercadeo de RECOPE S.A

Es importante resaltar aquí algunos aspectos al margen de los resultados del proyecto piloto.

- ? Por lo general el precio promedio del etanol en el mercado internacional es superior al precio promedio del barril de las gasolinas.
- ? RECOPE S.A sacó a concurso una licitación, la cual la gana la empresa Lukoil; el producto (etanol) se trae de Brasil y se almacena en Corinto Nicaragua para luego ser trasladado en cisternas hasta el Plantel de RECOPE S.A en Barranca, ahí se hace la mezcla y luego en cisternas es trasegado a las diferentes estaciones en la región de Guanacaste. En el 2006 se consumió un total de 15 194 barriles de etanol a un precio de US \$92,22 el barril<sup>9</sup> muy por encima del precio promedio de gasolinas importadas de US \$77.89 el barril<sup>10</sup> (RECOPE S.A, 2006).
- ? No se ha implementado una estrategia informativa de cómo usar este producto y sus bondades lo que ha podido desencadenar un entorno desfavorable por parte de los consumidores finales, lo que se traduce en una disminución en las ventas de gasolina regular con etanol y en un incremento de la gasolina súper en esta región.
- ? Si el objetivo del gobierno es ir reduciendo la dependencia energética externa introduciendo etanol anhidro producido nacionalmente para ser mezclado con la gasolina regular, como idea “parece” interesante; pero a la fecha no se tiene claridad por parte del Estado de cuales son las acciones a seguir, quién o quiénes van a ser los responsables de ejecutar este proyecto (MINAE o MAG); como se va a financiar, si se va a dar algún incentivo para su producción agrícola; que volumen de mezcla se va a utilizar, cómo se va a fijar el precio del etanol anhidro o del biodiesel a nivel nacional, cómo se va a trasegar este producto hacia los centros de almacenamiento para su respectiva mezcla cuando lo amerite; si van a competir la producción de estos biocombustibles con cultivos tradicionales y de seguridad alimentaría; que áreas de territorio nacional se van a utilizar para estos proyectos; si se va deforestar para dar paso a esto cultivo, entre otras interrogantes.

El etanol es un biocombustible que ofrece grandes ventajas en virtud de sus características físico-químicas, disminución de factura petrolera, costos de producción relacionados y efectos ambientales, entre muchas otras<sup>11</sup>, pero a su

---

9 2006 se consumió 21 353 barriles y el costo fue de US \$ 1 969 199 CIF

10 2006 se importó un total de 4 235 803 barriles y el costo fue de US \$ 329 936 869 CIF

11 Consideraciones respecto a la producción y uso de bioetanol de caña de azúcar en Costa Rica; Ing. Agr. Marco Chaves Solera, M.Sc. Director Ejecutivo Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Costa Rica. 2006.

vez presenta ciertas limitaciones como que los vehículos no están estructural y mecánicamente preparados y adaptados para operar con mezclas de gasolina con etanol mayores a 10% de etanol, el alto grado de solubilidad y afinidad entre el etanol y el agua puede provocar problemas en la operación de los vehículos, al inducir separación de fases en los tanques de depósito y generar corrosión, entre otras cosas.

La capacidad productiva de etanol en el país se considera que es limitada e insuficiente para poder atender y satisfacer las necesidades nacionales futuras, por lo que las opciones serían:

1) Mejorar eficiencias, adecuar capacidad instalada e incrementar infraestructura de procesamiento y destilación.

2) Buscar nuevos socios que complementen la producción de etanol, los cuales no necesariamente deben proceder o pertenecer a la agroindustria azucarera<sup>12</sup>.

Para algunos ambientalistas los biocombustibles son perjudiciales ya que deforestan grandes cantidades de bosques para sembrar la materia prima de los mismos y son menos eficientes, para otros es sólo una cuestión de planificación y programación.

**Cuadro N° 4**  
**Consumo estimado de gasolinas y etanol en Costa Rica.**

<b>Año</b>	<b>Regular</b>	<b>Súper</b>	<b>Total</b>	<b>Etanol</b>
2005	131,60	106,50	238,10	23,81
2006	136,80	110,20	247,00	24,69
2007	142,10	111,70	253,80	25,38
2008	147,70	114,00	261,70	26,17
2009	153,50	115,00	268,50	26,85
2010	159,50	116,50	276,00	27,60

Fuente: Chávez Solera, 2003

---

12 Consideraciones respecto a la producción y uso de bioetanol de caña de azúcar en Costa Rica; Ing. Agr. Marco Chaves Solera, M.Sc. Director Ejecutivo Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Costa Rica. 2006.

## **2.5 Calidad del aire**

Las emisiones de material particulado están por debajo de la norma, la concentración de dióxido de nitrógeno sobrepasa el valor criterio mensual establecido por la Organización Mundial de Salud de 40 ug/m<sup>3</sup> en cinco puntos de muestreo de doce.

Las emisiones que provienen de la quema de combustibles fósiles y biomasa son las responsables de la mayoría de la contaminación atmosférica en casi todo el mundo. Las emisiones relacionadas con este tipo de energía surgen desde la producción/extracción de los hidrocarburos hasta el uso final de los combustibles fósiles ya sea para el transporte, calefacción, para el hogar (cocción de alimentos) y otros.

Costa Rica en los últimos veinte años, ha experimentado en el Gran Área Metropolitana un acelerado y desordenado crecimiento acompañado de un desarrollo de una nueva y moderna infraestructura, pero también de un incremento desmedido del tráfico vehicular de autos particulares, autobuses y camiones, que ha traído como consecuencia un deterioro considerable en la calidad del aire que se respira. En el 2000 había 1 vehículo por cada 6 habitantes, en el 2006 hay 1 vehículo por cada 4 habitantes<sup>13</sup>.

