

CAPÍTULO  
6Sostenibilidad y eficiencia:  
el futuro de la energía  
en Costa Rica**Introducción**

El abastecimiento y uso sostenible de la energía constituyen un problema estratégico para el desarrollo de Costa Rica, con severas implicaciones económicas, ambientales y sociales. Si el país tuviera la capacidad de hacer crecer su economía a tasas elevadas durante diez años seguidos (por ejemplo de un 8% anual), no tendría las fuentes energéticas requeridas para sustentar ese crecimiento en forma segura y limpia, y la oportunidad se perdería. Y aun si tuviera la energía necesaria, un crecimiento de tal magnitud elevaría la contaminación ambiental y la emisión de gases de efecto invernadero a niveles sin precedentes, dado que el país utiliza mayoritariamente combustibles fósiles como el petróleo y sus derivados. La meta de ser neutral en emisiones de carbono en 2021, enunciada por el Gobierno anterior, sería imposible de cumplir.

Como Costa Rica depende del petróleo producido en el exterior, se volverá aun más vulnerable en la medida en que eleve su consumo de energía, si no se toman medidas para impulsar el uso de fuentes alternativas y limpias. Esta dependencia es, además de un problema en un ámbito crucial para el desarrollo -como el abastecimiento de energía-, una amenaza para el bienestar social. El marcado aumento que experimentó el precio internacional de petróleo en 2007 y 2008, cuando alcanzó los 133,9 dólares, impactó fuertemente la economía de los hogares costarricenses,

al encarecer el transporte y los productos de consumo. Si el país no se prepara, nuevas y bruscas oscilaciones en ese sentido podrían, incluso, empobrecer a muchos.

Ante el panorama descrito, esta contribución especial explora algunas alternativas en materia energética para Costa Rica. En el curso de su preparación se dieron a conocer dos importantes publicaciones que abordaron el tema y recopilan mucha de la información disponible en el país. El Incae presentó una investigación sobre las opciones para lograr que las emisiones de gases contaminantes se compensen con la capacidad de fijar carbono (Pratt, 2010). Asimismo, el nuevo Gobierno anunció una política de energía que tiene como principal objetivo estimular el uso de fuentes limpias y sostenibles, y asegurar igualmente la neutralidad en las emisiones de carbono (De la Torre, 2010). Esta es la primera vez que en forma explícita una Administración plantea, desde el inicio de su gestión, una política de largo plazo en el tema energético.

Con estos antecedentes inmediatos, y para no reiterar esfuerzos y contenidos, este texto analiza opciones en cuanto al uso de la energía desde la perspectiva de la eficiencia y la sostenibilidad, conceptos que es posible relacionar con la amplia gama de aprovechamientos que el país realiza de los recursos naturales, propios y externos, para el desarrollo de su actividad productiva (recuadro 6.1). El documento se basa en la pre-

gunta ¿cuáles pueden ser los incentivos y penalizaciones para, en el corto plazo, lograr cambios importantes en Costa Rica en cuanto a la eficiencia y sostenibilidad energéticas de la producción y el transporte de personas y mercancías?

A diferencia de los planteamientos del Incae y del plan energético del nuevo Gobierno, que se concentran en proyecciones y esfuerzos de mediano y largo plazo, el presente trabajo se enfoca en el corto plazo, como un horizonte de arranque para lograr avances rápidos y significativos. Además, y de manera expresa, busca opciones para el uso de la energía que no requieran transformaciones estructurales en el aparato productivo y en el ordenamiento territorial del país, sino cambios que puedan empezar a hacerse de inmediato y que abran espacio para impulsar esas inevitables y más profundas modificaciones.

Desde hace varios años el Programa Estado de la Nación ha prestado atención al abastecimiento y uso de la energía en Costa Rica, desde el punto de vista del desarrollo humano. En el capítulo 4 de este Informe se da seguimiento a la evolución y composición de la oferta y la demanda de energía. Además, mediante la estimación de la huella ecológica y, este año, de la huella de carbono, se pudo observar el fuerte impacto del transporte de personas y mercancías sobre la creciente insostenibilidad en los patrones de uso de los recursos naturales. Desde una perspectiva regional, el *Informe Estado de la Región* (2008)

## RECUADRO 6.1

**Significado del “desarrollo sostenible” y su aplicación al tema energético**

En esta contribución especial se hace alusión reiterada a dos conceptos: sostenibilidad y eficiencia. El primero de ellos remite al marco teórico general de este Informe y en concreto a la noción de desarrollo humano sostenible, que entiende a las personas como la mayor riqueza de un país y señala la importancia de generar capacidades y oportunidades para ellas. En este sentido se destaca “el círculo virtuoso existente entre progreso social y crecimiento económico, y se subraya la conveniencia de atender no solo lo productivo, sino también la equidad y la participación, así como la necesidad de un enfoque integrador de lo económico, lo político y lo social, que permita reconocer y superar las disparidades regionales, por género o sector social, así como asegurar la sostenibilidad ecológica del crecimiento” (Fallas, 1997). Es desde esta perspectiva que el presente documento explora el tema de los recursos energéticos en el país y la sostenibilidad de su uso actual.

La “sostenibilidad” es un concepto que hoy se usa con frecuencia y poco rigor. Esto sucede porque a menudo se utiliza el término aludiendo tan solo a su componente ambiental, cuando en realidad son tres las dimensiones -necesarias e

insustituibles- que hacen sostenible el desarrollo humano: la ecológica, la económica y la social. Desde el punto de vista ecológico, la especie humana, con su crecimiento exponencial y su desarrollo científico y tecnológico, amenaza la existencia de otras formas de vida y compromete la posibilidad de que las generaciones futuras disfruten de los recursos que aún están disponibles. En esta línea, el creciente consumo de recursos no renovables para generar energía resulta insostenible; el petróleo y otros combustibles fósiles, por ejemplo, son una herencia de más de 150 millones de años de fotosíntesis acumulada, que en las últimas décadas se ha estado consumiendo a una tasa estimada de un millón de años de fotosíntesis acumulada cada año, generando de paso severos impactos ambientales (como el cambio climático, daños a la salud de las personas y muchos otros). En los planos social y económico, la sostenibilidad energética demanda que haya un acceso a la energía necesaria para el desarrollo humano, pero sin que ello ponga en peligro el sustrato ambiental que la garantice en el futuro. Para avanzar en ese sentido, se requieren políticas públicas que propicien cambios en la producción y el consumo energéticos, y permitan distribuir equitativamente su aprovechamiento, con

base en fuentes limpias, renovables y eficientes, un transporte limpio y un consumo racional, entre otras acciones.

El segundo concepto que se desarrolla en este texto es el de eficiencia energética, que básicamente se refiere a la necesidad de hacer un uso inteligente de la energía. Para los físicos, la eficiencia es la relación entre la energía útil o aprovechable al final de un proceso y la invertida inicialmente, mientras que en términos económicos es más bien la relación entre los resultados obtenidos (ganancias, productos) y los recursos utilizados (capital, materias primas, horas de trabajo empleado, etc.). En ambos casos se busca que la cantidad de energía que se emplea para obtener un producto o un servicio sea la menor posible, y que también sean mínimas las pérdidas por causa de rendimientos insuficientes de los equipos usados o por disipación térmica, de modo que se genere poca contaminación y se logre un costo inferior. En la práctica es usual medir la eficiencia a partir del indicador de intensidad energética, la cual se define como la cantidad de energía utilizada para la producción de unidades monetarias en el PIB de un país.

señaló el abastecimiento energético como un límite para el desarrollo de Centroamérica. No obstante, esta es la primera vez que en esta publicación se aborda el tema de la energía con un enfoque prospectivo, como parte de la sección “Debates para el desarrollo”, cuyo propósito esencial es plantear alternativas de políticas públicas.

Los análisis del Programa Estado de la Nación han sido parte de una corriente de investigación todavía poco prolífica pero de importancia creciente, sobre el abastecimiento y uso de la energía en Costa Rica y Centroamérica. Hay aportes notables generados por centros académicos de las universidades, instituciones públicas, organizaciones no gubernamentales, asociaciones

empresariales, empresas y personas. En Costa Rica cabe destacar los trabajos de BUN-CA, ProDUS-UCR, Incae, Catie y la Escuela de Ciencias Ambientales de la UNA, entre otros. En el plano regional, indudablemente la Cepal ha sido la entidad pionera en investigación y prospección en este tema.

Este documento se organiza en tres secciones. Como parte de esta introducción, en el siguiente apartado se aborda el tema de la viabilidad de los cambios en la matriz energética de un país a partir de algunas experiencias internacionales, un asunto elemental de discutir en virtud de la pregunta que guía este texto. En la segunda sección se resumen las principales caracte-

terísticas del abastecimiento y uso de la energía en Costa Rica, específicamente en lo que concierne a la eficiencia energética y la sostenibilidad de los sistemas de transporte y producción. El tercer acápite analiza las opciones de política pública que permitirían, a corto plazo, disminuir la dependencia de los combustibles fósiles y mejorar la eficiencia energética empleando fuentes limpias y sostenibles.

### ¿Es posible una rápida reducción de la dependencia petrolera? Algunas experiencias

Para una pequeña nación no productora de combustibles fósiles (petróleo o gas), la posibilidad de implementar fuentes alternativas de energía limpias

y sostenibles, que den sustento a su desarrollo humano, puede ser teóricamente atractiva, sobre todo cuando se trata de un país que ha hecho de la sostenibilidad ambiental un compromiso de política pública interna, una “marca-país” para la atracción de inversiones y turismo, y un componente clave de una política exterior distintiva en el concierto de las naciones. No obstante, el tránsito desde una matriz energética afianzada en el consumo de hidrocarburos a una basada en energía sostenible y con fuentes limpias no es una tarea fácil ni barata. Hay numerosas experiencias y tecnologías aplicadas a procesos específicos de producción, transporte y consumo; sin embargo, una acción concertada que logre resultados a una escala mucho mayor, la de una sociedad en su conjunto, es algo más complejo e implica múltiples y simultáneos cambios en ámbitos tan distintos como los sistemas de transporte, los procesos industriales, las relaciones laborales y el consumo de los hogares, entre otros.

Aunque el objetivo sea normativamente deseable y teóricamente posible, las preguntas que hay que responder son si los cambios acelerados en la matriz energética son viables, si implican costos económicos y sociales manejables, y si producen ganancias tangibles de desarrollo. ¿Hay algún país que haya conseguido, con éxito, variar en pocos años su matriz energética y disminuir así la dependencia de los combustibles fósiles? La respuesta es afirmativa: no solo existen experiencias sectoriales (por ejemplo, de transformación de los sistemas de transporte), sino también el caso de al menos un país que ha logrado cambiar en poco tiempo: Portugal transformó en cinco años su realidad energética, y su evolución reciente muestra que, aunque en el mundo no haya una tendencia generalizada a la sustitución de combustibles fósiles, los países pueden, con éxito, transitar hacia fuentes limpias y sostenibles para seguir impulsando su desarrollo. Las naciones de Europa del Norte (Escandinavia e Islandia) también son casos interesantes.

