
UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRÍA EN POLÍTICA ECONÓMICA

Evaluación del impacto económico, social y ambiental del
subsidio eléctrico para el sector residencial del ICE
en Costa Rica.

Sustentante Marco Otoy Chavarría

Heredia, Agosto del 2004

**Tesis sometida a consideración del Tribunal Examinador de la Maestría en
Política Económica para optar por el grado de Magíster Scientiae en Política
Económica con mención en Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica**

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Dr. Jorge Caceres Prendes

Representante Consejo Central de Posgrado

Ph.D. Olman Segura Bonilla
Representante de la Dirección
de la Maestría en Política Económica

Ph.D. Leiner Vargas Alfaro
Tutor

M.Sc. Marvin Acuña Ortega
Lector

M.Sc. Fernando Alvarado Zumbado
Lector

Marco Otoy Chavarría
Sustentante

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a Dios que me ha bendecido y dado la posibilidad de finalizar mis estudios en esta etapa de mi vida, los cuales se plasman en este trabajo que hoy concluyo. En segundo lugar, doy gracias a mi familia por el apoyo que siempre me han brindado en todas las metas que me he propuesto, especialmente a mis padres y mi esposa.

Un sentido agradecimiento al Centro Internacional de Política Económica de la Universidad Nacional (CINPE), que no solo me ha dado la oportunidad de formarme como estudiante en su programa de Maestría, sino también me ha hecho crecer y desarrollar fortalezas en el ambiente laboral y profesional. Con mucha estima y respecto agradezco a Leiner Vargas por todo su apoyo y confianza depositada desde mi incorporación laboral en CINPE y durante estos años de estudio. De manera especial a Olman Segura y Miriam Miranda por su valioso apoyo.

A quienes de manera directa o indirecta han contribuido con sus discusiones en el desarrollo de este trabajo Keynor Ruiz, Gerardo Jiménez, Marvin Acuña, Donald Miranda, Randall Arce, Jeffrey Orozco, Roberto Jiménez, Mauricio Dierckxsens; al personal administrativo, especialmente a Xinia Espinoza y Floribeth Rojas.

Mis agradecimientos para las organizaciones públicas que me han brindado su colaboración durante el desarrollo de este trabajo, en especial la Dirección Sectorial de Energía, en particular a Gloria Villa, Fernando Alvarado, Jimmy Fernández, Carlos Leiva y Lina Román. A la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, en especial a Alvaro Barrantes; y al Instituto Costarricense de Electricidad.

DEDICATORIA

ÍNDICE GENERAL

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	ix
RESUMEN INTRODUCCIÓN.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi
CAPÍTULO I: MARCO TEORICO METODOLOGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL SUBSIDIO.....	1
1.1 Justificación.....	1
1.2 Antecedentes.....	6
1.3 Problema.....	9
1.3.1 Objetivo General.....	12
1.3.2 Objetivos Específicos.....	12
1.4 Marco teórico metodológico.....	13
1.4.1 Teoría del monopolio.....	14
1.4.2 Fijación de precios en el monopolio.....	15
1.4.3 Monopolio Natural y regulación.....	17
1.4.4 Eficiencia económica e intervención del Estado.....	18
1.4.5 Regulación y fijación de precios.....	20
1.4.6 Demanda y elasticidades.....	22
1.4.7 Efectos distributivos del subsidio.....	25
1.4.8 Un subsidio a la energía.....	26
1.4.9 Efectos de un subsidio a la energía.....	28
1.4.10 El impacto ambiental de la generación.....	31
1.5 Técnicas de investigación y fuentes de datos.....	35
1.5.1 Identificación de las técnicas de investigación.....	36
1.5.2 Fuentes de información.....	37
CAPÍTULO II: ESTIMACIÓN DEL SUBSIDIO Y DE SUS EFECTOS DISTRIBUTIVOS.....	39
2.1 La tarifa eléctrica residencial.....	39
2.2 El subsidio en el sector eléctrico residencial.....	42
2.3 El cálculo del subsidio.....	44

2.4	Calculo del subsidio utilizando costos medios.....	49
2.5	El gasto en electricidad.....	51
2.6	Efectos en la distribución del ingreso.....	55
CAPÍTULO III: ESTIMACIÓN DE LOS EFECTOS DEL SUBSIDIO EN LA DEMANDA ELÉCTRICA RESIDENCIAL.....		63
3.1.	Especificación del modelo.....	63
3.2.	Datos utilizados.....	65
3.3.	Los resultados.....	67
3.3.1	Cumplimiento de los supuestos del modelo clásico.....	71
3.4.	Escenarios de elasticidad.....	74
3.4.1	Escenario 1, reducción del subsidio en un 25%.....	75
3.4.2	Escenario 2, reducción del subsidio en un 50%.....	77
3.4.3	Escenario 3, reducción del subsidio en un 75%.....	77
3.4.4	Escenario 4, eliminación del subsidio.....	78
CAPÍTULO IV: LOS EFECTOS AMBIENTALES DEL SUBSIDIO.....		80
4.1	Efectos ambientales de la generación eléctrica.....	81
4.2	Valoración de externalidades en el sector eléctrico.....	86
4.3	Resultados obtenidos de la evaluación de externalidades.....	87
4.4	Una aproximación a la estimación del costo ambiental de los subsidios en el sector residencial costarricense.....	89
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		93
5.1	Conclusiones.....	93
5.2	Recomendaciones.....	99
BIBLIOGRAFÍA.....		104
ANEXOS.....		110

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1. Costa Rica: Variables relacionadas con el consumo de energía eléctrica por sector. Período 2002.	9
Cuadro 1.2. Tipos de subsidios a la energía.	28
Cuadro 2.1 Costa Rica: Tarifas eléctricas para el sector residencial de ICE por bloque de consumo. Año 2002. -colones / kWh-	41
Cuadro 2.2. Cálculo del subsidio eléctrico para el sector residencial del ICE utilizando costos marginales. Período 2002.	46
Cuadro 2.3. Distribución relativa y absoluta del subsidio según bloque de consumo subsidiado. Costa Rica, 2002.	48
Cuadro 2.4. Cálculo del subsidio eléctrico para el sector residencial del ICE empleando costos medios. Año 2002.	51
Cuadro 2.5. Estimación del consumo promedio de energía eléctrica mensual y anual por vivienda según grupo socioeconómico (en KWh).	53
Cuadro 2.6. Coeficientes de Gini con y sin subsidio en electricidad, total del país y por regiones. Costa Rica, 2002.	59
Cuadro 3.1 Modelos estimados, signos esperados y significancia estadística.	69
Cuadro 3.2. Resultados del modelo.	71
Cuadro 3.3. Escenario 1: Impacto en la cantidad consumida ante una reducción de 25% del subsidio.	77
Cuadro 3.4. Escenario 2: Impacto en la cantidad consumida ante una eliminación de 50% del subsidio.	78
Cuadro 3.5. Escenario 3: Impacto en la cantidad consumida ante una eliminación de 75% del subsidio.	79
Cuadro 3.6. Escenario 4: Impacto en la cantidad consumida ante una reducción total del subsidio.	80
Cuadro 4.1. Externalidades de la generación eléctrica en diferentes áreas.	84
Cuadro 4.2. Emisión de gases efecto invernadero por tipo de fuente (gramos de dióxido de carbono por kilovatio hora).	86
Cuadro 4.3. Costos externos de la generación eléctrica para diferentes fuentes de energía (centavos de euro por kWh).	88
Cuadro 4.4. Costos externos y cantidad de emisiones de CO ₂ , según diferentes escenarios para la reducción del subsidio eléctrico residencial del ICE, 2002.	91