Se puede considerar como contaminante a la sustancia presente en mayor concentración a la natural como resultado de la actividad humana y que ejerce un efecto pernicioso sobre el ambiente. Estos efectos pueden alterar tanto la salud como el bienestar de las personas<sup>14</sup>. De aquí que debe ser de suma importancia el control de ciertos indicadores de la calidad del aire que son contaminantes atmosféricos, como por ejemplo el Monóxido de carbono (CO), los Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), los Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), el Ozono(O<sub>3</sub>), Material particulado y el Plomo(Pb).

El Laboratorio de Análisis Ambientales de la UNA, en asocio con la Municipalidad de San José y el Ministerio de Salud, realiza un monitoreo continuo de la calidad del aire en el cantón central de San José. El estudio mide algunos contaminantes criterio, por ejemplo: material particulado (hollín proveniente del escape de los vehículos), el dióxido de nitrógeno, así como el nitrato y sulfato presente en el material particulado.

Al analizar los resultados obtenidos para el material particulado PM-10, durante el período de monitoreo (setiembre 2005-setiembre 2006) se obtiene que para dos sitios de muestreo (Junta de Educación de San José y Catedral Metropolitana) no se sobrepasa en ningún día de medición, la norma nacional para 24 horas que

---

13 Fuente: Dirección Sectorial de Energía (DSE).

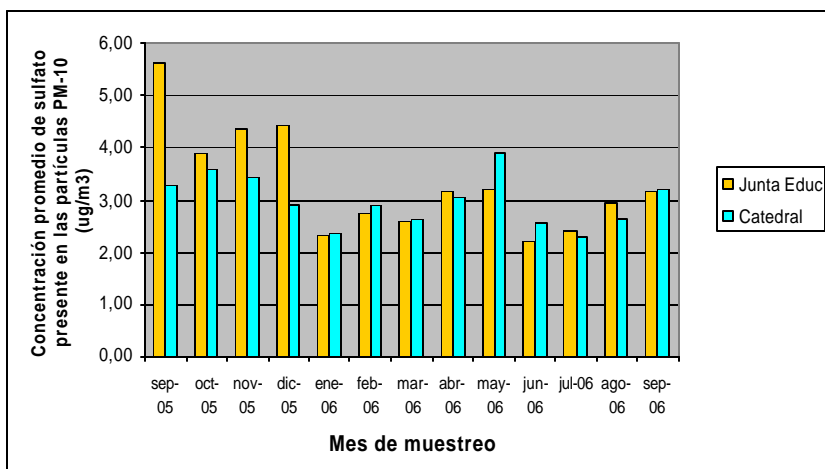
14 Tercer Informe de Calidad del Aire de la Ciudad de San José, 2005-2006.

corresponde a 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . De igual forma, al estudiar los promedios mensuales de ambos puntos se puede establecer que no se supera la norma nacional que establece 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como valor de comparación. Aún así la concentración promedio obtenida en la Catedral es mayor que en la Junta, en el periodo anterior 2004-2005, los valores promedio anuales para la Catedral Metropolitana y la Junta de Educación de San José fueron de 43 y 28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente, durante el año 2005-2006 estas concentraciones corresponden a 37 y 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , lo que implica una disminución de un 14% para el área de la Catedral y de un 11% para la zona de muestreo de la Junta de Educación de San José.

La concentración de sulfato presente en el material particulado PM-10 que se encontró según el estudio realizado durante el año 2006 representa una disminución en los niveles si se compara con los valores obtenidos para el último trimestre del año 2005. Las diferencias entre los promedios obtenidos no son significativamente diferentes entre ambos sitios de muestreo.

### Gráfico N° 5

Variación de las concentraciones promedio mensuales de sulfato en material particulado PM-10 obtenidas de septiembre 2005 a septiembre 2006 en los dos sitios del monitoreo.



Fuente: Tercer informe de calidad del aire de la ciudad de

En cuanto a los precursores gaseosos de los nitratos se conocen numerosas fuentes emisoras entre las cuales destacan la producción eléctrica (combustión de gas, búnker y carbón) y otros procesos de combustión a temperaturas elevadas (capaces de oxidar el  $\text{N}_2$  atmosférico) tales como los que ocurren en los motores de los vehículos y la quema de biomasa.

Los valores promedio de nitrato presente en material particulado recolectado en el estudio son de 1,01 y 0,99  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para la Catedral Metropolitana y la Junta de Educación de San José respectivamente. Comparando con el estudio anterior se puede inferir que el nivel de nitrato se mantuvo relativamente constante, ya que los promedios registrados en ese período fueron de 0,96 y 1,05  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Catedral y Junta de Educación).

Los óxidos de nitrógeno son liberados al aire desde el escape de vehículos motorizados, de la combustión del carbón, petróleo o gas natural, y durante procesos tales como la soldadura al arco, galvanoplastia, grabado de metales y detonación de dinamita. También son producidos comercialmente al hacer reaccionar el ácido nítrico con metales o con celulosa. Los óxidos de nitrógeno son usados en la producción de ácido nítrico, lacas, tinturas y otros productos químicos.

Para realizar el monitoreo de dióxido de nitrógeno se escogen 14 puntos de muestreo en el cantón central de San José. La concentración de dióxido de nitrógeno sobrepasa el valor criterio mensual establecido por la Organización Mundial de Salud de 40 ug/m<sup>3</sup> para cinco de los puntos a saber: Hospital San Juan de Dios, Catedral Metropolitana, Avenida 10 cerca de Bomba La Castellana, Edificio del A y A sobre el Paseo de los Estudiantes y el Edificio de la Numar en Barrio Cuba.

Con objeto de minimizar el impacto ambiental y en la salud es necesario poner en funcionamiento estrategias de control y reducción de las emisiones de material particulado atmosférico, aunque para que éstas sean efectivas deben realizarse de forma paralela con la reducción de las emisiones de gases precursores.