Cinco años después de tomar la decisión de reducir su dependencia de

energía derivada del petróleo, Portugal logró aumentos cercanos al 63% en su producción de electricidad a partir de fuentes renovables, al pasar de una potencia instalada de 5.565 MW en el 2004, a 9.062 MW en el 2009. Esta transformación se produjo aprovechando dos grandes fuentes: la hídrica y la eólica. La producción eólica, para la que el país tiene condiciones privilegiadas, se expandió casi siete veces con respecto a lo que generaba en 2004. Estos y otros avances han sido resultado de una amplia reestructuración del sector eléctrico, que ha incluido una estrategia de atracción del sector privado mediante incentivos como la licitación de contratos con precios estables, por plazos de hasta quince años. De esta manera, en buena medida las inversiones necesarias están viniendo del sector privado, dentro de un marco regulatorio definido y con el apoyo financiero de la Unión Europea. De hecho, las inversiones que ha realizado el Gobierno no han significado mayores presiones sobre los presupuestos nacionales, y una parte se está pagando con los ahorros que el país está teniendo en la compra de petróleo.

Otras fuentes alternativas también han sido consideradas. Pese a que Portugal es un país extremadamente luminoso, la energía solar había tenido un uso limitado casi en forma exclusiva a la producción de electricidad para consumo doméstico y de pequeñas empresas. En el 2004 se inició la construcción de cien hectáreas de paneles solares que generarían una producción doce veces superior a la que genera la mayor central solar existente en el mundo, localizada en Alemania, que produce cinco megavatios. Además se ha estimulado la instalación de paneles solares en el sector residencial, al cual incluso se le compran sus excedentes, de manera que las líneas de transmisión funcionan en doble vía: llevan y traen energía a los hogares. Para marzo del 2010 la potencia fotovoltaica, incluyendo la microproducción, alcanzaba los 108,7 MW, casi cincuenta veces más de lo que se producía en 2004 (Dirección General de Energía y Geología, 2010).

Como resultado de estos esfuerzos, el peso de las energías renovables en el total producido (producción bruta más saldo importado) llegaba a un 42,2% en marzo del 2010. Ya se planea abrir la primera red mundial de estaciones para carga de automóviles eléctricos, y aunque en una cantidad inicial limitada, se inauguró una central energética que usa el oleaje del mar como fuente generadora. Según las estimaciones de la Secretaría de Estado de Industria e Innovación, la producción de energía a partir de las olas oceánicas puede adquirir en los próximos cuarenta años un valor equivalente al 30% del actual PIB portugués, de 130.033 millones de euros (166.450 millones de dólares).

La transformación de la matriz energética portuguesa ha sido un proceso político complejo. Los cambios han generado discusión y protestas, particularmente de grupos ambientalistas que, si bien reconocen la importancia de reducir el consumo de petróleo, consideran inconvenientes algunas alternativas como las fincas de viento, que alteran el paisaje y afectan los patrones de vuelo de ciertas aves.

Portugal no ha sido el único país en introducir cambios en este ámbito. También lo han hecho en Europa del Norte, donde los esfuerzos apuntan hacia el sector transporte. De manera similar a Costa Rica, y al resto del mundo, en los países de esa región el transporte es responsable de dos terceras partes del consumo de petróleo. Un grupo de expertos preparó un plan para transformar radicalmente esta realidad, migrando del petróleo a energías renovables, que fue presentado en diciembre del 2009. El escenario que se ha planteado para el año 2050 es que las necesidades de energía del sector se atiendan en un 60-70% con electricidad, un 20% con fuentes más limpias, como biocombustibles, y el porcentaje restante con petróleo. Como se observa, la propuesta tiene como eje central el cambio hacia el transporte eléctrico, partiendo de dos criterios: a) los vehículos eléctricos son de dos a tres veces más eficientes que los que usan motores a gasolina o diésel y b) la región tiene capacidades adecuadas

para producir electricidad a partir de fuentes renovables.

Es importante indicar que, a diferencia de Portugal pero de manera semejante a Costa Rica, los países nórdicos parten de una producción de electricidad de fuentes renovables muy alta, que en Islandia alcanza un 70% de fuentes hídricas y un 30% de plantas geotérmicas. Incluso se estima que la energía eólica podría suplir las necesidades de una flotilla de vehículos eléctricos. En el caso de Dinamarca, por ejemplo, la conversión del parque vehicular se podría atender con 360 turbinas de viento *offshore*, con un costo de que se recuperaría en 2,2 años (Nordic Council of Ministers, 2010).

El factor limitante de este plan es el alto costo de los vehículos eléctricos, específicamente de sus baterías. Para corregir esta situación se propone estimular el mercado mediante el establecimiento de una demanda crítica, y sentar las bases para una producción a escala. En Islandia ya se cuenta con incentivos que hacen atractiva esta opción y se ofrece a las compañías fabricantes un espacio para el desarrollo y prueba de estos vehículos. Además se requiere una importante inversión en infraestructura para incrementar la producción a partir de fuentes renovables: una matriz eléctrica inteligente, un marco institucional adecuado y un sistema de precios oportuno son las metas por alcanzar. Para el caso del transporte de carga se plantea manejarlo con biocombustibles de segunda generación, que emiten hasta cuatro veces menos gases de efecto invernadero (GEI) que los de primera generación, y cuya producción energética por hectárea es mucho mayor.

El propósito de estudiar las experiencias de Portugal y de los países de Europa del Norte no es “copiar recetas”, a la hora de impulsar un cambio en la matriz energética costarricense. Aunque todas son naciones pequeñas -una característica que Costa Rica también tiene a su favor, pues disminuye la complejidad de la transición-, cada una vive circunstancias distintas. La situación de partida de Portugal, por ejemplo, era mucho más adversa: la

producción de energía eléctrica dependía fuertemente de combustibles fósiles, caso contrario al de Costa Rica (y el de los escandinavos). Por otra parte, el alto grado de desarrollo de los países nórdicos y, en menor medida, de Portugal, ofrece un escenario más favorable que el costarricense para la transformación de la matriz energética. El punto es que es posible y viable efectuar cambios rápidos a favor de la sostenibilidad y la eficiencia en el abastecimiento y uso de la energía para una sociedad en su conjunto, si existen la voluntad, la capacidad y el compromiso político de hacerlos. Como ha sido reseñado, la transición involucra costos, nuevos problemas, conflictos e incertidumbre, sobre todo para las naciones pioneras. Sin embargo, para Costa Rica la sostenibilidad, limpieza y alta eficiencia energéticas constituyen un desafío ineludible, que requiere la integración de todas las dimensiones del desarrollo humano.

### Sostenibilidad y eficiencia energéticas en Costa Rica

La matriz energética costarricense ha evidenciado serios problemas de sostenibilidad en las últimas décadas. Si bien se registran avances en cuanto a la eficiencia en el uso de la energía, aún hay mucho camino por recorrer para mejorar esa tendencia. Costa Rica es un país con alto potencial y algunos logros en materia de energía eléctrica limpia, y preocupantes y serios rezagos en sus patrones de uso de los hidrocarburos importados. En términos generales, la matriz energética no ha cambiado significativamente en los últimos veinte años: una proporción mayoritaria del consumo se sigue abasteciendo con derivados del petróleo, con grandes impactos sociales, económicos y ambientales. Esto sucede en un marco en el cual el país ha adquirido compromisos importantes para la reducción y compensación de sus emisiones de GEI, un paso fundamental en un mundo que todavía muestra una alta dependencia de fuentes energéticas agotables y contaminantes (recuadro 6.2). Por el lado positivo, el aprovechamiento de fuentes limpias

para la generación eléctrica, aunque ha tenido un relativo estancamiento en su expansión en años recientes, mantiene un peso mayoritario.

El cálculo de la huella de carbono de Costa Rica señala dos desafíos clave: la eficiencia en el uso energético y la reducción de la dependencia de los hidrocarburos en el sector transporte, en un país que tiene condiciones para aprovechar más la existencia de fuentes limpias en su territorio. En este apartado, sin afán de repetir el diagnóstico que se realiza en el capítulo 4 de este Informe, se examinan algunos elementos relacionados con la sostenibilidad y la eficiencia del uso energético en el país, relevantes para enmarcar el análisis posterior sobre alternativas específicas para modificar las tendencias actuales en esta materia.

### Sostenibilidad energética

Desde la perspectiva de la oferta, debe considerarse que tres cuartas partes de la energía utilizada en Costa Rica provienen de hidrocarburos y, por tanto, la proporción de la energía (sin considerar la biomasa<sup>1</sup>) que debe ser importada representa alrededor del 78%, valor que equivale a más del doble de la dependencia energética de los Estados Unidos y a más de siete veces la correspondiente a la zona de Europa y Eurasia. Esto impone una seria restricción al desarrollo sostenible: garantizar el abastecimiento de energía, por un lado, compromete la estabilidad macroeconómica, y por otro, tiene severas implicaciones sociales y ambientales, expresadas en el deterioro de la calidad del aire y el aumento de las emisiones contaminantes. Sobre este último tema cabe recordar que el país se ha planteado la meta de la neutralidad en emisiones de carbono (recuadro 6.3). Esta tarea está íntimamente relacionada, entre otros factores, con la posibilidad de modificar la matriz energética.

Esta dependencia tuvo serias repercusiones en la última década, sobre todo en 2008, cuando el precio internacional del petróleo alcanzó un “pico” de más de 133,9 dólares por barril y provocó que la factura por ese concepto

## RECUADRO 6.2

**Dilemas energéticos en el contexto mundial**

La introducción de los vehículos automotores a inicios del siglo XX incentivó el consumo de derivados del petróleo, desplazando al carbón mineral como la principal fuente energética del mundo. Desde entonces el petróleo se mantiene como fuente mayoritaria en Norteamérica, América Latina, Medio Oriente y África, y solo en Europa y el Pacífico Asiático es superado por el carbón mineral y el gas natural, entre otros. Sin considerar las fuentes de energía asociadas a la biomasa, América Latina es la única región donde existe una contribución mayor al 20% de energía limpia (hidroeléctrica).

Aun con niveles diversos de desarrollo, los países con mayor crecimiento económico presentan las tasas más altas de incremento en el consumo de energía. La zona Pacífico Asiática, con economías emergentes como las de China e India, aumentó su consumo energético comercial más de seis veces en los últimos cuarenta años y se ha convertido en la región de mayor demanda de energía primaria del planeta. Algunas proyecciones indican que, de mantenerse las tasas

de crecimiento presentadas en el período 2001-2006, en 2050 la demanda mundial será tres veces mayor que la registrada en el año 2000.