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Gráfico 1.1. Costa Rica: Porcentaje de generación por empresa y por tipo de fuente. Año 2002.	3
Gráfico 1.2. ICE: Precio promedio de la electricidad por KWh por sector. Período 1994 – 2001.	5
Gráfico 1.3 Fijación de precio en un mercado.	16
Gráfico 1.4. Fijación de precios mediante regulación en un monopolio natural.	21
Gráfico 1.5. El efecto ambiental de los subsidios.	31
Gráfico 1.6. Costa Rica: Curva de carga por electricidad para un día normal.	34
Gráfico 2.1. Precios promedio de la electricidad para el sector residencial según empresas. Costa Rica, 2002.	43
Gráfico 2.2. Precios internos al consumidor residencial por país US cent/KWh. Centroamérica, 2002.	45
Gráfico 2.3. ICE: Subsidio con relación al precio por bloque de consumo. Año 2002	47
Gráfico 2.4. Costa Rica: Distribución del subsidio eléctrico para el sector residencial de ICE según bloque de consumo. Año 2002.	49
Gráfico 2.5. Costa Rica: Porcentaje del gasto en electricidad con y sin subsidio eléctrico, según deciles de ingreso per capita.	55
Gráfico 2.6. Curva de Lorenz distribución del ingreso con y sin subsidio en electricidad, Costa Rica, 2002.	60
Gráfico 2.7. Curva de Lorenz del subsidio eléctrico residencial para el total del país. Costa Rica, 2002.	61
Gráfico 2.8. Curva de Lorenz del subsidio eléctrico residencial, región Central. Costa Rica, 2002.	62
Gráfico 2.9. Curva de Lorenz del subsidio eléctrico residencial, región Húetar Atlántica. Costa Rica, 2002.	62
Gráfico 2.10. Curva de Lorenz del subsidio eléctrico residencial, región Chorotega. Costa Rica, 2002.	62
Gráfico 2.11. Curva de Lorenz del subsidio eléctrico residencial, región Húetar Norte. Costa Rica, 2002.	62
Gráfico 2.12. Curva de Lorenz del subsidio eléctrico residencial, región Pacífico Central. Costa Rica, 2002.	62
Gráfico 2.13. Curva de Lorenz del subsidio eléctrico residencial, región Brunca. Costa Rica, 2002.	63
Gráfico 3.1: Precio de la electricidad, colones corrientes. Sector Residencial ICE (colones/KWh). 1966-2002.	67
Gráfico 3.2: Precio del Gas licuado. Colones corrientes. (Colones/litro). 1966-2002.	67
Gráfico 3.3. Ventas de electricidad al sector residencial ICE. (GWh) 1966-2002.	68
Gráfico 3.4. Prueba de Autocorrelación y correlación parcial.	74
Figura 2.1. Costa Rica: Cobertura eléctrica por empresa distribuidora, según censo 2000.	58
Figura 4.1. Costos e impacto social - ambiental para algunas fuentes de generación eléctrica.	90

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1: ICE Sector Electricidad: Sistema de distribución. Costos registrados contablemente más compras de energía.
- Anexo 2: Estructura del gasto en electricidad según deciles de ingreso per capita del hogar para las diferentes regiones del país. Costa Rica, 2002.
- Anexo 3: Ingreso por hogar para las diferentes regiones del país, según deciles de ingreso per capita del hogar (Excluye servicio doméstico y pensiones).
- Anexo 4: Estructura porcentual del gasto en electricidad, con y sin subsidio, por región del país según deciles de ingreso per capita del hogar. Costa Rica, 2002.
- Anexo 5: Estructura del gasto en electricidad, sin subsidio, por hogar según deciles de ingreso per capita del hogar para las diferentes regiones del país. Costa Rica, 2002.
- Anexo 6: Consumo mensual, gasto promedio en electricidad e ingreso con y sin subsidio eléctrico, por hogar según deciles de ingreso per capita del hogar para las diferentes regiones del país. Costa Rica, 2002.
- Anexo 7: Cálculo del coeficiente de Gini.
- Anexo 8: Gráficas de Lorenz para cada región de planificación del país. Costa Rica, 2002.
- Anexo 9: Resultados de las diferentes regresiones obtenidas

LISTA DE ABREVIATURAS

ARESEP:	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos
CEPAL:	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CINPE:	Centro Internacional de Política Económica
CNFL:	Compañía Nacional de Fuerza y Luz
DSE:	Dirección Sectorial de Energía
EIA:	Energy Information Administration
ESPH:	Empresa de Servicios Públicos de Heredia
EU:	Unión Europea
GLP:	Gas Licuado de Petróleo
ICE:	Instituto Costarricense de Electricidad
INEC:	Instituto Nacional de Estadística y Censos
JASEC:	Junta Administrativa del Servicio Eléctrico de Cartago
KWh:	Kilovatio hora
MINAE:	Ministerio de Ambiente y Energía
MWh:	Megawatts hora
OLADE:	Organización Latinoamericana de Energía
UCR:	Universidad de Costa Rica
UNA:	Universidad Nacional de Costa Rica
UNDP:	United Nations Development Programm
UNEP:	United Nations Environment Programme - UNEP
WEC:	World Energy Council

RESUMEN

La tesis presenta un análisis de los efectos que el subsidio eléctrico residencial, para el caso del Instituto Costarricense de Electricidad, tiene en términos económicos, sociales y ambientales. Si los precios de la electricidad no reflejan correctamente el costo de proporcionar el servicio existe un subsidio, medido en relación al costo de proporcionar el servicio y el precio último que pagan los usuarios. En este sentido, el consumidor no posee señales claras sobre el costo del servicio, con cual, no lo utiliza de manera racional y eficiente, además de generar distorsiones económicas, sociales y ambientales.

Las estimaciones muestran la existencia de un subsidio, que en la forma en que se fija la tarifa, esta siendo capturado por sectores de ingreso que no lo necesitan o que cuentan con capacidad de pago. En este sentido, los análisis en cuanto a los efectos que el subsidio tiene en la distribución del ingreso muestran que el mismo no proporciona los resultados esperados.

Los efectos que en la cantidad demanda tienen la reducción o eliminación del subsidio, permite contar con una idea de los costos económicos y ambientales que el subsidio acarrea. Los costos ambientales se refieren tanto a las emisiones de dióxido de carbono como a los costos externos de la electricidad que el subsidio produce.

Los resultados demuestran que el subsidio eléctrico residencial no es eficiente ni eficaz, más bien genera una serie de distorsiones asociadas a las esferas económicas, sociales y ambientales. Con lo anterior, no se dice que el subsidio sea malo, sino más bien, que si se desea beneficiar al grupo económico de menores ingresos, puede hacerse subsidiando bienes o servicios que por sus resultados han demostrado ser más eficientes y eficaces. Una eliminación o reducción del subsidio, asociado a políticas adicionales, podría contribuir a mejorar el desempeño y la sostenibilidad del sector eléctrico Costarricense.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio, aborda la problemática que genera la incorporación de un subsidio en la tarifa eléctrica residencial del Instituto Costarricense de Electricidad. La investigación se basa en los efectos de carácter económico, social y ambiental que incorpora el subsidio eléctrico, así como las distorsiones que produce en cada una de esas esferas.

Si los precios de la electricidad no reflejan correctamente los costos de producir y proporcionar electricidad a los usuarios, debido a que la tarifa se encuentra subsidiada, el consumidor no tiene señales claras del costo de utilizar este servicio. Lo anterior contribuye a incentivar el consumo eléctrico excesivo y no utilizar la electricidad, en el caso residencial, de manera racional y eficiente.

La tesis se encuentra estructurada de la siguiente manera:

El Capítulo 1, presenta el abordaje teórico y metodológico de la investigación. Incluye los aspectos relevantes que justifican la importancia de realizar un estudio de los efectos que el subsidio eléctrico residencial, para el caso del Instituto Costarricense de Electricidad, tiene en términos económicos, sociales y ambientales. Se delimita el problema a investigar y se realiza una breve reseña tanto de los orígenes del subsidio como del estado actual y funcionamiento del mercado eléctrico Costarricense.

En el Capítulo 2, se estima el monto del subsidio, así como los efectos financieros del mismo. Los resultados obtenidos permiten, analizando los efectos que en la distribución del ingreso tiene el subsidio, establecer la eficiencia y eficacia del mismo, determinando si el subsidio esta siendo captado por quienes realmente lo necesitan.

El Capítulo 3, se realiza una estimación de la elasticidad precio de la demanda por electricidad. Lo anterior, con el objetivo de contar con un cálculo de lo implicaría la reducción o eliminación del subsidio en términos de la cantidad de energía que se demanda y los efectos económicos que dicha reducción implica.

En el Capítulo 4, se pasa revista a los efectos que el subsidio eléctrico tiene en términos ambientales. Por medio de estimaciones realizadas en otros estudios, se calculan los efectos, que en términos de emisiones de dióxido de carbono y costos externos, tiene el subsidio.

Finalmente, el Capítulo 5 presenta las principales conclusiones que se desprende de la investigación, así como las recomendaciones en materia de política económica para un desarrollo sostenible del sector eléctrico en relación a la estructura tarifaria vigente.