Ya se ha estado haciendo un esfuerzo a través de los años mediante la Revisión Técnica Vehicular, como se aprecia en el siguiente cuadro el porcentaje rechazado por emisión de gases por tipo de vehículo ha ido disminuyendo. Los taxis son los que mantienen el mayor porcentaje de rechazo.

**Cuadro Nº 5**  
**Nivel de rechazo por emisión de gases.**

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Automóviles	43,49	35,20	24,02	26,88
Motocicletas	23,84	20,78	14,43	17,26
Taxis	54,13	41,85	29,71	31,53
Transporte de ruta	22,10	14,62	7,24	9,11
Servicios especiales	18,01	12,47	6,82	7,26
Carga liviana	38,77	33,81	23,18	25,78
Carga pesada	19,49	13,93	7,91	10,53

Fuente: RITEVE SyC

Una gran problemática es que alrededor del 51% del parque vehicular inspeccionado, está compuesto por unidades que son modelos de hace 10 y 20 años, o sea son medios de transporte viejos que presentan mayor cantidad de problemas que los modelos más recientes de nuevas tecnologías.

### **3. Como esta organizada la industria eléctrica nacional**

En Costa Rica el Instituto Costarricense de Electricidad – ICE es la institución responsable de planificar y abastecer la demanda de energía eléctrica que requiere el país de acuerdo al decreto de Ley 449 emitido por la Junta Fundadora de la Segunda República. Para cumplir con esta misión el ICE ha desarrollado en todo el país un sistema interconectado de producción, transmisión y distribución alcanzando una cobertura superior al 98% del territorio nacional para el 2006; es importante resaltar aquí que aquellas áreas que la red no logra alcanzar son atendidas por el ICE con la instalación de sistemas fotovoltaicos que a la fecha son 1330 sistemas que benefician a 190 comunidades. También se ha instalado la mini central hidroeléctrica para suministrar energía a encargados de cuidar el Parque Nacional Isla del Coco.

Esta industria tiene tres eslabones en su cadena de negocio, la primera se le conoce como generación o producción de electricidad utilizando distintas fuentes; aquí se da una participación tanto de actores públicos (ICE, CNFL, JASEC, ESPH) como privada (4 cooperativas y 29 generadores privados<sup>15</sup>); pero como cualquier mercado de esta naturaleza, hay un actor dominante en este caso es el ICE con una participación de más de tres cuartas partes de la producción de electricidad. El segundo eslabón es la transmisión de alta tensión en este caso solo hay un único operador que es el ICE. Esta situación es muy similar en casi todos los países de América y con mucha más razón si se trata de un país pequeño como Costa Rica. El último nudo de la cadena es la distribución al detalle de energía eléctrica o de baja tensión, en este proceso participan por ocho operadores de capital tanto públicos como privados (CNFL; ICE; JASEC; ESPH; Coopelesca; Coopeguanacaste; Coopesantos y Coopealfaro). Estos distribuidores atienden el mercado a partir de una segmentación geográfica del país.

Para abastecer la demanda de energía eléctrica el país dispone de cinco fuentes renovables las cuales son: hidroenergía; geotermia; biomasa; eólica y la solar. A continuación se describe el potencial estimado identificado para cada una de estas fuentes, el potencial estimado aprovechable, el que se esta aprovechando y el potencial estimado que queda para ser aprovechado en el futuro para la generación de electricidad.

✍ **Hidroenergía:** Esta se obtiene del caudal y de la caída disponible entre dos puntos (energía potencial), lo que provoca la rotación de una rueda hidráulica o turbina; como resultado se obtiene energía mecánica que luego se transforma en energía eléctrica. Con respecto a esta fuente se estima que el país dispone de 6 633 MW, según datos del Centro Nacional de Planificación Eléctrica del ICE – CENPE; al dato anterior hay que

---

15 Los generadores privados pueden producir hasta un 15% de la producción nacional con energía renovables según Ley 7200 y 15 % adicional, según se establece en el segundo capítulo ó Ley 7508 de generación paralela.



restarle las plantas del ICE, de empresas eléctricas y de los privados que actualmente están en operación (1 469 MW) y los proyectos en ejecución (proyectos Pirrís del ICE de 128 MW) lo que significa que restan aproximadamente por desarrollar una potencia de 5 036 MW.

**Cuadro N° 6**  
**Potencial de hidroenergía en MW 2006**

Descripción	Caso incluyendo parques nacionales			Sin incluir Parques Nacionales		
	Potencia	Porcentaje	Energía	Pot sin par. nac.	Porcentaje	Energía
Plantas ICE en operación (potencia efectiva)	1126,52	16,98%	5281	1126,52	19,25%	5281
Proyectos en desarrollo ICE	127,6	1,92%	551	127,6	2,18%	551
Proyectos ICE identificados (incluye Par. Nac.)	4317,2	65,09%	21940,7	3535,7	60,42%	17274,7
Proyectos BOT (General-La Joya)	89	1,34%	390	89	1,52%	390
Plantas Generación Privada	125,11	1,89%	550	125,11	2,14%	550
Elegibilidades y otros proyectos Gen. Privada	454,25	6,85%	1989,615	454,25	7,76%	1989,615
Plantas CNFL y otras empresas eléctricas	128,32	1,93%	341	128,32	2,19%	341
Proyectos CNFL y otras empresas eléctricas	264,9	3,99%	1160	264,9	4,53%	1160
Total de potencial hidroeléctrico (incluye plantas)	6632,9	100,00%	32203,315	5851,4	100,00%	27537,315
Remanente del potencial hidroeléctrico (Se excluyen plantas en operación y construcción)	5036,35			4254,85		

Fuente: Centro Nacional de Planificación Eléctrica del ICE – CENPE

Al último Del dato del párrafo anterior hay que restarle 782 MW que es el potencial estimado que se localiza en parques nacionales y que por su naturaleza tiene una serie de restricciones para su aprovechamiento por lo tanto, lo que efectivamente queda disponible en el país para ser utilizado es 4 254 MW aproximadamente (ver cuadro N° 6).