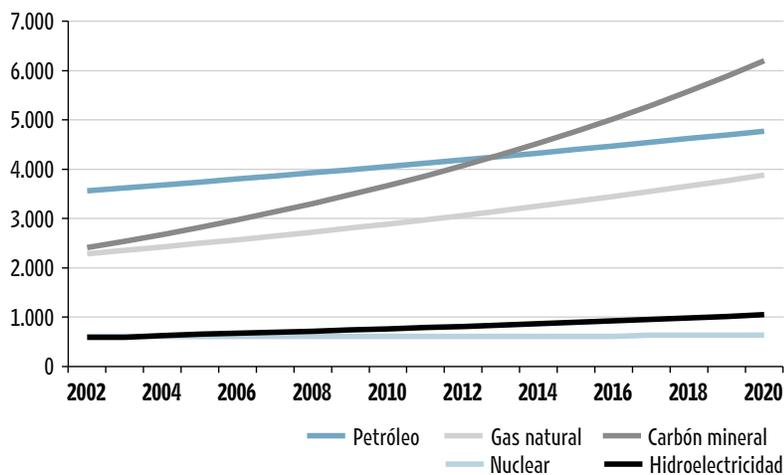
Para satisfacer las necesidades de la población (existen más de 1.500 millones de personas sin acceso a la electricidad), las economías emergentes utilizan energías primarias como combustibles fósiles o hidroenergía. Esta última es una alternativa que no está disponible en todas las regiones del mundo, y la energía nuclear requiere altísimas inversiones, por lo que la mayor parte de la generación eléctrica se realiza con gas natural y carbón mineral. Una proyección del consumo de energía comercial basada en el comportamiento observado en el período 2002-2008 (gráfico 6.1), indica que las alternativas que emiten menos gases de efecto invernadero (energía hídrica y nuclear) tenderán a perder participación en la matriz energética mundial. En cambio, el carbón mineral podría desplazar al petróleo como principal fuente energética, pese a que es el combustible que produce la mayor cantidad de gases de efecto invernadero por unidad de energía.

Por último, con la tendencia actual de crecimiento en el consumo de petróleo, las reservas existentes no serán capaces de suplir las necesidades mundiales de este siglo y, sin mejores opciones, sobrevendrían serias repercusiones sociales y económicas.

La realidad centroamericana no es ajena a este sombrío panorama. Los derivados del petróleo abastecen más del 80% de la demanda de energía, sin contar la biomasa. Esto representa más del doble de la media mundial. Adicionalmente, una gran parte de la generación eléctrica utiliza también derivados del petróleo, práctica poco común en el resto del mundo, lo que se agrava porque hay más de ocho millones de centroamericanos que aún no reciben este servicio (Cepal, 2009). Además, el transporte de bienes y personas -esencial para todas las actividades humanas- sigue dependiendo de fuentes no renovables y contaminantes.

Fuente: Elaboración propia con base en Roldán, 2010

GRAFICO 6.1

**Proyección del consumo mundial de energía comercial, por tipo (millones de toneladas equivalentes de petróleo)**

Fuente: Cepal, 2009.

representara un 7% del PIB. En el 2009 el descenso en ese precio permitió que el gasto se redujera prácticamente a la mitad con respecto al año anterior, pero aun así los 1.238,5 millones de dólares erogados fueron casi equivalentes a las exportaciones anuales de piña, banano, aceite de palma y melón. Si el precio del petróleo supera los cien dólares por barril, la capacidad de cubrir el gasto es limitada.

La situación no es igual en todos los sectores energéticos. En la oferta eléctrica, la proporción que se origina en fuentes limpias es una de las más altas del mundo (95%). Sin embargo, al comparar la capacidad instalada proyectada para 2010 con el potencial existente en el territorio nacional (gráfico 6.2), se observa una gran cantidad de energía que no será aprovechada en los próximos años (2010-2021).

## RECUADRO 6.3

**La política de “carbono-neutralidad” de Costa Rica**

La meta de convertir a Costa Rica en un país “carbono-neutral” fue planteada por el Poder Ejecutivo el 6 de julio de 2007, con el compromiso de lograr la soberanía energética para el Bicentenario de la independencia, en el año 2021. La propuesta fue formalizada ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés) a principios de 2010, en el marco del acuerdo suscrito en la Cumbre de Copenhague. Se trata de un esfuerzo de largo plazo para orientar la economía hacia la “carbono-neutralidad”, lo que le permitirá al país estabilizar sus emisiones en alrededor de una tonelada anual per cápita para el año 2021. Esto requerirá la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), en especial el dióxido de carbono y el metano. Varios otros países han asumido compromisos similares, por lo que se ha integrado un grupo de países que avanzarán hacia la “c-neutralidad” antes de que finalice el siglo XXI.

La propuesta implica sustituir el petróleo y sus derivados por energías limpias provenientes de todas las fuentes dispo-

nibles, lo cual generaría un ahorro aproximado de entre 1.500 y 2.000 millones de dólares anuales, que es el monto de la factura petrolera. Con estos recursos se amortizaría el cuantioso préstamo requerido para cuadruplicar la producción de energía limpia y transformar el sistema de transporte con tecnologías basadas en la electricidad, el hidrógeno y biocombustibles de segunda y tercera generación. Financieramente, el desafío es equivalente a pagar alquiler toda la vida, o adquirir un préstamo para tener casa propia. Todos los escenarios viables contemplan un sistema de transporte público moderno y electrificado para el Valle Central del país. El principal reto será obtener préstamos en condiciones adecuadas -a través del proceso de la UNFCCC- que permitan la transformación del sistema de transporte, ya que con fondos locales sería imposible lograr esta meta, tal como el mismo Gobierno lo ha advertido.

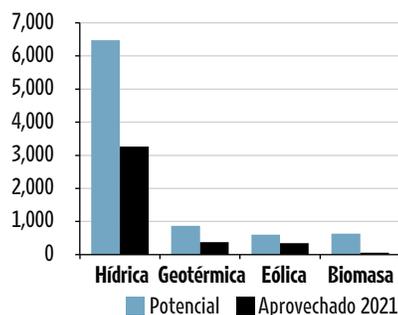
Para alcanzar la “c-neutralidad” es necesario, además, mejorar el manejo de los desechos que son emisores de metano, así como las prácticas agropecuarias, que también son fuentes de GEI. Finalmente se requiere que el país continúe la siembra de

árboles y fortalezca la acción del Sinac, que abarca las áreas del territorio que más contribuyen a la fijación de carbono. Esta posición de Costa Rica le ha permitido asumir una posición de liderazgo dentro de la UNFCCC, e incluso en fecha reciente le deparó el nombramiento de una costarricense como Secretaria de la Convención.

Un aporte inesperado de la “c-neutralidad” ha sido la respuesta del sector privado, el cual, tal vez motivado por la demanda de bienes “ecomigables”, ha empezado a adoptar medidas de eficiencia, ahorro, transformación tecnológica, teletrabajo, eliminación del uso de papel en ciertos trámites y participación en el programa de pago por servicios ambientales, a través del Fonafifo. Recientemente, también, el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (Inteco) emitió la normativa que deben seguir las empresas para cumplir con los requisitos de la “carbono-neutralidad”. Entre las entidades que han iniciado acciones de mitigación se encuentran universidades públicas y privadas, bancos, empresas turísticas y de transporte, industrias y varias embajadas.

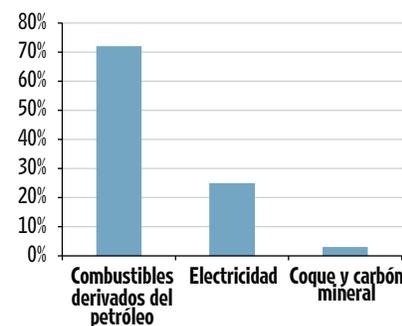
Fuente: León, 2010b.

GRAFICO 6.2

**Aprovechamiento del potencial energético nacional (MW)**

Fuente: Roldán, 2010, con datos de Orozco et al., 2009.

GRAFICO 6.3

**Composición del consumo de energía secundaria por producto, excluyendo la biomasa**

Fuente: Roldán, 2010, con datos de Molina, 2009.

En cuanto a la demanda, el uso extendido de hidrocarburos aportó el 70,6% de la huella de carbono en el 2009 y depende sobre todo de una fuente muy contaminante, el diésel (que representa un 42,4% del total de combustibles fósiles y un 30,9% del total de energía secundaria consumida en el país). Además, el uso de leña en el sector residencial satisfizo un 13,5% de las necesidades energéticas en 2008. Excluyendo esa fuente (y otras de biomasa), el consumo nacional se abastece mayoritariamente con derivados del petróleo (gráfico 6.3).

Como se ha mencionado, el transporte es el sector de más peso en la matriz energética nacional. El 79% de los derivados de petróleo que se usan en el sector energético va a esa actividad,

que también consume la mayor parte de la energía secundaria total (57% en el 2008). El transporte privado, compuesto por automotores destinados al traslado de personas (a una tasa de un vehículo por cada cuatro habitantes) es el principal consumidor de hidrocarburos (el 45% de todo el sector transporte), y en él predomina el uso de gasolinas (alrededor del 84% del total del sector). El consumo asociado al transporte de carga por carretera representa un 37% de los derivados utilizados por el sector y casi el 66% del uso de diésel. En buena parte este sistema está constituido por vehículos antiguos (con una edad promedio de dieciséis años), que tienen grandes problemas para aprobar la revisión técnica o no la pasan del todo. Finalmente, el transporte público, compuesto sobre todo por las flotas de taxis y autobuses, consume un 10% del total de combustibles empleados en el sector, por lo general diésel (Molina, 2009).

En el complejo sistema de transporte (que incluye taxis formales e informales, unidades dedicadas al transporte de estudiantes y trabajadores, flota privada y de transporte público y de carga), los autobuses de rutas regulares siguen siendo uno de los modos más eficientes de transportación a nivel urbano y metropolitano. Si se establece una relación entre su carga de pasajeros y las unidades de combustible requeridas para su movilización, se obtiene que el transporte privado utiliza 59 unidades por pasajero, en tanto que los autobuses únicamente emplean 0,42 unidades por pasajero.