CAPÍTULO I: MARCO TEORICO METODOLOGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL SUBSIDIO

A continuación se presentan las herramientas teórico- metodológicas para la evaluación del subsidio eléctrico residencial en términos económicos sociales y ambientales. Las teorías y metodologías relevantes son expuestas y discutidas a la luz del modelo eléctrico del país.

Durante el Capítulo se limitan los alcances de la presente investigación, y se justifica la importancia que tiene realizar un estudio que determine los efectos del subsidio incluido en las tarifas eléctricas del sector residencial. La importancia del sector eléctrico para el desarrollo de cualquier país, implica que el mismo debe desenvolverse en un marco de equidad, igualdad de acceso y sostenibilidad económica y ambiental.

Se pasa a analizar el funcionamiento del mercado eléctrico nacional según su constitución y estructura, en términos de oferta y demanda. Además, del desenvolvimiento del dicho mercado bajo un esquema de regulación y la forma en que se fijan las tarifas bajo este esquema, para ello se pasa revista a los precedentes de la estructura tarifaria actual.

1.1 Justificación

El desarrollo eléctrico es un condicionante clave para el crecimiento y desarrollo económico de un país. Su importancia se expresa en la satisfacción de una serie de necesidades tanto de origen doméstico como industrial y comercial. La disponibilidad de energía permite a la población tener acceso a iluminación, cocción, calefacción, medios de comunicación, entre otros servicios y, por otro lado, le permite al sector industrial y comercial brindar a la población una gama de bienes y servicios necesarios para la satisfacción de sus necesidades, el crecimiento y desarrollo económico.

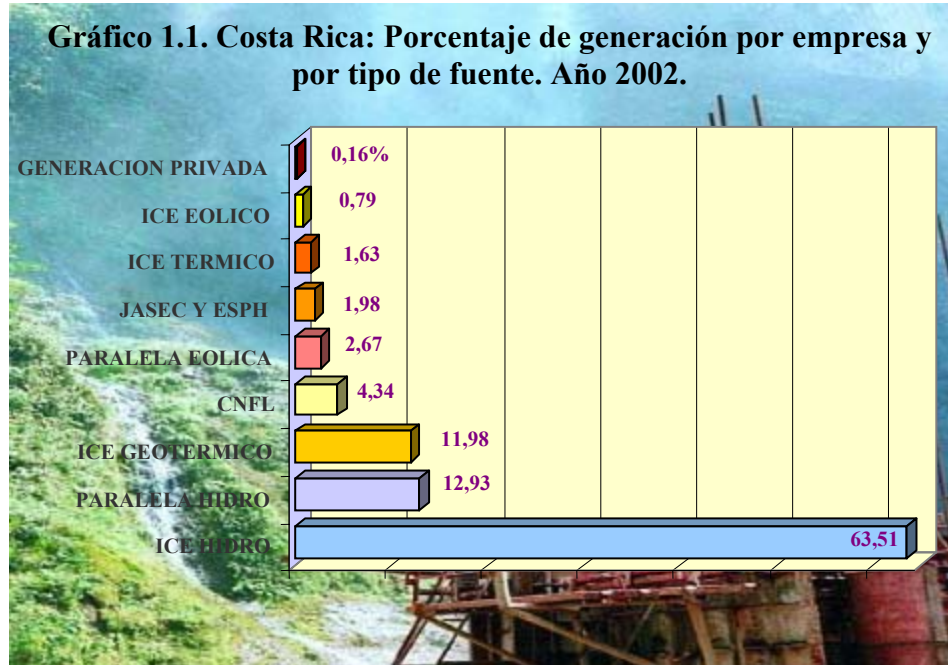
Los servicios que proporciona la energía ayudan a satisfacer las necesidades básicas de la población tales como la producción de alimentos, la provisión y el acceso a servicios de

salud, además de contribuir al desarrollo social habilitando las posibilidades educativas. La falta de acceso a energía fiable y económica mina el desarrollo económico y social en muchas partes del mundo hoy día. Se estima que unos dos billones de personas en todo el mundo no tiene acceso a formas comerciales de energía incluyendo la electricidad (UNEP, OECD-EIA, 2002).

En Costa Rica la producción de energía eléctrica se encuentra principalmente a cargo del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) quien posee aproximadamente el 81% de la capacidad instalada total del país y compra el resto a productores independientes, cooperativas y empresas municipales, realizando a su vez la venta de la misma. La institución tiene a su cargo la transmisión, distribución y comercialización de la electricidad, sin embargo, estas dos últimas también son realizadas por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), y la Junta Administrativa del Servicio Eléctrico de Cartago (JASEC), y las cooperativas de electrificación rural¹.

El siguiente gráfico presenta la estructura de generación para el año 2002. Para ese año se generaron aproximadamente 7 484 488 MWh, donde el ICE generó aproximadamente un 78% de la energía consumida. El 63,5% corresponde a energía generada por fuentes hídricas propiedad de ICE, el porcentaje restante se genera por medio de fuentes como la geotérmica (11,98%), térmica (1,63%) y eólica (0,79%) que son propiedad de la institución. La CNFL, subsidiaria de ICE, generó un 4,34% y las empresas JASEC y ESPH un 1,98%, la fuente de generación en los tres casos es la hidroeléctrica. Considerando los datos anteriores, se tiene que un 70% de la energía generada ese año provino de fuentes hídricas, excluyendo la generación hidroeléctrica privada que constituye casi un 13% para ese mismo año.

¹ Actualmente existen cuatro cooperativas de electrificación rural: Coopelesca, Coopeguanacaste, Coopeasantos y Coopealfaro, las cuales conforman el Consorcio cooperativo denominado CONELECTRICAS, dedicado a la generación eléctrica.



Fuente: Elaboración propia en base a datos DSE, 2002.

Por su parte la generación privada hidroeléctrica² y eólica representan el 12,9% y el 2,67%, respectivamente. Finalmente, un porcentaje muy pequeño de generación bajo la denominación de generación privada se refiere a energía producida principalmente por el Ingenio Taboga, aprovechando el bagazo de la caña de azúcar para generación. La participación de empresas privadas en la generación eléctrica es basada en fuentes renovables y en total representó para el 2002 aproximadamente un 15% de la generación total del país.

En materia de estructura de mercado, el sector eléctrico costarricense se compone por un oligopolio regulado en cuanto a generación eléctrica se refiere, un monopolio en transmisión y un oligopolio en distribución y comercialización, sin embargo, en el caso de la distribución podría decirse que existe una diferenciación de mercado y que cada empresa actúa en su nicho de mercado como un monopolio. Los precios de compra y venta de la electricidad son regulados por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), de acuerdo con lo que su Ley Constitutiva³ establece: “ARESEP fijará precios

² El porcentaje incluye los proyectos bajo el esquema BOT (construir, operar y transferir).

³ Ley #7593, artículo 5 capítulo 3.

y tarifas; además velará por el cumplimiento de las normas de calidad, cantidad, confiabilidad, continuidad oportunidad y prestación óptima” (Diario oficial la Gaceta, 1996)

En términos generales, las tarifas eléctricas son fijadas basadas en consideraciones de costos promedio, calculados tanto por tipo de fuente (hidro, geotérmica, térmica y eólica) como por etapa (generación, transmisión y distribución) y nivel de tensión (alto, medio y bajo). La determinación de tarifas hace que el precio finalmente fijado a los distintos sectores de consumo residencial, comercial e industrial sea distinto a ese costo promedio, generándose múltiples diferencias sectorial y regionalmente.