☞ **Geotérmica:** Es aquella energía almacenada bajo la superficie de la tierra (reservorios geotérmicos y zonas volcánicas) en forma de vapor de agua, debido al contacto del agua con magma. El agua dentro del reservorio está en estado líquido, vapor o como mezcla de ambos. A principios de los noventa, el ICE hace un estudio donde logra estimar 865 MW disponibles a nivel nacional para ser utilizados; sin embargo el uso de esta fuente tiene sus limitaciones actualmente ya que más de la mitad del recurso se localiza en zonas de parques nacionales. El potencial estimado disponible y fuera de parques nacionales es de 301 MW y a la fecha se ha utilizado 164 MW en el proyecto Miravalles. Para mediados del 2007 se tiene programado dar inicio al nuevo proyecto geotérmico Las Pailas de 35 MW localizado en las faldas del Volcán Rincón de la Vieja. Por lo tanto, se estima que quedan disponibles 102 MW fuera de parques nacionales para ser utilizado.

☞ **Biomasa:** Esta se obtiene de residuos de la actividad agrícola o agroindustrial (bagazo de caña, cascarilla de café, madera de bosque, pinzote de palma africana, entre otros); y de desechos sólidos urbanos. De acuerdo a datos del CENPE se estima un potencial de producción de electricidad con biomasa de 300 MW. Pero gran parte de este potencial se consume en los propios proceso agroindustriales como fuente energética

primaria. Se estima que el recurso disponible para la producción de energía eléctrica rondaría los 100 MW; esto se refiere concretamente al bagazo y algunos restos del proceso de extracción del aceite de palma.

Existen algunos subproductos de la agricultura como lo es el rastrojo de la piña que representa un potencial a considerar, sin embargo, aún los dueños de esos cultivos no se interesan en su aprovechamiento energético.

En el caso de biogás producido se tiene como principal proyecto una pequeña central que utiliza el gas producido en el Relleno Sanitario de Río Azul. Hay otros aprovechamientos menores en lecherías y porquerizas, pero en todos los casos se trata de aportes que son puntuales y se refieren a micro centrales de no más de 25 kW<sup>16</sup>.

✍ **Eólico:** Es energía producida por la velocidad del viento (energía potencial) que hace que se muevan las aspas de un molino o turbina; como resultado se obtiene energía mecánica que luego se transforma en energía eléctrica. De acuerdo al último inventario se estima un potencial de 274 MW y se ha utilizado 66 MW; a este dato hay que sumarle la adjudicación residente de la nueva planta de 50 MW que se construirá mediante el mecanismo BOT<sup>17</sup> en el cantón de Bagaces. Por lo tanto, se estima que resta por desarrollar 156 MW.

✍ **Solar:** De acuerdo a una radiación solar media en el territorio nacional que es del orden de 192 W/m<sup>2</sup> y haciendo algunas suposiciones acerca de la eficiencia, territorio a utilizar y otras, se puede estimar en forma muy gruesa un potencial en el orden de 10 000 MW (valor teórico) para generar electricidad en el país - CENPE. Los altos costos de producción de electricidad limitan de momento el aprovechamiento de este recurso energético.

En el siguiente cuadro se logra identificar que el potencial disponible estimado es de 6 530 MW sin parques nacionales. De este total el 89,6% es hidroeléctrico; un 4,6% geotérmico; 4,2% eólico y 1,6% con biomasa.

---

16 Proyecto de la CNFL en Río Azul 3,7 MW.

17 Construir, Operar y Transfereir.

**Cuadro N° 7**

**Potenciales remanentes de energías renovables para producción de electricidad MW**

Fuente	Potencial Bruto estimado MW	Potencial disponible estimado MW para el sistema	Potencial utilizado MW	Potencial en ejecución MW	Potencial remanente estimado MW	Comentario al potencial remanente estimado
Hidroelectricidad	6633	5.851	1.469	128	4.254	Sin incluir potencial en parq. nac.
Biomasa	300	104	20	0	84	Bagazo y palma africana
Geotermia	865	301	164	35	102	Solo en zonas fuera de parq. nac.
Eólica	274	274	66	50	158	Sin incluir potencial en parq. nac.
Total	8.072	6.530	1.719	213	4.598	Sin incluir potencial en parq. nac.

Fuente: Centro de información, Comercialización Mayorista UEN CENCE y Estrategia de Inversiones - UEN CENPE

Agrupando el potencial utilizado y en ejecución se concluye que del potencial estimado sin parques nacionales en la parte hidro se ha utilizado un 27,3 %; en la biomasa un 19,2% (la mayor parte consumida por los propios ingenios y empresas agroindustriales); en la geotérmico un 66,1% y en el eólico un 42,3%. Se concluye que por lo tanto se ha utilizado un 29,6% (1 932 MW) del potencial disponible estimado, quedando disponible un 70,4% (4 598 MW) para ser desarrollado en el mediano y largo plazo para atender la demanda nacional.

El país va a tener que revisar y actualizar en el mediano plazo su potencial bruto estimado con el fin de replantear su estrategia sobre el uso de estas fuentes disponibles para minimizar el impacto en el ambiente y lograr satisfacer inteligentemente las necesidades de la demanda de electricidad que exige la sociedad para su desarrollo y crecimiento.