Parte de los problemas de sostenibilidad generados por el sector tienen que ver con el crecimiento en la demanda, derivado a su vez de una flota vehicular que aumenta sostenida y rápidamente. Entre 2000 y 2009, la expansión total fue del 44%, y de 73% en el caso de los vehículos particulares. Pese a ello, las inversiones en la red vial que requieren todos esos vehículos se han ido quedando rezagadas y muchas obras necesarias siguen pospuestas. Las vías muestran altos niveles de deterioro, que no han podido ser revertidos con trabajos de mantenimiento y rehabilitación,

tanto en la red nacional (a cargo del MOPT) como en la cantonal (a cargo de los municipios). Tan solo el 25% de la red vial nacional en pavimento se encuentra en buen estado (Lanamme, 2006).

Junto a los hidrocarburos, la electricidad conforma la otra parte significativa del consumo energético. El crecimiento promedio de la demanda eléctrica entre 1996 y 2008 fue del 5%. No obstante, el Plan de Expansión de la Generación Eléctrica del ICE indica que es necesario un aumento del 7% anual en la producción nacional de este tipo de energía, para poder suplir la demanda prevista para el período 2010-2021. Casi el 40% de la electricidad es consumida por el sector residencial (gráfico 6.4) y el 23% se destina al industrial.

Al consolidar las proyecciones de demanda energética, tanto para hidrocarburos como para otras fuentes, se perciben riesgos sustantivos para la sostenibilidad. De no tomarse medidas y de mantenerse las tendencias actuales, el consumo de energía nacional en el año 2030 será 3,6 veces mayor que el registrado en 2008 (gráfico 6.5). Esta situación no solo plantea un gran reto en materia de infraestructura energética, sino que además compromete las metas ambientales en torno a la neutralidad en emisiones de carbono. Cambiar esta ruta demanda un esfuerzo sostenido por mejorar la eficiencia

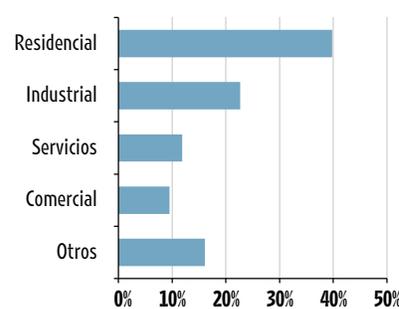
energética en todos los sectores, tarea en la que el país, luego de varios años de avance, mostró cierto rezago en el último trienio, como se analiza en el capítulo 4 de este Informe. Sobre este segundo desafío (junto con el de la transformación del sector transporte), en esta contribución especial se explora un conjunto de medidas de corto plazo para modificar la situación prevaleciente.

### Eficiencia energética

La eficiencia energética es clave para la sostenibilidad y el mejor aprovechamiento de los recursos, y una de las formas de medirla es conocer la cantidad de energía utilizada para la producción de cada unidad monetaria en el PIB de un país (lo que se conoce como intensidad energética). En Costa Rica este indicador muestra una tendencia a la baja en las últimas décadas (gráfico 6.6), aunque con un ligero retroceso después del 2006. Este comportamiento de largo plazo probablemente es el resultado del cambio que ha experimentado la economía, en la que ha disminuido el peso de las actividades industriales y agroindustriales, y ha aumentado el de otras menos intensivas en energía, como los servicios y el turismo. Además deben considerarse los efectos de las políticas y programas orientados a la eficiencia energética.

GRAFICO 6.4

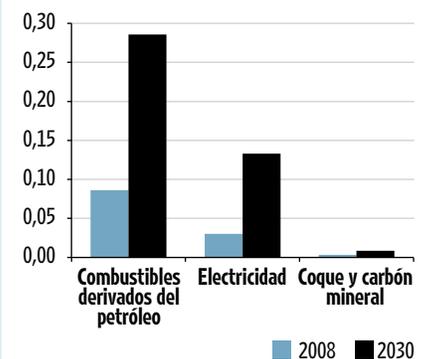
#### Distribución del consumo de electricidad, por sector. 2008



Fuente: Roldán, 2010, con datos de Molina, 2009.

GRAFICO 6.5

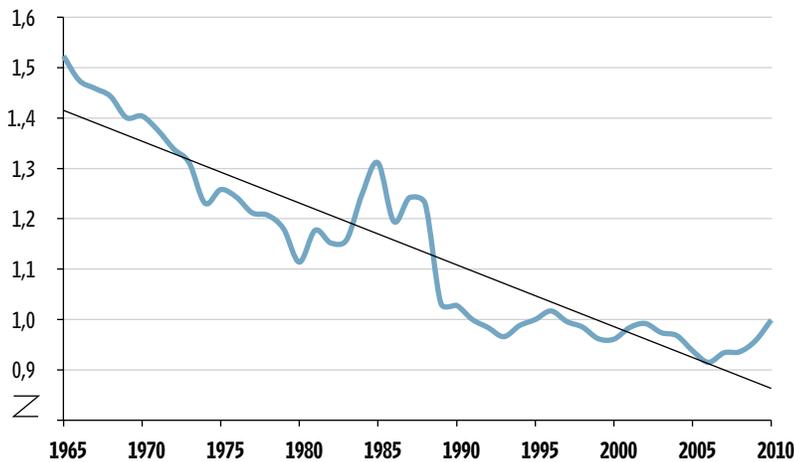
#### Demanda esperada de energía (miles de terajulios)



Fuente: Roldán, 2010, con datos de Molina, 2009.

GRAFICO 6.6

### Evolución de la intensidad energética (barriles equivalentes de petróleo por cada mil dólares)



Fuente: Martínez, 2010, con datos del BCCR y de los balances energéticos de la DSE.

CUADRO 6.1

### Instancias e instrumentos para la eficiencia energética

Año	Instancia o instrumento
1984	Primeras auditorías energéticas en los diferentes sectores económicos y evaluación del potencial de ahorro para el período 1984-1986.
1994	Ley 7447, de Regulación del Uso Racional de la Energía.
1999	Decreto que especifica los equipos exonerados conforme a la Ley 7447.
2000	Reglamento Técnico que define la eficiencia mínima de las lámparas fluorescentes rectilíneas, compactas y circulares.
2001	Reglamento Técnico para la eficiencia energética y el etiquetado de refrigeradores y congeladores.
2002	Creación del Sistema Nacional de Calidad, mediante la Ley 8279.
2004	Creación del Laboratorio Costarricense de Metrología (Lacomet) y el Ente Costarricense de Acreditación, ambos dentro del marco del Sistema Nacional de Calidad.
2007	El decreto 33880 prorrogó las actividades definidas en la Norma Transitoria de la Ley 8279, para avalar el funcionamiento del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (Inteco) como ente nacional de normalización (la prórroga es por los siguientes cinco años, y termina en 2012).
2009	Presentación de los proyectos de Ley de Promoción de las Energías Renovables y Ley General de Electricidad.

Fuente: Villa, 2009 y Cepal, 2009.

Aunque Costa Rica posee una intensidad energética similar a la de naciones desarrolladas, es importante señalar que la metodología seguida para obtener este indicador no descuenta la energía utilizada para necesidades domésticas y comerciales como la

calefacción y el aire acondicionado, los cuales, en el caso de Costa Rica, representan una proporción muy inferior a la de otros países que tienen sistemas de climatización extendidos. Por lo tanto, el bajo uso de estos servicios reduce la intensidad energética aparente (Chin-Wo, 2010).

Los primeros balances energéticos del país datan de 1979, y se han elaborado planes nacionales en esta materia en 1986, 1990, 2000, 2002 y 2008. Hoy se encuentra vigente el V Plan Nacional de Energía. Los esfuerzos en favor de la eficiencia energética se iniciaron en 1984 y a lo largo de los años sus acciones se han ampliado, mediante la creación de diversas instancias e instrumentos (cuadro 6.1).

Las acciones más recientes del Estado costarricense se han organizado en cuatro grandes grupos, que abarcan tanto al sector residencial como al industrial, y en alguna medida también al comercial:

- **Mejora tecnológica:** incluye programas de iluminación a nivel residencial, alumbrado público eficiente, normas de iluminación y cambio de luminarias en el sector público, refrigeración eficiente (normas para refrigeración residencial y comercial), el programa “Electrocédito” (para el financiamiento de equipos eficientes), normas para acondicionadores de aire y motores eléctricos, el sello de eficiencia energética “Energice”, la creación del Laboratorio de Eficiencia Energética del ICE (principalmente para equipos eléctricos de refrigeración, cocción, iluminación y fuerza motriz) y normas para vehículos.
- **Educación:** elaboración de guías didácticas sobre conservación de energía para los docentes de enseñanza primaria, desarrollo de *software* educativos tanto para el tema de ahorro de energía como para el impulso de fuentes renovables, y diseño de cursos de conducción eficiente de vehículos.
- **Información:** campañas en medios de comunicación colectiva, folletos, volantes y “mupis” (propaganda en las paradas de los buses). Creación del Premio Nacional de Energía.
- **Programas permanentes de ahorro:** brindan asistencia a los grandes consumidores, mediante servicios de auditorías energéticas y gestión de

programas de ahorro (ICE y CNFL) dirigidos a hoteles y empresas de transporte (Roldán, 2010).

Las iniciativas que se han llevado a cabo en el país evidencian que el desarrollo de los mercados de eficiencia energética es una forma costo-eficiente de reducir el crecimiento de la demanda sin afectar los ingresos de las empresas del ramo. Por ejemplo, el ICE promovió la venta de tres lámparas fluorescentes compactas por el precio de dos, para sustituir las lámparas incandescentes convencionales de alto consumo y baja eficiencia energética. Al mismo tiempo, los importadores que cumplían con el sello “Energice” recibían el pago de una de esas unidades. Como resultado de esta iniciativa, entre febrero y julio de 2008 se colocaron en el mercado nacional 931.400 lámparas compactas, lo cual le ahorró a los consumidores finales 55.178 megavatios-hora y evitó la emisión de 3.036 toneladas de dióxido de carbono. Además se estimó un ahorro de 4,1 millones de dólares en la factura petrolera (BUN-CA, 2009).

El cuadro 6.2 resume el potencial de ahorro de electricidad estimado por el Programa Nacional de Conservación de Energía 2003-2008 (Pronace), según el cual, en un período de catorce años, se podría ahorrar un 16,0% de toda la electricidad consumida y un 11% del

total de hidrocarburos utilizados, a partir de equipos y usos más eficientes.

El cuadro 6.2 incluye un renglón importante de la eficiencia energética: el manejo de la carga. Debido a que la electricidad no puede ser almacenada, debe establecerse un programa de generación y despacho de carga que en todo momento iguale la demanda. Cuando se analizan los datos del ICE sobre las curvas de carga a lo largo de cada día (promedios mensuales), claramente se percibe la existencia de “picos” de demanda eléctrica cerca del mediodía y entre las seis de la tarde y las ocho de la noche, provocados sobre todo por el uso de cocinas eléctricas en el sector residencial. Esto obliga a tener una capacidad instalada que pueda cubrir esos “picos” de demanda y, por consiguiente, una capacidad ociosa en un período de casi seis horas de muy baja demanda (la mitad del consumo de las horas “pico”). La satisfacción de esta demanda “pico” genera entonces costos adicionales.