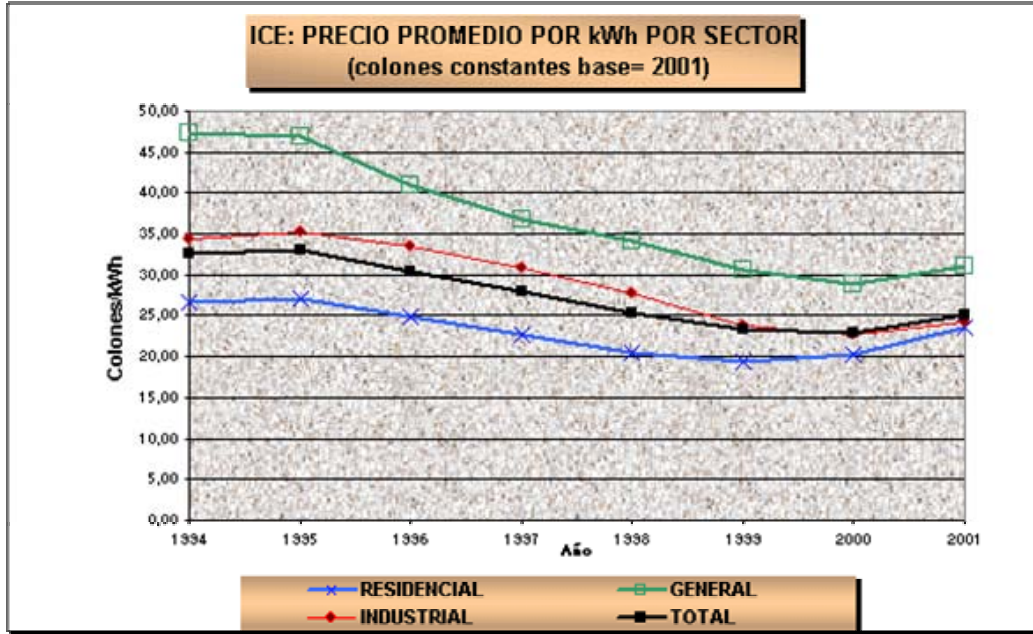
El precio de mercado que recibe el sector residencial, en promedio, es inferior al costo unitario del sector en lo que a generación, transmisión, distribución y comercialización de la electricidad se refiere, con lo cual existe un subsidio a lo interno del sector que podría definirse como el diferencial entre el costo medio o marginal y el precio que recibe dicho sector. Además existen subsidios dentro del mismo sector según los bloques de consumo, cuya justificación es el beneficiar a la clase de más bajos ingresos.

Por su parte, existe también un subsidio cruzado entre sectores, pues mientras el sector residencial recibe un precio más bajo que el costo unitario del sector, contrario al sector comercial e industrial quienes reciben un precio de mercado más alto respecto a su respectivo costo unitario. De igual forma se presentan diferencias a nivel sectorial al interior de las escalas de consumo y dependiendo de las características del consumo.

El gráfico 1.2 muestra la evolución del precio promedio de la electricidad desde 1995 – 2001 en términos reales por sector. En términos generales, durante todo el período el sector industrial y general presentan un mayor precio promedio en comparación al residencial, por lo que el costo medio de producción de la energía debería situarse, aproximadamente, entre el precio que recibe el sector industrial y general en su conjunto y el sector residencial, de allí que se diga que existe un subsidio cruzado. La brecha ha venido reduciéndose significativamente como parte del proceso de convergencia tarifaria que trata de ajustar las

tarifas de todos los sectores de manera que reflejen el costo económico real de producción de la electricidad. Esto está mediado por la tensión a que se distribuye.

Gráfico 1.2. ICE: Precio promedio de la electricidad por kWh por sector. Período 1994 - 2001



Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad, 2001

En un sistema donde los precios de mercado de la electricidad no corresponden a los costos reales, pueden aparecer una serie de distorsiones que atentan contra un desarrollo equilibrado y sostenible del sistema. Por un lado, se originan cambios en las decisiones de consumo de los agentes, que pueden estar favoreciendo incrementos en el consumo residencial y distorsiones en la asignación de recursos para el caso de las empresas industriales y comerciales. Por ejemplo, algunas industrias intensivas en energía eléctrica podrían no instalarse o producir en escalas no óptimas, motivadas por esta situación de precios.

Según la teoría económica, se da una asignación ineficiente de recursos sacrificando recursos que podrían emplearse en otras actividades. Desde un punto de vista social, dichos subsidios no necesariamente llegan a quienes realmente los necesitan y, más bien, podrían

estar contribuyendo a niveles de consumo excesivos; lo cual obliga a incrementar la capacidad de generación del sistema.

Finalmente, en ese sentido, los impactos del aumento en la demanda eléctrica repercuten en el ambiente, pues es necesario sacrificar más recursos naturales para obtener mayor energía. En algunos casos se puede recurrir a fuentes renovables con un menor impacto pero en otros, es necesario recurrir a la generación térmica que se basa en diesel o búnker, que no solo genera gases contaminantes sino también afecta la balanza comercial debido al aumento en la importación de hidrocarburos para este propósito. Otras alternativas implican recurrir a la energía hidroeléctrica de gran escala, la cual tiene múltiples impactos negativos, proporcionalmente mayores a los proyectos en mediana o pequeña escala (emisión de gases, pérdida de biodiversidad, desplazamiento poblacional, etc).

Por las razones antes mencionadas, el estudio del impacto económico, social y ambiental del esquema de subsidios a los precios de la electricidad es de suma importancia para un desenvolvimiento equilibrado del sector eléctrico costarricense. Lo anterior podría dar importantes señales y ajustes en la política de precios del sector energía, tendientes a mejorar la sostenibilidad del sector eléctrico.

1.2 Antecedentes

El proceso de creación de los subsidios al sector eléctrico surge a partir de una estructura tarifaria que se creó a finales de la década de los setenta e inicios de los ochenta, durante la crisis económica de esos años, con lo cual se pretendía beneficiar a los grupos socioeconómicos de menores ingresos. Por varios años se han realizado sucesivas modificaciones en los pliegos tarifarios, sin hacer explícitos estos subsidios ó realizar una revisión adecuada del objetivo del mismo y de los grupos a quienes esta llegando.

De tal manera, a partir de una estructura de precios dada, se han dado sucesivos incrementos tarifarios, los cuales afectan en mayor proporción a las tarifas de los sectores

industrial y comercial, en relación con las tarifas del sector residencial, sin calcular el costo de prestar el servicio de cada uno de los sectores (Barrantes, 2000), y contar con una tarifa que refleje correctamente los costos de la electricidad para cada sector.

Los subsidios en la tarifa eléctricas están permitidos (Art. 12, 14g y 31; de la Ley 7593) siempre que cumplan una serie de requisitos entre los que están: que se garantice el equilibrio financiero global de las empresas prestatarias del servicio público y se deben fundamentar en los criterios de equidad social definidos en el Plan Nacional de Desarrollo (Barrantes, 2000)

Pocos son los estudios que consideran el efecto de un impacto en las tarifas vía eliminación o reducción del subsidio. Se evidencia un marcado desconocimiento acerca del impacto futuro de las reformas en áreas como el ambiente, eficiencia económica y seguridad del sistema y, sobre todo, del impacto sobre la distribución del ingreso vía cambio en las tarifas y calidad del servicio (Vargas, 2002). Si bien existen distintas razones que podrían justificar tarifas inferiores en algunos segmentos de mercado, los subsidios para las familias más pobres y pequeñas o compañías de tamaño medio generalmente no llegan a su destino o repercuten muy poco en su estructura de gasto, por lo que pueden incrementar la demanda aumentando el impacto ambiental en el sistema (Vargas, 2002).

En cuanto a los análisis realizados en términos del impacto vía distribución del ingreso, se permite establecer que la política de subsidios, evaluada por su eficacia y eficiencia distributiva, no ha producido los efectos esperados. De acuerdo con un estudio realizado en 1996, el subsidio se ha distribuido en forma regresiva y éste no ha producido cambios significativos en la distribución del ingreso (Acuña y Singh, 1996), pero aún así, el sistema de precios sigue sin modificarse en su forma sustantiva.

En uno de los informes presentados por el Banco Mundial, durante el año 2002, se discute el hecho de que el diseño defectuoso de muchos de los subsidios existentes hoy en día, hace que en algunos casos hasta un 80% de estos subsidios favorezcan a hogares que están muy por encima del nivel de pobreza, mientras que el 80% de los hogares pobres no recibe el

subsidio, esto ya sea porque no tienen acceso a electricidad o porque sus consumos son muy bajos (Estache, *et al*, 2001).

En las solicitudes tarifarias realizadas por ICE a ARESEP, se alude a que la estructura tarifaria vigente no es congruente con los objetivos de conservación y uso eficiente de la energía que la misma institución ha propuesto. Las tarifas deberían dar una señal más clara al cliente de lo que se espera de su comportamiento como consumidor. En este sentido, las tarifas no colaboran con la estructuración de una demanda más racional.