### 3.1 Capacidad Instalada interconectada

Entre el 2000 y el 2006 la capacidad instalada creció en promedio 3,9% al año pasando de 1 700 MW a 2 097 MW. Pero como se aprecia en el siguiente cuadro, entre el 2005 y 2006 la capacidad instalada interconectada creció un 6,8%. Este incremento se ve explicado básicamente por el sector privado el cual creció en términos generales un 35,6% (94 MW); el sector público creció un 2,3% (39 MW). Este aporte tan significativo del sector privado se debe básicamente al fuerte impulso que dio la capacidad instalada hidroeléctrica pasando de 161 MW en el 2005, a 251 MW en el 2006.

**Cuadro N° 8**  
**Capacidad instalada interconectada de generación en MW 2005 – 2006**

Capacidad instalada MW		2005		2006	
		MW	%	MW	%
Público (ICE/CNFL/Empresas Públicas)	Hidroelectricidad	1.143	67%	1.161	67%
	Termoelectrica	400	24%	422	24%
	Geotermica	136	8%	136	8%
	Eolica	20	1%	20	1%
	<b>Total</b>	<b>1.699</b>	<b>100%</b>	<b>1.739</b>	<b>100%</b>
Privado (Generadores Independientes y Cooperativas)	Hidroelectricidad	161	61%	250	70%
	Termoelectrica <sup>(1)</sup>	24	9%	28	8%
	Geotermica	30	11%	30	8%
	Eolica	49	19%	49	14%
	<b>Total</b>	<b>264</b>	<b>100%</b>	<b>357</b>	<b>100%</b>
Total	Hidroelectricidad	1.304	66%	1.411	67%
	Termoelectrica	424	22%	450	21%
	Geotermica	166	8%	166	8%
	Eolica	69	4%	69	3%
	<b>Total</b>	<b>1.963</b>	<b>100%</b>	<b>2.096</b>	<b>100%</b>

Fuente: Centro de información UEN CENCE. (1) Termoelectrico privado es Rio Azul; ingenio Taboga y El Viejo

Nota: Corresponde al Factor de potencia de Placa

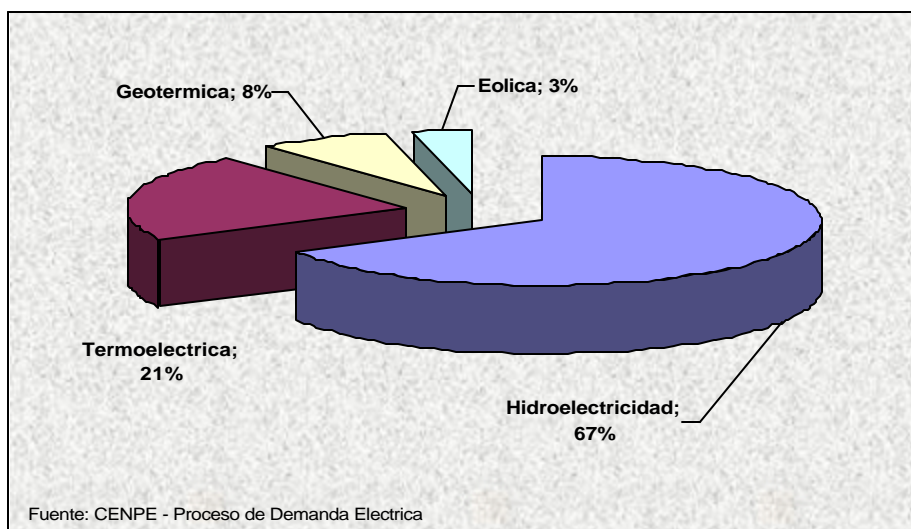
Del cuadro N° 8 se observa que el sector público es quien aporta la mayor capacidad instalada para la producción de energía eléctrica; pero su peso relativo ha retrocedido, por ejemplo en el 2005 este sector representaba el 86,6% de toda la capacidad, en el 2006 llego a pesar un 82,9%. Ahora bien, esta situación puede ser explicada por las limitaciones que tienen las empresas e instituciones públicas para invertir en nueva infraestructura, lo que ha permitido al sector privado ampliar su participación y su peso relativo dentro de esta actividad industrial pasando de un 13,4% de toda la capacidad instalada en el 2005 a un 17,1% en el 2006 en términos globales de infraestructura.

Del total de la capacidad instalada en el 2006, el 67% es hidroeléctrico o sea 1 412 MW en 56 plantas que se distribuyen de la siguiente forma: los generadores privados cuentan con 25 plantas con una capacidad total instalada de 225 MW; el ICE tiene 16 plantas y tiene una capacidad instalada total de 1 033 MW; la CNFL cuenta con 9 plantas con un total de 88 MW; Coopelesca con 3 unidades y un total de 26 MW; JASEC con 2 unidades y total de 20 MW y ESPH con 1 planta de 20 MW.

La geotérmica representa el 8% o sea 166 MW de toda la capacidad instalada, esta potencia se distribuye en 5 plantas de las cuales 4 son del ICE con 136 MW y 1 es privada que corresponde a Miravalles III con 30 MW.

Con respecto a la infraestructura eólica, ésta representa el 3% o sea 69 MW; el actor dominante en este caso es el sector privada con un 71% de toda la capacidad instalada (49 MW) seguido por el ICE con 29% (20 MW) (Ver cuadro N° 7).

**Gráfico Nº 6**  
**Capacidad instalada por tipo de planta de acuerdo a factor de potencia de placa 2006**



La parte termoeléctrica representa el 21 % de toda la capacidad instalada (450 MW en 2006). Con respecto a este segmento el ICE en el 2006 tiene el 94% (422 MW) de toda la capacidad y la fuente que utiliza para generar electricidad es combustible fósil (diesel y bunker).