Desde los años ochenta Costa Rica inició acciones concretas de ahorro de energía en el sector industrial, mediante la realización de seminarios, cursos y auditorías energéticas con apoyo de organismos internacionales. Actualmente el ICE y la CNFL ofrecen auditorías eléctricas a los consumidores, como parte de su servicio al

cliente. También hay varias ONG que trabajan en el tema y en algunos sectores se han puesto en marcha diversas iniciativas (recuadro 6.4). Sin embargo, los logros han sido limitados y efímeros. Ello se ha debido, en parte, a que muchas empresas carecen de los recursos (financieros, técnicos, gerenciales)

#### RECUADRO 6.4

### Perfil de la eficiencia energética en el sector industrial

Después del transporte, la industria es el segundo sector en importancia en cuanto a consumo de energía, y representa la cuarta parte de las demandas del país. Esta actividad se caracteriza por usar una amplia variedad de energéticos, a saber: residuos vegetales 34%, electricidad 17%, *fuel oil* 14%, leña 12%, diésel 8%, gas licuado de petróleo 5%, coque 9% y otros 1% (Molina, 2009). Además cuenta con capacidades técnicas, tecnológicas y financieras que le permiten adoptar medidas para mejorar la eficiencia en este ámbito. Otro rasgo característico del sector industrial es la alta concentración del consumo en relativamente pocos usuarios: según la última encuesta de consumo energético de la DSE, del año 2001, un 5,2% (178) de las industrias absorbe el 90% del total de energía utilizada por el sector, lo que facilitaría dirigir acciones específicas a estos grandes consumidores (Camacho et al., 2002).

El 78,4% de la energía consumida por ese sector se destina a la producción de calor y vapor, así como al calentamiento de agua. En el caso de la producción de calor, los combustibles fósiles y biomásicos son más utilizados (60%). En cuanto a la biomasa, hay estudios que revelan grandes diferencias en cuanto a la eficiencia de su uso en industrias con características similares, tales como los ingenios azucareros (Ramírez et al., 2007).

Fuente: Elaboración propia con base en Chin-Wo, 2010.

CUADRO 6.2

### Potencial de ahorro en electricidad. 2002-2016

Fuente	Electricidad		Hidrocarburos derivados del petróleo (terajulios)
	Energía (GWh)	Demanda último año (MW)	
Consumo total	138.308	2.191	1.465.499
Ahorro por equipo eficiente	13.001	219	90.861
Porcentaje sobre el total	9,4	10,0	6,2
Ahorro por uso eficiente	9.128	131	70.344
Porcentaje sobre el total	6,6	6,0	4,8
Ahorro por manejo de carga		29	
Porcentaje sobre el total		1,3	
Ahorro total	22.129	380	161.205
Porcentaje sobre el total	16,0	17,3	11,0

Fuente: Conace, 2003.

para implementar las recomendaciones derivadas de las auditorías energéticas (Roldán, 2010).

### Marco institucional fragmentado

El marco institucional de la política energética es complejo. El ente rector es el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (Minaet), el cual cuenta con la Dirección Sectorial de Energía (DSE), que es el órgano encargado del tema energético en el país y de coordinar los esfuerzos del Minaet con los del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la Refinadora Costarricense de Petróleo (Recope), la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), la Junta Administradora de Servicios Eléctricos de Cartago (Jasec) y la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) (Ramírez y Mora, 2010).

Dentro del Minaet también existe el Consejo Subsectorial de Energía, integrado por el ministro, los presidentes del ICE y Recope, y los gerentes generales de Jasec, ESPH y CNFL, mismos entes que conforman la Secretaría Ejecutiva de Planificación Subsectorial de Energía, bajo la figura de la DSE. La DSE debe elaborar el Plan Nacional de Energía, de acuerdo con los lineamientos estipulados en el Plan Nacional de Desarrollo, según la directriz del Minaet y las iniciativas y aportes de instituciones especializadas de los sectores público y privado. Debe encargarse de la distribución de objetivos en materia energética, así como velar por el cumplimiento de las metas trazadas. Además hay un conjunto de actores no institucionales que de una u otra forma se vinculan en las acciones y decisiones en este campo, como los grupos empresariales (Liga Agrícola Industrial de la Caña, Cámara de Industrias de Costa Rica, Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria, Asociación Costarricense de Expendedores de Combustible, Cámara Nacional de Palmeros, Uccaep, entre otras), el sector profesional y las organizaciones ambientalistas, entre otros (Ramírez y Mora, 2010).

Desde el sector público se plantea la queja de que, en los últimos años, la

implementación de las disposiciones emanadas del marco institucional antes descrito se ha caracterizado por la imposición de acciones y tareas a numerosas instancias, lo cual se ha hecho de manera dispersa, confusa y contradictoria (De la Torre, 2007). El problema es que la DSE no cuenta con un órgano que dé seguimiento al Plan Nacional de Energía -y otros, como el Plan Nacional de Biocombustibles- y esto genera que su cumplimiento quede en diversas manos y sin responsabilidades claras. Además, en el citado Plan se definen los objetivos del país, pero muchos de ellos superan la capacidad presupuestaria y técnica de las entidades responsables de cumplir las metas que les son asignadas (Vargas, 2009).

Por su parte, el Minaet -y por lo tanto la DSE- no cuenta con recursos que puedan ser asignados a la investigación o la elaboración de planes que busquen reducir la dependencia energética, y aunque en las universidades y empresas estatales del sector se realizan esfuerzos en ese sentido, sus resultados no necesariamente obedecen a un plan estratégico nacional en el área de energía. La Administración que inició funciones en 2010 presentó su propuesta de política energética para el período 2010-2014 (recuadro 6.5), la cual se podrá evaluar en próximas ediciones de este Informe.

Con este marco institucional, las acciones necesarias para impulsar cambios de corto, mediano y largo plazo que modifiquen la matriz energética, enfrentan importantes dificultades de coordinación, planificación y negociación con un conjunto amplio pero no articulado de actores políticos y sociales. Por tanto, como primer paso se requiere una revisión, no solo de los objetivos de la política energética, sino del marco mismo en que ésta se elabora.

### Opciones de política

A partir del análisis de la matriz energética nacional, y de la observación de diversas alternativas propuestas o realizadas en algunos países y en Costa Rica, esta sección aborda un conjunto puntual de acciones de corto plazo que,

#### RECUADRO 6.5

### La política energética nacional para el período 2010-2014

Recientemente se dio a conocer la política energética de la administración Chinchilla, la cual define objetivos específicos para algunos de los temas planteados en este Informe, incluyendo la eficiencia energética. Esos objetivos se resumen a continuación y deberán ser objeto de seguimiento en futuras entregas de esta publicación.

- Producir energía limpia en forma sostenible y amigable con el ambiente y la salud humana.
- Reducir la dependencia del petróleo importado, promoviendo el uso de híbridos de gasolina y diésel, vehículos eléctricos y, eventualmente, celdas de hidrógeno.
- Sustituir los combustibles fósiles importados por energéticos nacionales: alcohol, biodiésel, energía hidroeléctrica, geotérmica, biomásica, eólica y solar.
- Contar con un sistema de transporte eficiente, que utilice energía limpia de producción nacional.
- Racionalizar y utilizar eficientemente la energía en sus distintas formas.
- Reorientar las instituciones del sector energía para hacerlas más competitivas.
- Promover el uso de la tecnología digital para evitar el desplazamiento de las personas y producir un ambiente productivo más eficiente.

Fuente: Elaboración propia con base en De la Torre, 2010.

sin implicar necesariamente modificaciones legales o institucionales significativas, permitirían echar a andar un proceso de cambio en cuanto a la sostenibilidad y la eficiencia del uso energético en el país.

### Eficiencia: la principal alternativa disponible

La mayoría de los procesos energéticos, excepto los relacionados con la producción de calor, son muy poco eficientes. Por ejemplo, la conversión de combustibles en electricidad posee una eficiencia inferior al 40%, mientras que en los motores de combustión interna, ya sean a diésel o a gasolina, solo el 35% y el 25% de la energía, respectivamente, se utiliza para producir movimiento o trabajo. En otras palabras, más del 60% de la energía primaria proveniente de combustibles fósiles se desaprovecha. Por esta razón resulta esencial dedicar esfuerzos constantes a introducir mejoras en la eficiencia (recuadro 6.6), a la vez que se promueve un uso razonable de la energía, mediante estrategias eficaces de ahorro. Estas tareas se facilitan conforme avanza el conocimiento y se desarrollan nuevas tecnologías que permiten una más correcta utilización de los sistemas energéticos, tanto a nivel de oferta como de demanda. Para mejorar la eficiencia es necesario impulsar cambios operativos y de procedimientos, adoptar nuevas tecnologías, e incentivar el reciclaje y el ahorro. Es fundamental, asimismo, que los precios de los energéticos reflejen todos sus costos, incluyendo los ambientales. Además se requiere mayor inversión en investigación y desarrollo en este campo. En todo esto, el Estado tiene un rol protagónico como promotor de planes y acciones que propicien el logro de los objetivos mencionados.

### Esfuerzos que deben ampliarse y sostenerse

La eficiencia energética es una opción estratégica para Costa Rica, ya que ofrece una amplia gama de alternativas de costos comparativamente bajos y posibles de incorporar con relativa facilidad. La pregunta fundamental es en cuánto puede un programa bien desarrollado moderar el consumo energético. Para responder esta interrogante existen diversos cálculos generales. Por ejemplo, la Alianza para el Ahorro de Energía estima que la eficiencia en el uso final de la energía podría disminuir hasta en un 52% las necesidades energéticas mundiales del año 2030.

RECUADRO 6.6

### La eficiencia energética en los planes y metas internacionales

La promoción de la eficiencia ha sido un elemento central de las políticas energéticas y ambientales de los países industrializados desde hace más de tres décadas. La intensidad energética que muestran esas naciones viene disminuyendo como resultado de mejoras en la eficiencia, así como de la migración hacia economías asentadas más en servicios y menos en industria y agricultura, ambas intensivas en el uso de energía. No obstante, solo la industria manufacturera logró reducir su consumo de manera importante en un período de veinticinco años (25% en Estados Unidos, 50% en Europa y cerca del 85% en Japón).

Algunos de los mecanismos implementados en Estados Unidos para impulsar estas mejoras son: incentivos para los fabricantes de equipos, uso de sellos de eficiencia energética para el consumidor, introducción de mejores tecnologías y preferencias en las compras del Gobierno hacia los equipos eficientes, entre otros. Por ejemplo, los refrigeradores que se venden hoy en ese país consumen la ter-

cera parte de la electricidad que requerían los de hace veinticinco años (Wiel y Mc Mahon, 2003).