En el entorno anterior y considerando la importancia relativa que presenta el sector residencial dentro de la demanda eléctrica (Ver Cuadro 1.1), si la actual política de fijación de precios no estuviese cumpliendo con los objetivos esperados en cuanto a eficiencia distributiva y eficiencia económica, en ese sentido se atenta contra un desarrollo sostenible del sector.

Las ineficiencias generadas pueden estar fomentando patrones de consumo excesivos, con sucesivos efectos en diferentes aristas. Por esto, es necesario un análisis que permita establecer, por un lado el impacto en esas tres esferas (económico, social y ambiental) y, por otro, obtener claras recomendaciones en materia de política económica como insumo para los tomadores de decisiones en materia energética del país. De tal forma, que sea posible contar con un sistema energético que garantice equidad, eficiencia, calidad y seguridad del servicio.

El Cuadro 1.1, presenta algunas variables relacionadas al consumo de energía por sector durante el año 2002, en especial se intenta mostrar el peso relativo que tiene el sector residencial sobre la demanda de energía con respecto a los otros sectores.

La mayor cantidad de clientes lo posee el sector residencial, que equivale a un 88% del total de clientes, estos a su vez, demandaron aproximadamente el 43% (2.720.756 MWh) del total de la energía vendida para el 2002. Seguidamente, el sector general e industrial demanda cada uno el 25% (1.608.379 MWh) y 29% (1.859.415 MWh), respectivamente. El

sector con la menor demanda de energía se refiere a alumbrado público que alcanzó un 3% (161.047 MWh) de la energía demanda en el período. Además, en promedio, cada sector recibe un precio para la electricidad distinto siendo menor en el sector residencial y mayor para el sector general.

Cuadro 1.1. Costa Rica: Variables relacionadas con el consumo de energía eléctrica por sector. Período 2002

<i>Variables</i>	Sectores de consumo				
	<i>Residencial</i>	<i>General</i>	<i>Industrial</i>	<i>Alumbrado Público</i>	Total
Clientes (promedio anual)	989.106	128.348	11.368		1.128.822
Ventas en MWh	2.720.756,0	1.608.379,0	1.859.415	161.047,0	6.349.597,0
KWh/clientes	2.751	12.531	163.566		5.625
Colones/KWh	22,9	33,4	25,8	28,5	26,0

Fuente: ICE, 2002.

1.3 Problema

Si los precios de mercado de la electricidad no reflejan correctamente el costo de producción de la energía, esto porque, específicamente de manera parcial en el sector residencial, el precio de mercado es inferior al costo promedio de generación, transmisión, distribución y comercialización en su totalidad, evidentemente existe un subsidio.

La existencia en el sector residencial de un subsidio en forma en que se fija la tarifa, de manera que ésta no refleja el costo real de brindar el servicio, genera una serie de distorsiones económicas en lo que a la asignación de recursos se refiere, esto implica distorsiones de precio y éstos no proporcionan señales correctas a todos los sectores de la economía.

La justificación de dirigir el subsidio hacia quienes realmente tienen menor capacidad adquisitiva podría no ser realmente lo correcto, pues en muchos casos estos subsidios los capturan sectores de ingresos más altos. Siempre se ha considerado que los sectores de ingresos más bajos consumen menos como una razón para premiar el menor consumo con una menor tarifa. Sin embargo, si se consideran factores como el mayor número de

miembros de sus familias, la mayor permanencia de los miembros en la vivienda, la carencia de artefactos eléctricos de eficiencia energética y el menor grado de educación o concientización sobre el uso racional de la energía, en comparación al menor número de miembros, la menor permanencia en el hogar, la mayor disponibilidad de artefactos de alta eficiencia energética y el mayor grado de educación que se da en los hogares de mayores ingresos, posiblemente no sea un buen parámetro para establecer un subsidio y pueda ser una de las razones por las cuales el subsidio no llegue a los sectores de menores ingresos.

Para el caso del subsidio eléctrico, posiblemente favorece un mayor consumo eléctrico teniendo un claro impacto en el medio, ya que el consumidor al no tener señales claras sobre el verdadero costo de la prestación del servicio, no realiza un uso racional y eficiente del mismo.

Entre los impactos al ambiente se podrían considerar, por ejemplo, las emisiones de CO₂ al tener que operar plantas térmicas durante las horas pico, pero también debería considerarse que si la demanda eléctrica ha crecido un 6% en los últimos 10 años, es necesario nuevos proyectos hidroeléctricos, o de otra índole, con impactos importantes sobre el medio. Al estar el sector eléctrico en manos públicas, las inversiones que se requieren para cubrir el crecimiento de la demanda desplazan otras inversiones, en sectores como salud, transporte, educación, entre otros; con lo que el costo de oportunidad es aún mayor. De ahí la necesidad de proporcionar señales adecuadas para un uso eficiente y racional del recurso.

Ahora bien, resulta clave conocer con claridad las consecuencias que dicho subsidio pueden estar generando en términos económicos, sociales y ambientales. En este sentido la investigación pretende contestar a la pregunta: ¿Cómo un cambio en las tarifas del sector residencial vía una reducción o eliminación del subsidio puede afectar la eficiencia económica, la eficiencia distributiva y el desempeño ambiental?

Un subsidio se define como la diferencia entre el precio que los consumidores pagan y el precio que los productores ofrecen (Call y Holahan, 1983). En nuestro caso, para el sector residencial es la diferencia entre el costo promedio de la electricidad y el precio que

realmente están obteniendo los consumidores residenciales. Éste es un subsidio de tipo indirecto pues los consumidores no están percibiendo una cantidad determinada de dinero para cubrir su gasto en consumo de electricidad, sino más bien, dependiendo del bloque y estructura de consumo pagan una tarifa diferenciada menor al costo promedio de producción. De tal manera el subsidio permite incrementar el ingreso familiar disponible, dedicando una mayor proporción del ingreso al consumo de otros bienes o bien a un mayor consumo de electricidad.

El problema no es que el subsidio sea malo, lo que sucede es que existen bienes o servicios que pueden subsidiarse obteniendo resultados que sean eficientes en términos sociales, esto por su resultado, magnitud e impacto en el desarrollo, pero por otra parte, otros podrían provocar efectos no deseados o no proporcionar señales claras a los agentes económicos. Es por esto, que resulta de interés evaluar las consecuencias de los subsidios eléctricos presentes en la estructura tarifaria residencial.

Si el subsidio tiene como objetivo reducir la brecha social o favorecer al grupo socioeconómico de menores ingresos; está claro en estudios previos, que existen sectores tales como educación y salud, donde este tipo de subsidios han demostrado tener ser más eficientes en términos distributivos.

A manera de ejemplo, según las tarifas vigentes en el 2000, para el sector residencial de ICE, los primeros 200 KWh cuestan ¢14/KWh, mientras que el costo marginal de estos KWh es de ¢25,81 (U.S. \$ 0,0866/KWh) y el costo contable promedio fue de ¢19,98 por KWh durante el año 1998 (equivalente a U.S. \$ 0,0777/KWh) (Barrantes, 2000).

Lo anterior, implica que para los abonados de bajo consumo (menos 200KWh/mes) tienen un subsidio del 46% con respecto al costo marginal de prestar el servicio. Si por otra parte, se toma como referencia el costo contable real disponible actualizado a 1999 y se establece un costo promedio contable igual para todos los sectores y niveles de ¢ 23,15/KWh, se concluye que el ICE esta subsidiando a todo abonado con consumos inferiores a 518 KWh/mes lo que representa el 98% de sus abonados residenciales. Por último, si se toma

como referencia el costo marginal de ICE para el sector residencial de ¢ 25,81/KWh, el subsidio alcanza incluso a aquellos abonados con consumos inferiores a 710 KWh/mes, lo que representa más de un 99% de sus abonados residenciales (Barrantes, 2000).

Por su parte, el subsidio eléctrico no ha producido cambios significativos en la distribución del ingreso (Acuña y Singh, 1996). Por tanto, es posible que sea más beneficioso dirigir subsidios a otros sectores como, por ejemplo, salud o educación, donde la última se presenta como una oportunidad a las familias de escasos recursos y es una actividad que a largo plazo genera una gran rentabilidad, contribuyendo con claridad al aumento de las capacidades y destrezas de la población.

En términos generales, la existencia de un subsidio y su poco o nulo impacto social, por un lado genera una serie de distorsiones económicas importantes en cuanto a precios, ingreso e inversión del estado, por otra parte, tiene una serie de consecuencias en términos ambientales.

Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el impacto económico, social y ambiental de una reducción o eliminación del subsidio presente en las tarifas eléctricas del Instituto Costarricense de electricidad para el sector residencial, tomando como referencia el año 2002.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ◆ Cuantificar el valor del subsidio residencial para una fijación tarifaria del ICE reciente.
- ◆ Determinar la elasticidad precio de la demanda de largo plazo, por electricidad del sector residencial servido por el ICE.

- ◆ Determinar el efecto sobre la distribución del ingreso de la reducción o eliminación del subsidio.
- ◆ Cuantificar el impacto en emisiones de CO₂ evitadas que tendría la eliminación del subsidio.
- ◆ Elaborar recomendaciones de política económica para una tarifa eléctrica consistente con la sostenibilidad del sector.

1.4 Marco teórico metodológico

El propósito del marco teórico metodológico es presentar una guía para el análisis de la evaluación del subsidio eléctrico en las tarifas residenciales y las consecuencias de una posible reducción o eliminación del mismo. En primer lugar, se presenta la forma en que funciona el modelo de mercado monopolista, en particular en el caso de un monopolio natural, pasando revista a la teoría de la regulación, las razones para la intervención del Estado y la fijación de precios para el sector eléctrico en el caso de un monopolio natural regulado, tal como podría entenderse para el caso de Costa Rica. Además, lo anterior servirá de base para un análisis del impacto económico que genera la presencia de un subsidio eléctrico en la tarifa residencial, en términos de eficiencia y asignación de recursos.

El apartado incluye un análisis de los diferentes aspectos de la teoría de la demanda, consumo y elasticidades precio de la demanda, ya que la estimación de las elasticidades es de gran importancia para calcular el impacto de una eliminación o reducción del subsidio en el consumo de electricidad. Además, se posibilita analizar los efectos en la distribución del ingreso por deciles, para considerar los efectos de la reducción o eliminación del subsidio en el sector residencial.

Posteriormente, se procede a evaluar el beneficio o pérdida ambiental de la reducción en el consumo, ya que se mantiene la hipótesis de que si los precios proporcionan señales correctas en lo que respecta al costo de la energía, el usuario puede modificar su

comportamiento a favor de un menor consumo. Para lo anterior se pasa revista a algunas de las estimaciones realizadas para la estimación de los costos externos de la energía. Paralelamente, a la luz de las teorías relevantes se analizará el impacto del sector energético en el medio y como los patrones actuales de consumo no conllevan a un desenvolvimiento sostenible del sector.

1.4.1 Teoría del monopolio

Para el caso del mercado eléctrico nacional cada vez más tiende a considerarse un oligopolio en generación y un monopolio en lo que a venta de energía se refiere. La venta esta a cargo de ICE, quien figura a la vez como el único comprador (monopsonio), y aunque participan varios actores en la etapa de generación, la mayor parte sigue estando a cargo de ICE. De allí que se le refiere casi siempre como un monopolio natural.

El monopolio se refiere a una estructura de la industria en la que hay solo una empresa (Varian, 1994). Esta empresa vende un bien para el cual no hay sustitutos cercanos (Salvatore, 1983). Al existir una sola empresa, ésta elige el precio y deja que los consumidores decidan la cantidad que desean a ese precio, el monopolista tiene pleno control sobre el precio.

Varios son los factores que influyen para el establecimiento y permanencia de una empresa monopolista. Primero, el control de las fuentes de materias primas que se requieren para la producción, que en el caso costarricense se refiere a toda la infraestructura en términos de generación y transmisión, que con el paso de los años ha logrado el ICE.

En segundo lugar, el uso de patentes o derechos de propiedad sobre el bien o servicio. Aunque no existe precisamente una patente para el sector eléctrico nacional, si existe una fuerte regulación que impide el acceso a la industria para la compra y venta de energía⁴.

⁴ Mediante la creación de la Ley 7200, a inicios de los noventa, se restringe la entrada al mercado eléctrico en el caso de la participación privada o la co-generación por medio de fuentes renovables, antes de ésta Ley no existía ninguna restricción de ingreso al mercado. En la actualidad aproximadamente un 15% de la energía es generada por productores privados.

En tercer lugar, la presencia de economías de escalas que se da cuando una empresa tiene costos fijos muy altos, mientras los costos marginales de una unidad adicional de servicio son muy bajos. La función de producción puede estar caracterizada por costos medios decrecientes a medida que aumenta la cantidad del producto, esto es, por una curva de largo plazo con pendiente negativa (Call y Holahan, 1983). Los monopolios naturales existen dado estas características especiales en sus funciones de producción. La existencia del monopolio natural depende del rango de economías de escala en relación al tamaño de la demanda de mercado. En particular, un monopolio natural existe en la producción de un bien solo si las economías de escala se dan en un rango de producto suficientemente grande con relación a la demanda, como lo es el caso de la transmisión en el sector eléctrico.

Otras de las razones que se mencionan para la existencia del monopolio, es la insipiencia de la industria, por lo que solo soporta un productor, además de las regulaciones gubernamentales o la colusión⁵.

1.4.2 Fijación de precios en el monopolio

La principal diferencia entre una empresa monopólica y una competitiva⁶ estriba en las curvas de demanda a que se enfrentan las dos empresas. Las empresas competitivas se enfrentan a una curva de demanda perfectamente elástica, esto implica que no tienen influencia en la determinación del precio, por lo que deben ajustar su producción considerando dado este parámetro. Por su parte, el monopolista enfrenta una curva de demanda de la industria como único vendedor en la misma, por ello, debe fijar su volumen de producción dentro de los límites que establece la demanda del consumidor.

En presencia de un monopolio, este debe igualar ingreso marginal y costo marginal para maximizar sus utilidades (Ver gráfico 1.3), definiéndose así un nivel de producción óptimo.

⁵ La colusión aparece cuando varias empresa deciden coordinar sus decisiones de precios y producción, con el propósito de dominar el mercado.

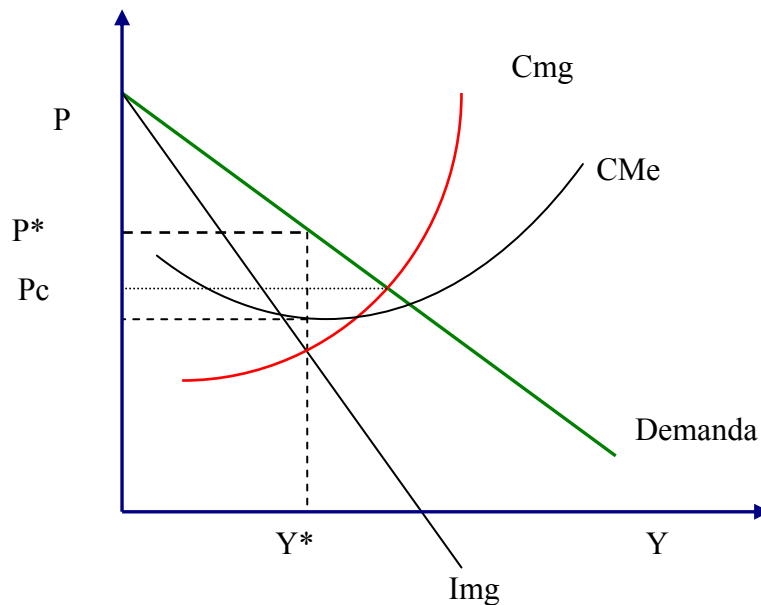
⁶ Se refiere a una estructura de mercado donde hay muchos oferentes, el producto es homogéneo y las empresas son precio aceptante ya que cada una de ellas es tan pequeña en relación al mercado que no puede influir en el precio.

No obstante, dado que el monopolista enfrenta la curva de demanda de la industria, tiene que bajar su precio para vender más producto, por lo que en el monopolio el precio no puede ser igual al ingreso marginal (Call y Holahan, 1983).

La regla de maximización de utilidades para el monopolista es que el precio sea mayor al ingreso marginal. El monopolista selecciona el nivel de producción para el cual el ingreso marginal es igual al costo marginal y, simultáneamente, fija un precio para equilibrar el mercado según las restricciones que le impone la demanda.

El monopolista cobra el precio máximo que puede percibir a este nivel (P^*) y obtiene un ingreso de $P^*(Y^*)$ del que restando el coste medio total se obtiene el área de beneficio para la empresa.