El ICE es el único operador autorizado para utilizar combustibles derivados del petróleo en el proceso de generación de electricidad. Esto significa que el sistema tiene una quinta parte de su capacidad instalada con fuentes no renovables de acuerdo a datos del 2006 del CENPE. Es importante señalar en este punto que el uso de esta capacidad instalada es básicamente de respaldo al sistema; sin embargo en el 2006, el ICE tubo que alquilar las plantas térmicas de bunker que tiene el Grupo Pujol para atender el sistema eléctrico nacional.

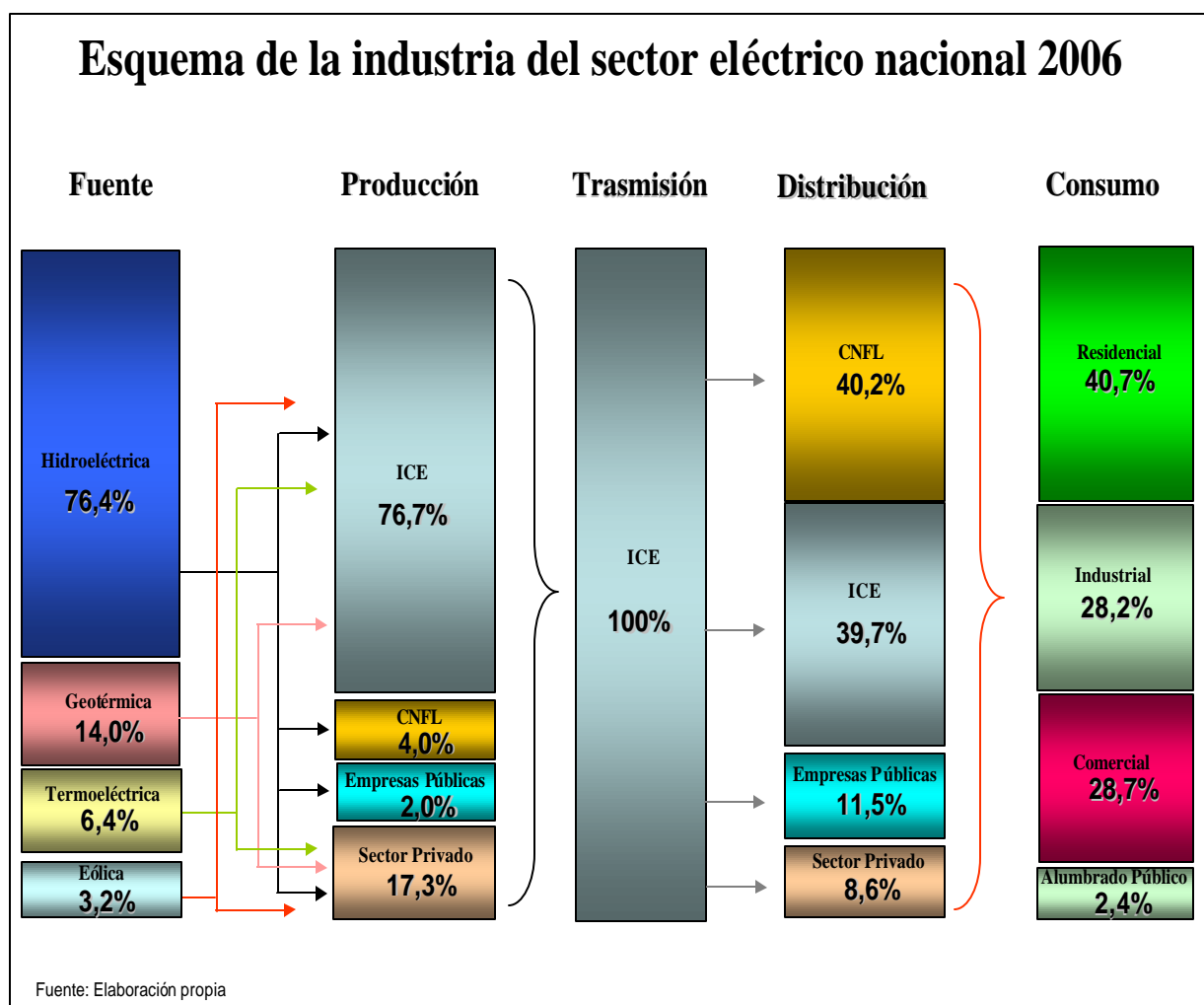
El sector privado tiene un 6% (28 MW) de toda la capacidad termoeléctrica instalado, la fuente energética que utiliza son los biocombustibles (bagazo de caña y el biogás). En este caso lo que se tiene son 3 plantas (Ingenio Taboga y El Viejo) con una capacidad total de 24 MW. Los 4 MW restantes son de una planta localizada en Río Azul y funciona con gas metano extraído de los desechos urbanos.

### 3.2 Producción y transmisión de alta tensión de energía eléctrica al sistema interconectado

La producción de energía eléctrica ha venido creciendo a una tasa promedio anual<sup>18</sup> del 4.1% en estos últimos seis años. Pero del 2005 (8 212 000 MWh) al 2006(8 641 431 MWh), este crecimiento fue del 5,2%.

Como se logra apreciar en la siguiente imagen, en el 2006, la fuente hídrica aportó el 76,4% (6 600 896 MWh) de la producción seguido de la geotérmica con un 14% (1 214 889 MWh); la eólica con un 3,2% (273 497 MWh) y la termoeléctrica fue de un 6,4% (552 153 MWh).

Con respecto a la producción termoeléctrica hay que destacar que el 97% (533 148 MWh) fue generado con combustible derivados del petróleo y el 3% restante fue producido con biomasa (Ingenio Taboga; Ingenio El Viejo y Cooperativo Saret).