La región latinoamericana también ha incluido la eficiencia energética en sus planes. México cuenta con el Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE), que ha impulsado programas dirigidos a grandes consumidores y el uso de equipos eficientes mediante el sello de eficiencia FIDE. Brasil, por su parte, tiene el Programa de Ahorro de Electricidad (Procel), cuyos resultados acumulados para el período 1986-2007 representaron un ahorro total de 28,5 billones de kWh, equivalentes al 7,6% del consumo de electricidad de Brasil en el año 2007.

En los planes futuros se sigue considerando la eficiencia energética como un componente central. Para el año 2020 se proyectan reducciones en el consumo del orden de un 20% en Estados Unidos, la Unión Europea y aun en China, metas relativamente conservadoras si se piensa que ya existen acciones encaminadas a lograr mayor eficiencia y ahorro.

La ONU calcula que el aumento de la eficiencia durante los próximos veinte años permitirá que la energía primaria requerida se reduzca de forma rentable entre un 25% y un 35% en los países industrializados, y podría ser mayor (hasta un 45%) en los países en desarrollo, donde los equipos son más obsoletos. Aunque estas estimaciones difieren en magnitud, ambas convierten a la eficiencia energética en la principal alternativa energética con que cuenta la humanidad.

El tema de eficiencia energética en Costa Rica ha sido incorporado en los planes y programas institucionales, incluyendo el V Plan Nacional de Energía 2008-2021. No obstante, en términos cuantitativos el aporte esperado de las acciones en este ámbito es más bien conservador, al punto de que las proyecciones de demanda considerando

escenarios de ahorro y eficiencia energética son bastante similares a la original sin este componente (Chin-Wo, 2010). Parece oportuno moverse hacia planteamientos menos modestos.

Con base en los pesos relativos en el consumo de electricidad, dos son los sectores que serían prioritarios para una política nacional de eficiencia más ambiciosa: el residencial y el industrial. Por ejemplo, en el manejo de la carga energética, cualquier modificación que disminuya el “pico” actual de la demanda en los hogares -asociado en particular a la preparación de alimentos- significará una mejora en la eficiencia energética. Es importante incidir en los patrones de actividad del sector residencial, mediante una migración gradual pero dinámica hacia nuevos horarios y formas de cocinar, equipos y horarios de uso de agua caliente, de

sistemas de refrigeración, de lavado y planchado de ropa y de iluminación artificial. Si bien de manera individual estos componentes representan partes pequeñas de la energía total consumida, el impacto global de todos ellos es significativo, y además se pueden modificar con intervenciones relativamente sencillas y de bajo costo.

En el caso del sector industrial, las mejoras en la eficiencia energética contribuyen a reducir los costos de producción, lo que incrementa la rentabilidad de las empresas y aumenta su competitividad económica, social y ambiental. Según cálculos preliminares de BUN-CA, el potencial de ahorro de electricidad en la industria centroamericana puede variar entre el 5% y el 25% con respecto a la línea base de 2004, dependiendo del esquema de inversión que se utilice para efectuar los cambios tecnológicos (BUN-CA y GreenStream Network Ltd., 2007). Por lo tanto, conviene realizar un estudio enfocado en el sector industrial costarricense, que permita estimar el ahorro que podría obtenerse mediante políticas que impulsen el uso eficiente de la energía en esta actividad. Considerando que en este caso el consumo se concentra en un número relativamente pequeño de empresas, como se señaló antes, y que se cuenta con una importante capacidad técnica y organizativa, un componente específico de los esfuerzos por mejorar la eficiencia debería dirigirse al segmento de grandes consumidores.

Tres grandes líneas de acción se han identificado para este sector: equipos, procedimientos y fuentes de energía. En este último tema, una de las alternativas que se ha planteado es la cogeneración eléctrica en las empresas, que permite a las industrias reducir sus compras de energía e incluso vender sus excedentes a los distribuidores de electricidad, lo que hace más eficientes sus procesos térmicos. Una encuesta realizada en el año 2001 concluyó que el 92% de las industrias de Costa Rica no tenía cogeneración eléctrica para consumo interno o venta de excedentes, situación que probablemente no ha variado mucho.

La generación propia en pequeña escala se está consolidando cada día más como una solución alternativa. Esto se debe a que tiene una alta eficiencia energética, gracias a la generación centralizada de calor y electricidad, en la que la red de distribución y las pérdidas de transporte de energía desaparecen. La falta de información y preparación técnica, la incertidumbre empresarial sobre la rentabilidad de las inversiones en tecnologías de punta, la ausencia de incentivos para asumirlas y el hecho de que las reducciones de la contaminación no están incluidas en la factura energética, retrasan la adopción de esquemas de mayor eficiencia por parte de los industriales nacionales.

En general, las acciones y proyectos impulsados hasta ahora han sido intermitentes y de alcance limitado, y en gran parte han respondido a coyunturas como crisis de precios o riesgos de desabastecimiento de energía. De ahí que sea necesario retomar, ampliar y sostener estos esfuerzos alrededor de un programa coherente y bien articulado, que contemple cuatro grandes ejes: reordenamiento institucional, revisión y ajustes al marco normativo, fortalecimiento de las capacidades institucionales, y diseño y aplicación de estímulos y desincentivos para modificar los patrones de consumo.

En el componente de ordenamiento institucional, este Informe ha venido señalando que la implementación de las alternativas y políticas que requiere el país en materia energética, se ve entorpecida por la existencia de un marco institucional complejo, que debe ser simplificado, fortalecido y articulado, tanto a lo interno como en su relación con otras instituciones y actores, con los que debe interactuar de manera más fluida y eficaz.

En el ámbito normativo hay tareas que retomar y ampliar, como la normalización y reglamentación de equipos eficientes (reglamentos técnicos, etiquetas, estándares, certificaciones); esta labor debe estar en constante actualización, para que los lineamientos que se deriven de ella marchen al mismo ritmo en que avanza el desarrollo de nuevas tecnologías. Además se deben revisar las regulaciones existentes, con el fin de

incluir no solo multas sino medidas que incentiven la eficiencia, y asignar los recursos necesarios para su aplicación.

Las capacidades institucionales también deben incrementarse, para permitir un diseño ágil, una implementación efectiva y un seguimiento ordenado de acciones y programas de eficiencia energética. Esto incluye el fortalecimiento del ente rector y regulador, mejoras en la planificación, el desarrollo y la contabilización de los proyectos que se ponen en marcha, y el establecimiento de mecanismos para dar cumplimiento a la política energética. Esto pasa por garantizar que los recursos humanos y financieros estén disponibles oportunamente. Dos instancias en particular deben ser consolidadas y apoyadas: el Laboratorio de Eficiencia Energética, para el análisis y certificación de equipos de refrigeración, iluminación, cocción y motores eléctricos, y la Dirección de Gestión de Calidad Ambiental, para que dé seguimiento al proceso de “ambientalizar” al sector público (Chin-Wo, 2010).

Los incentivos que se introduzcan para impulsar la eficiencia y la sustitución energética deben ser diversos (financieros, promocionales, tarifarios) y dirigirse tanto al sector público como al privado, para afectar la oferta y la demanda. Los instrumentos también deben ser variados: bonos, sellos, “ecotasas”, estímulos tributarios, certificaciones, compras “ecoamigables” del Estado, etc. Algunas opciones que se han planteado son:

- Impulsar la sustitución de electricidad generada térmicamente por energías alternas más eficientes.
- Establecer tarifas basadas en los costos marginales de acuerdo con el tipo de servicio brindado (residencial, comercial, industrial, etc.) que hagan conciencia entre los consumidores sobre el costo real de la energía y promuevan el uso adecuado.
- Promover el uso de equipos más eficientes en el hogar, para disminuir los “picos” de la curva de carga, en particular los generados por calentadores de agua y cocinas.

- Estimular el uso de fuentes de energía *in situ* con fines de autoconsumo. Para ello se deben establecer los mecanismos técnicos y legales necesarios, así como facilitar el acceso a financiamiento en el sistema bancario nacional.
- Desarrollar instrumentos financieros adecuados, tales como líneas de crédito específicas con bajos intereses, para PYME involucradas en la producción de energías alternativas, ahorro energético y manejo del recurso hídrico, entre otros. Además es necesario trabajar con el sector bancario tradicional, para aumentar su confianza en este tipo de iniciativas.

Finalmente, es importante dar impulso a programas informativos y educativos, dirigidos tanto a docentes y estudiantes (en coordinación con el MEP) como a la población en general, y estimular procesos de capacitación y acompañamiento técnico en empresas grandes consumidoras de energía, enfocados hacia auditores energéticos, ingenieros, técnicos y gerentes.

Aunque la promoción de la eficiencia energética se ha centrado en instituciones vinculadas con el sector energía, hay acciones que trascienden ese ámbito y que podrían tener efectos importantes, como ampliar los horarios de atención al público, acelerar la descentralización de servicios públicos y privados para acercarlos más los clientes y fomentar el uso de Internet para todo tipo de gestiones (Pujol, 2005).

#### Teletrabajo y arreglos de horario: la mejor energía es la que no se utiliza

El teletrabajo es una forma de empleo en la cual el patrono y el trabajador llegan a un acuerdo que le permite a este último laborar desde su hogar. La manera de disminuir el consumo de energía de los vehículos es reducir su utilización, por lo que es de esperar que, si se impulsa esta modalidad, el consumo energético del sector transporte y las emisiones asociadas decrezcan. En Costa Rica ya varias empresas e instituciones han adoptado este sistema, entre ellas el ICE, Intel y Unisys. El ICE, por ejemplo, tiene como meta

que 1.000 de sus 15.000 empleados (un 6,7%) “teletrabajen” desde sus hogares.

Un estudio realizado en 2006 estimó que, bajo esta modalidad, el consumo individual de combustible se podría reducir hasta en un 75%, lo que a su vez mitigaría la emisión total de gases contaminantes en un valor similar. Si el 10% de los vehículos se retira de los sistemas viales, el efecto neto que cabe esperar es que el consumo de combustibles caiga a los niveles que tenía cuando la flota vehicular era un 10% menor (cuadro 6.3). Además, las emisiones de óxido de nitrógeno podrían disminuir hasta en un 32%, mientras que las de monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados lo harían en 46% y 69%, respectivamente. Por otro lado, ajustes en la hora de entrada de diferentes segmentos de la fuerza laboral, les permitirían a los trabajadores reducir hasta en un 46% su consumo de combustible (Roldán, 2006).