Gráfico 1.3 Fijación de precio en un mercado monopolista



Las empresas monopolísticas actúan en el punto en que el precio es mayor al costo marginal. Por lo tanto, el precio es más alto y el volumen de producción es menor si se compara con los mercados competitivos (Varian, 1994). Por tal razón, los consumidores disfrutan de un bienestar menor en las industrias monopolísticas que en las competitivas, por lo que en un mercado competitivo el precio se iguala al costo marginal siendo menor

(Pc) y obviamente el nivel de producción mayor. De tal forma, el reconocimiento de la tendencia inevitable hacia la monopolización en las eléctricas, ha significado que desde su historia temprana, en la mayoría de los países exista regulación estatal o nacionalización total de esos monopolios (Bannock, *Et al*, 1998, en Girón, 2000).

1.4.3 Monopolio Natural y regulación

Un monopolio natural es una industria en la cual se da la presencia de economías de escala, que es la tendencia de un costo medio decreciente a lo largo de la producción de la firma. Usualmente, se presenta en el caso de los bienes públicos⁷, como la transmisión de electricidad por ejemplo, ya que la tecnología comporta costos fijos muy elevados y el suministro de unidades adicionales un costo marginal muy pequeño.

Usualmente existe monopolio natural en la producción de un bien cuando la función de costos exhibe subaditividad para las cantidades demandas. Es decir, cuando una sola firma es capaz de producir la cantidad que se demanda del bien en cuestión, a un costo menor o igual al que tendrían dos o más firmas.

La teoría económica nos dice que el nivel de producción de una industria eficiente en el sentido de Pareto⁸, es aquel en el que el precio es igual al coste marginal, pero por su parte, el monopolista produce en el punto donde el ingreso marginal es igual al coste marginal y, por tanto, produce demasiado poco.

Si no es conveniente permitir que un monopolio natural fije un precio monopolístico, debido que es ineficiente desde el punto de vista de Pareto y que también es poco viable obligarle a producir al precio competitivo porque en la mayoría de los casos obtendría beneficios negativos. La mayoría de los monopolios naturales son regulados o gestionados por el Estado y, en otros, suministrados por empresas privadas reguladas por el Estado.

⁷ Existen bienes que o no son suministrados por el mercado, o si lo son, la cantidad suministrada es insuficiente. Estos son los denominados bienes públicos puros, que presentan dos características básicas: la no rivalidad y la no exclusión, no es viable racionar su uso y tampoco deseable (Stiglitz, 1988).

⁸ Una situación de eficiencia económica desde el punto de vista económica se define por el criterio de óptimo de Pareto, que es una situación la cual no puede cambiarse sin que se perjudique al menos a una persona.

1.4.4 Eficiencia económica e intervención del Estado

En el marco del equilibrio parcial, un mercado competitivo lleva a una asignación eficiente en el sentido de Pareto, mientras que un monopolio no es eficiente según el mismo criterio. Las asignaciones de recursos, que tienen la propiedad de que no es posible mejorar el bienestar de ninguna persona sin empeorar el de alguna otra, se dice que son eficientes en el sentido de Pareto (Stiglitz, 2000).

Un conjunto de cambios dentro de la economía, respecto a la manera en como se asignan los recursos, pueden constituir una mejora de Pareto, aunque cada uno por separado no lo constituya. La eficiencia definida en este sentido, tiene la propiedad de ser *individualista*, pues se ocupa solo del bienestar individual, no le preocupa el bienestar relativo de las diferentes personas, tampoco le preocupa la desigualdad, lo que cuenta es la *percepción* que tiene cada persona de su propio bienestar⁹ (Stiglitz, 2002).

La piedra angular en las recomendaciones de la economía en cuanto a la intervención del Estado, se encuentran en los teoremas del bienestar, los mismos se deducen en un marco de equilibrio general (Pereira, 2002).

El primer teorema argumenta que la competencia lleva a la eficiencia (con muy poco requisitos de información), es decir, toda economía que sea competitiva es eficiente en el sentido Paretiano. Por su parte, el segundo teorema argumenta que si lo que preocupa es la distribución, no es necesario renunciar al mercado como mecanismo para lograr eficiencia, siempre que se pueda tener otros mecanismos. Hay muchas distribuciones eficientes en el sentido de Pareto. Toda asignación de recursos eficiente en el sentido de Pareto puede conseguirse a través de unos mercados competitivos con una distribución inicial de la riqueza. El segundo teorema implica que todas y cada una de las asignaciones eficientes en

⁹ Éste último considerando se denomina: Principio de soberanía del consumidor, según el cuál los individuos son los que mejor pueden juzgar sus propias necesidades y deseos, quienes saben que es lo qué redundará en su propio beneficio.

el sentido de Pareto, pueden alcanzarse por medio de un mecanismo descentralizado de mercado.

Existe una serie de condiciones en las que los mercados no son eficientes o fallan y se justifica la intervención del Estado, por ejemplo:

- *El fallo de competencia:* Son varias las razones por las cuales la competencia puede ser limitada. Cuando los costes medios de producción disminuyen a medida que una empresa produce más, en este caso, las grandes empresas tienen una ventaja competitiva frente a las pequeñas. Puede haber incluso un monopolio natural, situación en la que es más barato que una empresa lo produzca todo. Incluso cuando no hay monopolio natural, puede ser eficiente que sólo haya unas cuantas empresas (Stiglitz, 2000).
- *Bienes Públicos:* El hecho de que los mercados privados no suministren bienes públicos o suministren demasiado poco justifica muchas de las actividades del Estado (Stiglitz, 2000). Los sectores de servicios públicos son caracterizados por ser de consumo masivo por parte de la población, requerir importantes costos de inversión (costos fijos) y la inversión es específica. La primera característica los hace ser completamente sensibles, las otras los hacen sensibles a comportamientos oportunistas (Pereira, 2002).
- *Presencia de externalidades:* Siempre que hay actividades que generan externalidades, la asignación de recursos que realiza el mercado no puede ser eficiente. Como no recae sobre los individuos la totalidad del coste de las actividades negativas que generan, las realizan en exceso (Stiglitz, 2000).
- *Mercados incompletos:* Se presentan cuando los mercados privados no suministran un bien o servicio, aún cuando los costes de suministrarlo sea inferior a los que los consumidores están dispuestos a pagar. Esto implica que hay una demanda insatisfecha.

- *Fallos de información:* La intervención del Estado se justifica en este caso porque los consumidores tienen información incompleta y por la convicción de que el mercado suministra por sí solo poca información.
- *La distribución de la renta:* El hecho de que la economía sea eficiente en el sentido de Pareto, no nos dice nada de la distribución de la renta, los mercados pueden generar una distribución de la renta muy desigual (Stiglitz, 2000). Una de las actividades del Estado en ese sentido es redistribuir la renta, que es el propósito de algunos programas sociales de transferencias.

Las causas de fallos de los mercados impiden que la economía sea eficiente si no interviene el Estado, es decir, la economía de mercado si se deja sola no es óptima en el sentido de Pareto (Stiglitz, 2000).

La intervención pública se recomienda cuando hay fallas de mercado y poder de mercado, este último caso tiene dos aspectos; las políticas de competencia y la regulación en sectores específicos de servicios públicos y en especial monopolios naturales.

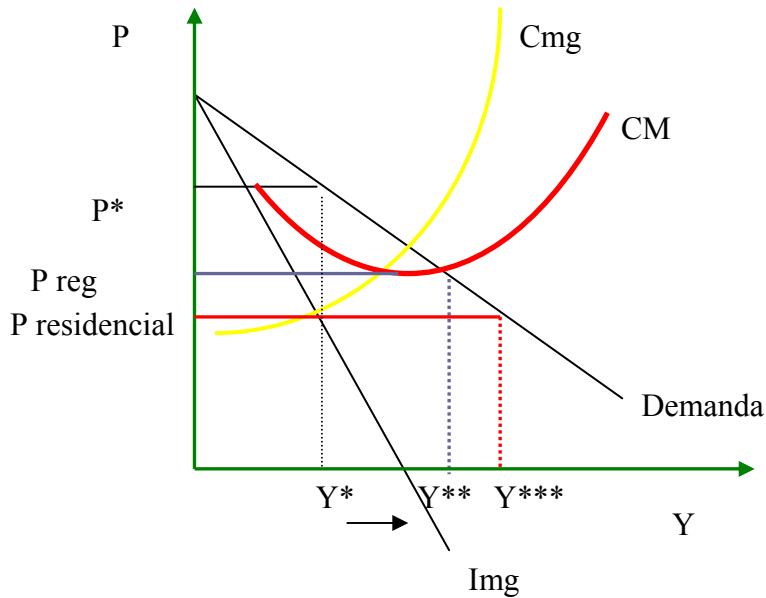
De tal forma, las políticas de regulación se presentan cuando existen fallas de mercado, o en el caso de bienes públicos, y cuando estos mercados no funcionan bajo el paradigma de competencia perfecta. Esto implica que existen externalidades y, por lo general, los mercados no cuentan con un número grande de oferentes y compradores. Existen barreras a la entrada y salida, tanto oferentes como compradores no cuentan con la información completa y conocimiento relevante para tomar sus decisiones de producción y consumo en productos que no son generalmente homogéneos (CEPAL, 2001).