18 No incluye los saldos netos del intercambio de energía (importaciones y exportaciones)

En este proceso de producción el actor dominante fue el ICE; pero el sector privado aportó en el 2006 un 17,3% (1 489 651 MWh - generadores privados + Coopesca + Grupo Cooperativo Saret) de toda la generación; mientras que la transmisión de alta tensión fue hecha exclusivamente por el ICE (Ver imagen).

En el 2005 el 97,1% de la producción de electricidad se hizo con fuentes renovables, en el 2006 fue de un 93,6%, esto significó un crecimiento en la producción con fuentes no renovables (diesel y bunker). Este hecho se verifica con los registros de ventas de RECOPE S.A donde en el 2005 el ICE compró un total de 508 544 barriles de combustible, en el 2006 esta compra fue de 1 080 229 barriles para sus plantas térmicas, lo cual significó un incremento del 112%; estos datos no recogen la cantidad de combustible que se utilizó en las plantas térmicas de bunker que alquiló el ICE al Grupo Pujol.

Este incremento en el uso de combustibles fósiles tiene básicamente dos explicaciones la primera esta asociada a una disminución de las condiciones hidrológicas que ha venido experimentando el país durante los últimos cuatro años, el efecto ha sido una disminución de los caudales de las cuencas hídricas. Segundo problema han sido los obstáculos a las inversiones para el desarrollo de infraestructura lo que nos expone a una situación de riesgo en el abastecimiento.

### **3.3 Transmisión de baja tensión (distribución) de energía eléctrica al sistema interconectado**

En esta última parte del eslabón de la cadena se identifican ocho operadores que se distribuyen el mercado por zona geográfica como se observa en esta imagen donde el grupo ICE atiende el 78,4% de los clientes y coloca el 80% de las venta de energía eléctrica en el país.

En el 2006 las ventas crecieron<sup>19</sup> un 6,2% con respecto al año anterior y el número de clientes creció en un 3,2% y el consumo por cliente creció un 2,8% en promedio con respecto al 2005.

El consumo de energía eléctrica en el sector residencial creció un 4,1% en el 2006 con respecto al año anterior; de igual forma el número de clientes experimenta un cambio positivo de un 3,1% a nivel nacional. En el 2005 este sector representaba el 41,6% (3 058 814 MWh) de las ventas totales de energía eléctrica, en el 2006 llegó a pesar el 40,7% (3 184 800 MWh). Este cambio puede ser el resultado del incremento en el costo promedio del kwh del 2005 al 2006 que fue de un 14%, a esto se puede sumar también la campaña de ahorro que el ICE ha desarrollado para reducir la factura eléctrica residencial.

---

19 Según datos de la UEN – CENCE y del CENPE en el 2005 las ventas fueron de 7 358 675 MWh y el número de clientes promedio fue de 1 239 333; en el 2006 fue 7 810 431 MWh y el número de clientes fue de 1 279 372.

De acuerdo a datos de la Dirección Sectorial de Energía - DSE los principales usos que le da el sector residencial a la demanda de electricidad es para la cocción con un 55%; refrigeración con un 20%; calentamiento de agua con un 14% y a la iluminación y otros un 11%. Aquí lo que se observa son áreas de oportunidad con respecto al uso de otras fuentes para satisfacer la demanda de energía en el sector residencial, por ejemplo, el uso del gas en los proceso de cocción; calentadores de agua con fuente solar; pero a esto se pueden sumar otras acciones como la certificación de equipos más eficientes en el consumo de energía; campañas permanentes y educativas sobre el uso racional de la energía eléctrica; entre otras acciones.

El sector general representa en promedio un 29% de las ventas totales de electricidad. En el 2006 este sector presentó un crecimiento del 8% en el consumo y un 3% en el número de clientes con respecto al año anterior. Este sector es la sumatoria de tres sub sectores, los cuales son comercio, servicios e instituciones públicas.

El consumo de electricidad para el sector general en Guanacaste y San Carlos presenta tasas de crecimiento superior al 11% en el consumo de acuerdo a datos del CENPE. Ahora bien esta situación puede tener su explicación en parte por el auge de la actividad turística en la zonas; siendo estas actividades intensivas en el consumo de electricidad básicamente para el uso del aire acondicionado y la cocción; lo cual puede estar explicando el crecimiento en el consumo de electricidad.

Con base en la última encuesta hecha por DSE para el sector comercio y servicio en el 2002, se estima que el uso que se le dio a este consumo en términos generales fue un 31% a enfriamiento, 17% a cocción, 17 equipos de oficina, 12% a iluminación, 9% producción de calor y el 14% a otros. Mientras que para el sector público el uso fue básicamente para iluminación, equipos de oficina y producción de calor.

El sector industrial representa en promedio el 28% de las ventas totales del sistema eléctrico nacional tanto en el 2005 como en el 2006. Además este sector experimentó un crecimiento del 7,6% en el 2006, con respecto al año anterior.

Con respecto a la idea anterior y con el fin de detallar la composición del sector industrial hay que tener en cuenta que el ICE lo tiene dividido en tres sub-sectores, a saber: industria menor; gran industria e industria de alta tensión; ahora bien, del consumo total que tuvo este (2 205 454 MWh) en el 2006, el 64% fue para industria menor, un 22% para gran industria y un 14% para gran industria situación similar se presentó en el 2005.

El sector de alumbrado público representa un 2,4% de las ventas totales del sistema eléctrico nacional y tuvo un crecimiento del 2,3% en el 2006 con respecto al año anterior.