#### Alternativas en el sector transporte

El sector transporte es el mayor consumidor de energía del país, como se

CUADRO 6.3

#### Efectos del teletrabajo en el consumo de combustible, las emisiones de gases y los tiempos de traslado

Identificación	Residencia	Reducción en tiempo de traslado (%)	Velocidad original promedio (km/h)	Velocidad con arreglo de horario (km/h)	Reducción estimada en consumo y emisiones <sup>a/</sup> (%)			
					Nox <sup>b/</sup>	CO <sup>c/</sup>	HCS <sup>d/</sup>	Combustible
Teletrabajador 1	San Ramón, Alajuela	33	40	60				
Teletrabajador 2	Pavas	50	12	24	26	29	44	35
Teletrabajador 3	San Antonio, Belén	50	40	80	0	-17	32	7
Teletrabajador 4	Desamparados	77	14	60	32	43	69	46
Teletrabajador 5	Uruca	67	12	36	28	46	61	45
Teletrabajador 6	Paso Ancho	60	7	18	23	25	27	38
Teletrabajador 7	Palmares	17	43	52	6	5	5	2
Teletrabajador 8	Curridabat	25	30	40	14	18	15	7
Teletrabajador 9	Cartago	50	30	60	16	14	27	12

a/ Los datos no corresponden a buses.

b/ Oxido de nitrógeno.

c/ Monóxido de carbono.

d/ Hidrocarburos no quemados.

Fuente: Roldán, 2006.

analizó anteriormente. De no tomarse acciones eficaces para que este sector cambie su patrón de uso de hidrocarburos, seguirá generando fuertes impactos económicos, sociales y ambientales. Debe considerarse que Costa Rica no produce petróleo, y que la posibilidad de explorar y determinar su existencia en el territorio es un tema complejo, que ha sido motivo de debate y conflicto. En la actualidad, la prospección petrolera está prohibida únicamente por una

moratoria derivada de un decreto ejecutivo, por lo cual no es un asunto concluido y puede volver al escenario nacional. Esto obliga a impulsar un diálogo político e informado entre todos los actores sociales interesados, sobre el tipo de desarrollo que se desea para el país y las fuentes de energía compatibles con esa visión (recuadro 6.7).

Un primer tema que se debe considerar en esta materia es la red vial, que representa el sustrato para el transporte

terrestre en cualquier país y es una inversión a largo plazo que determina la competitividad y la capacidad para movilizar bienes y servicios dentro del territorio. En el *Duodécimo Informe Estado de la Nación* (2006) se examinó a profundidad esta temática y se llegó a conclusiones preocupantes sobre el estado de la red vial, así como sobre los problemas y limitaciones estructurales que dificultan su conservación: deficiencias en la contratación de obras

#### RECUADRO 6.7

### Algunas perspectivas en debate en torno a la prospección petrolera

Costa Rica, como todos los países de la región, ejerce potestad de imperio sobre su subsuelo, cuyos recursos puede explotar directamente o dar en concesión. Las concesiones para la prospección de petróleo, carbón y gas natural son regidas por la Ley de Hidrocarburos, vigente desde 1992, aunque un decreto ejecutivo definió una moratoria en este sentido en el 2002. En principio, la Ley define el marco jurídico para los contratos con empresas costarricenses o extranjeras que estén interesadas en invertir en la exploración en territorio nacional, tanto marino como continental. Por lo general el Gobierno abre licitaciones para explorar dentro de bloques territoriales, y exige el trámite de estudio de impacto ambiental que debe ser avalado por la Setena, entidad que, como se ha señalado en Informes anteriores, muestra serias limitaciones para garantizar el seguimiento a las medidas de protección establecidas. En caso de encontrarse yacimientos, la explotación requiere una concesión adicional, separada de la de exploración. Dado que se necesita usar maquinaria pesada y taladros industriales gigantes, la exploración y la explotación son actividades muy costosas, que deben contar con personal técnico altamente calificado. Algunos elementos de debate en torno a este tema se resumen a continuación:

- A pesar de que hicieron diversas exploraciones durante el siglo XX, aún no hay certeza sobre la existencia o no de recursos petrolíferos explotables comercialmente en territorio nacional, según lo confirma el comunicado sobre política energética emitido por el Minaet en julio de 2010.
- Costa Rica declaró una moratoria a la exploración y explotación petroleras

en el 2002. En el 2006 la administración Arias anunció su intención de retomar este tema, pero en el 2009 el Presidente manifestó su compromiso de no permitir la exploración petrolera en suelo costarricense, con el argumento de que, si se quiere alcanzar la meta de la "carbono-neutralidad", hay que hacer un esfuerzo por sustituir la energía térmica por fuentes renovables de energía.

- En el contexto global, y dada la problemática que han generado las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), se espera una masiva migración hacia medios de transporte limpios y fuentes de energía renovables, aunque este proceso podría ser bastante lento. Es probable que los productores de petróleo luchen por mantener sus precios competitivos, para desacelerar esta inevitable transformación global.
- Hay opciones más lucrativas para utilizar el petróleo que quemarlo, como en la industria química, que emplea hidrocarburos para producir fertilizantes, pesticidas, plásticos y otros bienes de mucho valor que no generan tantos GEI. Quemar petróleo es, evidentemente, la forma más burda de usar este recurso no renovable.
- Algunos países vecinos están llevando a cabo exploraciones en tierra y en la plataforma continental, en busca de petróleo y gas natural.
- En la Amazonía ecuatoriana se ha presentado una situación particular. Una vez que se detectó la existencia de petróleo en su subsuelo, las autoridades decidieron no explotar ese recurso, y a cambio de ello el país recibió compensaciones de diversos organismos internacionales.

■ Algunos geólogos indican que en territorio costarricense es más probable encontrar gas natural que petróleo. El gas natural es menos contaminante que el petróleo y podría remplazar a este último en el transporte durante un período de transición. En regiones de alta sismicidad el gas natural es más propenso a liberarse a la atmósfera.

■ Los inversionistas que financian una exploración inevitablemente tienen la expectativa de explotar cualquier yacimiento que aparezca durante las etapas iniciales del proceso. Es importante, entonces, enfatizar el hecho de que la exploración no garantiza la explotación del recurso. No tiene sentido crear expectativas falsas que puedan poner al país en aprietos con demandas por inseguridad jurídica.

■ El manejo de hidrocarburos conlleva riesgos tanto en la explotación como durante el transporte de los mismos, tal como demuestran los accidentes ocurridos recientemente en el golfo de México. Diversos grupos ambientalistas y otros sectores sociales han llamado la atención sobre esos riesgos y su posible impacto para la imagen y para la calidad ambiental en el país, base de la industria turística nacional.

■ Para definir su política con respecto a la exploración petrolera, Costa Rica debe evaluar cuidadosamente los beneficios y riesgos del modelo energético actual, y las opciones que el entorno global está empezando a ofrecer, además de incorporar la opinión de la ciudadanía y de los diversos actores sociales.

Fuente: León, 2010b.

viales con recursos estatales, falta de claridad en la rendición de cuentas e insuficiente desarrollo organizativo del Consejo Nacional de Concesiones. También se ofreció un aporte especial sobre el financiamiento privado de obras viales, sus ventajas, desventajas, costos y riesgos. Con ese antecedente, en esta sección se analizan los vehículos, los combustibles y los comportamientos que inciden en el desempeño del sector transporte.

Es evidente que la oferta del sistema de transporte es limitada y dependiente del diésel y la gasolina, aunque ya existe en San José una línea de autobuses que utiliza biodiésel obtenido de aceite de desecho de restaurantes. La flota de taxis también muestra un cuadro de desorden, que se amplía con la aparición del gremio de los porteadores. Con los buses interurbanos que tienen rutas fijas se presentan problemas al entrar a la capital, por la estrechez de las calles y el congestionamiento, lo cual ha generado diversas acciones para evitar su ingreso al centro de la ciudad. Esto obliga a muchos usuarios que viajan desde zonas periféricas a utilizar un segundo autobús o un taxi. A su vez, el transporte de carga consiste en un servicio de fletes en camiones movidos por diésel o, para volúmenes más grandes, en furgones; en este caso no existe la opción de los trenes. La oferta del tren interurbano de pasajeros entre San José y Heredia ha sido bien recibida por muchos usuarios, y augura una respuesta aún mejor si el país logra consolidar un sistema de transporte ferroviario moderno, eléctrico y autosuficiente.

No es posible hablar del tema del transporte sin incluir la contribución de la flota estatal, que representa una porción importante del consumo total de combustibles fósiles en el país. La flotilla de todos los poderes del Estado es muy grande y constituye, sin duda, una porcentaje significativo del presupuesto de las instituciones públicas. Es evidente que las políticas internas del Gobierno pueden tener un impacto sustantivo en los patrones de consumo de combustibles, así como en el gasto público. Este es precisamente uno de los objetivos del mandato que tiene la

Dirección de Gestión de la Calidad Ambiental (Digeca) del Minaet, con el proyecto para “ambientalizar” el sector público. Una decisión de transformar la flotilla estatal con tecnologías de transporte sostenible, tal como lo han hecho algunos países, sería una medida ejemplarizante.

Otro componente de la ecuación es el combustible que se requiere para mover el parque automotor a través de la red vial. En este sentido, el transporte eléctrico ha mostrado que es más eficiente que el de combustión y que, en el caso de Costa Rica, podría aprovechar el excedente nocturno de potencia para movilizar miles de vehículos, sin necesidad de inversiones adicionales. Un grupo de expertos del ITCR calcula que 125 MW son suficientes para cargar durante la noche 100.000 vehículos. Esto permitiría, con el excedente nacional estimado de 500 MW, cargar las baterías de unos 400.000 automóviles, cerca del 70% de los vehículos livianos del país. El uso del excedente eléctrico nocturno parece ser una situación de “ganar-ganar” para el transporte y generaría un ahorro considerable en la factura petrolera, por lo que podría promoverse explícitamente. Existen, claro está, obstáculos por vencer: el alto costo actual de los vehículos eléctricos, las limitaciones de las baterías (recuadro 6.8) y, por supuesto, los requisitos de que la electricidad provenga de frentes renovables.

También está en discusión la alternativa de los biocombustibles de segunda y tercera generación, que han sufrido los problemas de desabastecimiento que causó el uso de maíz para producir etanol. Los productos de segunda generación, como los obtenidos a partir del tempate (*Jatropha*) y la higuera (*Ricinus communis*), podrían tener un valor estratégico para muchas comunidades rurales, debido a que en su elaboración se utilizan tecnologías sencillas que pueden implementarse localmente, con lo cual se lograría que la población tenga autonomía en el transporte. Más distante en el horizonte está el cultivo de algas en estanques, que tiene una altísima capacidad de sintetizar aceites para biodiésel, muy superior a la de

otras opciones, pero el proceso aún no se ha adaptado a diferentes condiciones locales.