#### **4. Hechos relevantes**

- ? La matriz energética nacional sigue siendo dominada en tres cuartas partes por los combustibles derivados del petróleo y el sector transporte sigue siendo la principal causa del consume energético nacional ya que representa más del 50% del mismo; al margen de los altos precios de los derivados del petróleo en el mercado internacional el consumo sigue creciendo.
- ? El crecimiento económico y el desarrollo social del país esta encadenado con el consumo energético. Ahora bien, si se quieren que el PIB crezca a tasas superiores del 5% esto va a generar una mayor presión sobre el sector energía y concretamente sobre las inversiones.
- ? Al ser el sector transporte vehicular la principal causa del consumo energético nacional; el Estado costarricense debe promover acciones orientadas no solo al uso racional de energía, sino también, a diversificar las fuentes energéticas para este sector, al uso de tecnologías y a sistemas de organizar el transporte público más eficientes; como por ejemplo el uso de vehículos más pequeños que consuman menos cantidad de combustibles; los vehículos híbridos; la electrificación del transporte urbano (tren urbano eléctrico); los programas de sectorización que tiene el MOPT y que no se implementan; entre otros aspecto podrían no solo incrementar la calidad de vida de los ciudadanos, disminuir la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub>; sino también, reducir la dependencia energética externa (combustibles).
- ? En el corto y mediano plazo la producción de electricidad con combustibles fósiles (diesel y bunker) va a crecer significativamente, esta situación no sólo va a impactar en el costo de la energía eléctrica sino también en el ambiente.
- ? Se necesita reducir la dependencia de combustibles derivados del petróleo y principalmente para operar el sector transporte y hasta para la generación de electricidad. Modificar en el mediano o largo plazo esta dependencia no es fácil, pero lo cierto es que no se ven acciones concretas y coordinadas por parte del Estado para detener o revertir esta dependencia.
- ? El actor dominante en el sector combustible como el eléctrico ha promovido en el tiempo la solidaridad, equidad y oportunidad en el servicio que brinda a la sociedad. Sin embargo, se les ha limitado su accionar en el desarrollo de su infraestructura estratégica lo que puede repercutir en razonamientos energético, tanto por el lado de los combustibles como eléctrico.

- ? Hemos utilizado tan solo 30% de nuestro potencial disponible estimado para la producción de energía eléctrica y se estima que hay un 70% por desarrollar con fuentes limpias y con un impacto mínimo en el ambiente.
- ? Los biocombustibles son una alternativa complementaria al tema de los combustibles derivados del petróleo, pero a la fecha no se tiene ninguna estrategia coordinada y articulada entre el sector público y privado; de hecho no se cuenta con una Ley de biocombustibles que aporte estabilidad y confianza a los productores. La mayoría de los esfuerzos en esta dirección han sido iniciativa básicamente privada sin apoyo estatal.
- ? RECOPE S.A toma como base de referencia los precios internacionales de la Costa del Golfo de EEUU el cual muestra un incremento sostenido no solo de los productos terminados; sino también el precio promedio del petróleo crudo. Se estima que el margen de ganancia en el proceso de refinación del crudo oscila entre 10 y 15 dólares el barril como promedio dependiendo de las unidades de conversión que tenga cada refinería, ésta situación se hace interesante para los países que cuentan con refinerías como la muestra.

## Bibliografía

Ballestero, L. 2002. Memoria Estadística del Sector Energía de Costa Rica 2000-2001. San José, Ministerio de Ambiente y Energía. Dirección Sectorial de Energía.

Camacho, A. 2002. Encuesta de consumo energético nacional en el sector industrial 2001-2002. San José, MINAE. Dirección Sectorial de Energía.

Chaves, M. 2006. Consideraciones respecto a la producción y uso de bioetanol de caña de azúcar en Costa Rica. San José, DIECA.

Chaves, M. 2004. La caña de azúcar como materia prima para la producción de alcohol carburante. San José, DIECA.

Chaves, M. 2006. Políticas y marco legal del alcohol carburante en Costa Rica. San José, DIECA.

Chaves, M. 2006. Potencial de producción de etanol carburante en Costa Rica a partir de la caña de azúcar. San José, DIECA.

Entrevista con el Dr. Sergio Musmanni Sobrado, Director Ejecutivo Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNP+L), San José, viernes 4 de mayo, 2007. Tema Biocombustibles.

Entrevista con el Ing. Carlos Valverde, Director de Planificación de RECOPE S.A. San José, lunes 24 de mayo, 2007. Temas, La industria de los combustibles en Costa Rica.

Entrevista con el Ing. Allan Chin Wong, Dirección Sectorial de Energía - DSE, San José, jueves 26 de abril, 2007. Temas, Biocombustibles.

Entrevista con el Ing. Luís Ureña Mora, Instituto Costarricense de Electricidad – ICE, San José, miércoles 16 de mayo, 2007. Tema, Energías renovables que se podría disponer en la producción de electricidad.

ICE. Costa Rica: Informe anual de las variables relacionadas con el consumo de energía eléctrica 2006. Centro Nacional de Planificación Eléctrica, Proceso de Demanda Eléctrica. ICE

Ramirez, F. 2003. Encuesta de consumo energético nacional en el sector comercio y servicios privados año: 2002. San José, MINAE. Dirección Sectorial de Energía.

RECOPE. 2006. Informe Anual de Ventas. San José, RECOPE S.A.

RECOPE. 2005. Informe Anual de Ventas. San José, RECOPE S.A.

Villegas, G. 2005. Encuesta de consumo energético nacional en el sector transporte: año 2004. San José, MINAE. Dirección Sectorial de Energía.  
UNA, Ministerio de Salud, Municipalidad de San José. 2005-2006. Tercer Informe de Calida del Aire de la Ciudad de San José. San José.

**Sitios de Internet:**

[http://www.bornet.es/notic/Fisica\\_Quimica\\_y\\_Energia/220604182935.shtml](http://www.bornet.es/notic/Fisica_Quimica_y_Energia/220604182935.shtml)

<http://www.corpodib.com/estudios2.htm>

<http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/biocombu.htm>