Por otra parte, en Costa Rica el uso de bicicletas es casi nulo, pese a que en el mundo hay una tendencia creciente a propiciar las ciclovías, que son la manera más eficiente de moverse siempre que las condiciones sean adecuadas. Las ciclovías son inversiones modestas y de larga duración, que se prestan para la integración de campus universitarios con los barrios aledaños y otras rutas que permitan el acceso en bicicleta. Esta opción es factible en lugares donde sería imposible construir una carretera, como a lo largo de las cuencas de ríos urbanos, y además tiene el beneficio adicional de que promueve la salud. En algunas ciudades europeas, como París, las bicicletas que usan muchos estudiantes universitarios son municipales y se alquilan por períodos anuales.

Otro ejemplo de los esfuerzos que pueden realizarse para reducir el impacto ambiental del transporte, es la experiencia de las aerolíneas Sansa y Nature Air. Estas empresas ofrecen “viajes limpios” en sus paquetes turísticos. Estos consisten en que los usuarios pagan un monto adicional por el servicio, para que las empresas compensen las emisiones generadas en los vuelos, mediante contribuciones al programa de pago por servicios ambientales (PSA), que desarrolla el Fonafifo.

El transporte está a las puertas de una nueva revolución tecnológica, en vista de la enorme inversión que muchos países están haciendo en innovación y desarrollo de este sector. En Costa Rica hay algunos avances, como la reciente creación de un centro de investigaciones de energías limpias en la UCR, que cuenta con el apoyo de los Estados Unidos y otros socios. También hay progresos incipientes en el uso de la energía solar y de tecnologías basadas en el hidrógeno, y a corto plazo se espera incursionar en el acople de ambas, a fin de obtener un recurso energético que sea más factible de almacenar que la electricidad.

A continuación se ofrecen ocho medidas de política pública dirigidas al

## RECUADRO 6.8

**Consideraciones sobre la alternativa del transporte eléctrico**

Un vehículo eléctrico consumiría alrededor de 10 kWh por día, suponiendo un recorrido diario de unos 60 kilómetros. Si se considera que las baterías podrían ser cargadas durante la noche en un período de ocho horas, se tiene que para suministrar energía a 100.000 vehículos se requiere una potencia de tan solo 125 MW. Tomando en cuenta además que la electricidad nocturna generalmente tiene un costo menor para el usuario final, el incremento en la factura eléctrica sería muy inferior al costo de la gasolina y el diésel. Existe una diferencia importante (alrededor de 500 MW) entre la potencia que se debe generar de día y la necesaria de las diez de la noche a las seis de la mañana, potencia que podría aprovecharse para suministrar la energía de 400.000 vehículos eléctricos, cerca del 70% de los vehículos livianos del país.

Considerando que el costo promedio de la electricidad producida por una planta hidroeléctrica es inferior a 0,10 dólares por kWh, la energía requerida por un vehículo eléctrico tendría un costo anual equivalente a 42 dólares por barril de gasolina, por lo que una persona que utilice un automóvil

de ese tipo para recorrer 25.000 kilómetros al año, tendría un ahorro cercano a 1.325 dólares, con base en un costo actual de 1,11 dólares por litro de gasolina (cuadro 6.4). El uso de vehículos eléctricos en el transporte individual representa quizás la mejor opción para reducir las emisiones de GEI asociadas a este sector, siempre y cuando la electricidad empleada para cargar las baterías haya sido producida a partir de fuentes renovables.

Hasta hace unos años, un automóvil eléctrico como el REVA tenía un costo de entre 10.000 y 25.000 dólares. Utilizaba baterías de plomo, las cuales no permiten obtener una autonomía más allá de unos 60 kilómetros y poseen un rendimiento poco aceptable comparado con los sistemas de gasolina, sobre todo en trayectos montañosos. Sin embargo, en la actualidad existen vehículos que emplean baterías de iones de litio, como el Leaf de Nissan, que tiene una independencia de 160 kilómetros con una sola carga y una velocidad máxima de 142 km/h. El principal problema en este caso es la inversión inicial. El Leaf, por ejemplo, tiene un precio de 46.000 dólares en Estados Unidos, en tanto que el paquete de baterías de litio de 24 kWh

tiene un costo de 9.000 dólares y una vida útil de apenas cinco años, por lo que el ahorro para el usuario final no cubre el costo de reemplazar las baterías (1.800 dólares por año).

Recientemente la empresa japonesa Eamex anunció que ha encontrado una manera de aumentar la vida útil de las baterías de iones de litio de alta capacidad. Según la compañía, estas nuevas baterías podrán cargarse más de 10.000 veces y tendrían una vida útil de veinte años, de modo que durante ese plazo el propietario de un vehículo eléctrico habría ahorrado 26.500 dólares, 17.500 más que lo requerido para sustituir la batería. Otra empresa ha anunciado un vehículo eléctrico cuya batería se intercambia en las estaciones de servicio, de tal forma que los usuarios no las recargan y pueden completar la transacción más rápido que llenar un tanque de gasolina. Esta parece la opción más factible. En los próximos años se pueden esperar importantes avances de las compañías automovilísticas, ahora que en el mundo se ha despertado una creciente demanda por transporte limpio.

Fuente: Elaboración propia con base en Flores, 2010b.

## CUADRO 6.4

**Características energéticas del transporte eléctrico**

Consumo eléctrico de un vehículo particular	0,17 kWh/km
Rendimiento típico de un vehículo de gasolina	60 km/gal
Consumo eléctrico para 60 kilómetros	10,2 kWh
Costo de electricidad	0,1 dólares/kWh
Costo equivalente de la electricidad como combustible	1,02 dólares/gal de gasolina
Ahorro anual para un recorrido de 25.000 km/año	1.325 dólares

Fuente: Flores, 2010b.

transporte público y privado, así como a otras instancias relacionadas con el sector:

- Inducir el cambio de la flota vehicular privada, para reducir la presencia de las unidades más consumidoras y contaminantes. Esto se lograría mediante el aumento de los impuestos y las restricciones a tecnologías obsoletas o ineficientes (vehículos de altos cilindrajes y de mucha anti-

güedad), junto con una rebaja de los impuestos sobre vehículos híbridos, a gas o eléctricos, las baterías y otros componentes asociados a tecnologías más eficientes y limpias, así como las bicicletas. Con el fin de subsidiar algunas de las acciones y llenar los vacíos fiscales ocasionados por la aplicación de las medidas propuestas, se recomienda analizar la conveniencia de mantener la exención tributaria de los

combustibles para aviones y buques mercantes (según la actual Ley 8114).

- Implementar, en coordinación con el sector privado, un plan de reconversión de motores, a fin de seguir utilizando los vehículos que el país ha importado y sus carrocerías. La conversión a gas licuado se hace rutinariamente y existe un incipiente sistema de distribución en la Meseta Central.
- Establecer incentivos en peajes para automóviles con más de dos pasajeros, con miras a eliminar la práctica de “un pasajero por automóvil”. El uso generalizado de peajes electrónicos, para evitar el desperdicio de combustible y la pérdida de tiempo en las filas de vehículos, parece ser una buena inversión.
- Es fundamental incorporar medidas de planificación tendientes a

- preparar la red vial para eventos meteorológicos asociados al cambio climático, particularmente en años bajo la influencia del fenómeno de “La Niña”, cuando se registra un aumento en las precipitaciones.
- Se han hecho propuestas para jerarquizar el sistema vial existente, propiciando el desarrollo de corredores y carreteras que circunvalen el centro de las ciudades y faciliten la conectividad en puntos estratégicos, a fin de descongestionar el transporte terrestre.
- Elaborar un plan para convertir la flota vehicular del Gobierno, con tecnologías más eficientes y sostenibles.
- Es oportuno que el país formule un proyecto de transporte limpio para el Valle Central, ambicioso, con visión de futuro, que contemple el crecimiento por etapas y que busque sinergias y conectividad con buses, taxis y estacionamientos, en un esfuerzo nacional. Es probable que el momento sea propicio para este tipo de inversiones, bajo el alero de

la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático.

- Es evidente la importancia de la educación, tanto para los usuarios del transporte como para quienes dan el servicio, en los temas de eficiencia energética y el impacto de los GEI sobre el clima terrestre. Sería de gran utilidad que las entidades gubernamentales y las ONG que promueven el desarrollo sostenible, coordinen la implementación de una campaña de educación y sensibilización a través de los medios masivos de comunicación.

**La coordinación del documento** base estuvo a cargo de Carlos Roldán. El texto final fue preparado por Leda Muñoz, Pedro León y Jorge Vargas Cullell, con el apoyo de Leonardo Merino.

**Se elaboraron los siguientes insumos:** “Eficiencia energética en el consumo eléctrico y en el sector industrial”, de Allan Chin-Wo; “Alternativas para la optimización energética del sector transporte de Costa Rica” y “Transporte eléctrico”, de Ronald Flores; “Cultivos forestales: una alternativa para la sustitución del coque de petróleo en el sector industrial”, de Edgar Ortiz, y “Agroenergías: una alternativa para reducir la dependencia energética de Costa Rica”, de Orlando Vega.

**Los talleres de consulta** se efectuaron los días 3 de junio y 17 de agosto de 2010, con la participación de: Alonso Acuña, Mario Alvarado, Gustavo André, Wilson Campos, Rafael Carrillo, Luis Fallas, Jimmy Fernández, Orlando García, Miguel Gómez, Marco Jaubert, Pedro León, Luis Ricardo Madrigal, Miriam Madrigal, Guido Miranda, Edgar Ortiz, Jaime Quesada, Tony Sebiany, Eliana Ulate, Orlando Vega, Gloria Villa y Jorge Villalobos.

**La revisión de cifras** estuvo a cargo de José Antonio Rodríguez. Amanda Chaves, Antonella Mazzei y Mariamelia Abellán colaboraron en la búsqueda de información, edición y apoyo estadístico.

## NOTAS

- 1 A lo largo de este documento se consignan datos sobre el uso de energía que incluyen la obtenida de la biomasa, y otros en que se excluye esa fuente. Esto se debe a que en los balances energéticos se hace una distinción entre las mediciones basadas en la energía comercial (es decir, aquella cuyo consumo se calcula a partir de las ventas de electricidad u otros energéticos) y toda la energía final. Un ejemplo de esto es la leña, un recurso biomásico que no necesariamente se comercializa, sino que es utilizado sin intermediación en los hogares o las industrias, por lo cual su consumo solo puede estimarse a través de aproximaciones o encuestas. El uso de datos “con y sin biomasa” depende del enfoque particular de cada análisis y de lo que se busca resaltar en cada caso.