1.4.5 Regulación y fijación de precios

La regulación permite fijar un precio distinto al del monopolista. Para el caso costarricense, la ARESEP fija las tarifas eléctricas y lo hace en consideraciones de costos medios. El precio (P regulado) que recibe el usuario es más bajo y la cantidad demanda mayor (Y^{**}) (Ver gráfico 1.4). Si debe producir en el nivel en el que el precio es igual al

coste medio, cubre sus costos, pero produce demasiado poco en relación con lo que será eficiente para un monopolio (Varian, 1994), esto sería un precio P^* y una cantidad Y^* . Según la teoría económica si se le obligara a producir donde costo marginal es igual al precio, la empresa cerraría pues no cubriría sus costos de producción.

Gráfico 1.4. Fijación de precios mediante regulación en un monopolio natural



Los gobiernos tienen a disposición dos mecanismos básicos de intervención, uno es a través de los precios, imponiendo impuestos en actividades económicas o en productos con el objeto de influenciar en el comportamiento de los agentes económicos, y el otro es mediante el control directo del comportamiento de los agentes económicos, donde la regulación forma parte de este último grupo.

La hipótesis que se mantiene es que para los distintos bloques residenciales de consumo, el precio que recibe el sector residencial en promedio, es inferior al costo medio de producción. Lo cual implica un mayor consumo de energía (Y^{***}), dado el subsidio que representa y genera una serie de distorsiones, tanto a lo interno como a lo externo del sector.

Para calcular el subsidio, lo que se pretende es la utilización de los costos medios o marginales de todo el sistema eléctrico, para el ICE, durante el año 2002. Es decir, considerar los costos medios o marginales en cada etapa del proceso: generación, transmisión, distribución y comercialización, para así obtener un promedio del costo económico de la electricidad.

Aunque es difícil contar con estimaciones sobre los costos marginales de suministrar un kilovatio adicional, ya que éstos varían según las estaciones, las horas del día y hasta cada minuto, fue posible conseguir los mismos por bloque de consumo para el año 2002. Según entrevistas realizadas (Barrantes, 2003; Jiménez, 2003) no existe diferencia muy significativa entre emplear tanto los costos marginales como los costos promedio. Sin embargo, el ICE ha realizado algunos estudios en esta materia.

El segundo paso para calcular el subsidio es obtener la información de las tarifas eléctricas residenciales. Para esto es necesario conocer el pliego tarifario para los diferentes bloques de consumo en el caso del ICE. Para 2002 existían en el caso del sector residencial, tarifas diferenciadas en tres bloques, el primero se refiere al consumo de los primeros 200KWh, el segundo a los siguientes 100KWh y el tercero hace referencia a los consumos superiores a 300 KWh. El subsidio, de esta manera es el resultado de la diferencia entre el costo económico del sistema y los precios que el sector residencial del ICE recibe, ya sea como un todo o mediante una tarifa promedio o desagregado por bloque de consumo.

1.4.6 Demanda y elasticidades

La elasticidad es una medida que nos permite obtener un cálculo de la respuesta en la cantidad demandada ante cambios en el precio del bien, el ingreso o el precio de los otros bienes. La elasticidad precio de la demanda es la variación porcentual de la cantidad dividida por la variación porcentual del precio (Varian, 1994). La elasticidad de la demanda es negativa, dada la relación inversa que existe entre precio y cantidad.

Si un bien tiene una elasticidad, en términos absolutos, de demanda mayor a uno se dice que es elástica, si es menor a uno inelástica y si es igual a uno es unitaria. Una curva de demanda elástica es aquella en la que la cantidad demandada es muy sensible al precio. Por el contrario, si es muy inelástica la cantidad demandada varía muy poco ante cambios en el precio. Si es unitaria varía en la misma proporción que el cambio en el precio.

La elasticidad de la demanda de un bien depende de la cantidad de sustitutos cercanos que éste tenga, a mayor cantidad de sustitutos más elástica es la elasticidad precio de la demanda del bien.

El consumo de energía de las familias depende, básicamente, del precio de los bienes energéticos y otros relacionados, del ingreso familiar, de la tenencia de activos que usan energía, y de otra índole (Leiva Carlos, 1992).

En el sector eléctrico residencial la elasticidad precio de la demanda tiende a ser muy inelástica, y las variaciones de la demanda vía cambios en los precios tiende a desaparecer en un periodo relativamente corto de tiempo, de no ser que se acompañen de otro tipo de políticas. Así mismo, los efectos de cambios en el precio se perciben del lado de la demanda de manera rezagada, es decir, el cambio en la cantidad demanda no ocurre de manera inmediata ante cambios en los precios.

Con la estimación de la elasticidad precio de la demanda por electricidad en el sector residencial, lo que se busca es encontrar que sucede cuando el precio o la tarifa de mercado varía, vía una reducción o eliminación el subsidio manteniendo el resto de los factores constantes, o sea, el precio de otros bienes relacionados (sustitutos o complementarios), así como otros determinantes que afectan la demanda de electricidad residencial.

La demanda eléctrica es más difícil de especificar que la de otros bienes, dado que la tarifa marginal depende del nivel de consumo. En teoría, deberían tomarse en cuenta las tarifas de cada estrato de consumo. El precio tiene una relación inversa con el consumo eléctrico y reacciona positivamente ante aumentos en el ingreso.

Para la estimación de la elasticidad, es necesario la consideración de un modelo econométrico de series de tiempo, que permita obtener la elasticidad precio de la demanda por electricidad de largo plazo para el sector residencial servido por ICE.

El modelo debería considerar variables como el ingreso nacional disponible, el precio promedio de la electricidad, el número de abonados, el precio de bienes complementarios y la cantidad demandada para distintos bloques de consumo y regiones. De tal manera, se permiten plantear escenarios para evaluar el impacto en el consumo de la reducción o eliminación del subsidio.

El modelo utilizado como referencia para la estimación de la elasticidad precio de la demanda, para el sector residencial, será el especificado por la Dirección Sectorial de Energía (DSE, 2001). En éste las demandas residenciales de electricidad están explicadas directamente por el número de abonados, las ventas de energía al sector residencial, el precio promedio de la electricidad y el producto interno bruto (Leiva, 2001). El modelo está especificado de la siguiente forma:

$$\text{LICEVENRESE} = A + \text{LICEABONRES} + \text{LPIB1991} + \text{LICEPRERES} + \text{LPGL} + \text{AR}(1) + U$$

En donde:

LICEVENRESE: Logaritmo de las ventas residenciales de ICE (a partir de cifras en Gigavatios – hora (GWh))

A: Constante

LICEABONRES: Logaritmo del número de abonados residenciales del ICE, a partir de cifras en miles.

LPIB1991: Logaritmo del producto interno bruto (a partir de cifras en millones de colones).

LICEPRERES: Logaritmo del precio promedio de la electricidad

LPGL: Logaritmo del precio promedio del Gas Licuado del petróleo

AR(1): Variable autoregresiva de primer grado

U: Término de error

1.4.7 Efectos distributivos del subsidio

Con el objeto de evaluar si la política actual de subsidios, presentes en las tarifas residenciales, genera mejoras en el bienestar de las familias más pobres y en la distribución del ingreso, se procederá a medir el efecto de una reducción o eliminación del subsidio en éstas variables.

Para evaluar el impacto de la eliminación o reducción del subsidio residencial en el ingreso familiar, es necesario determinar la distribución del ingreso familiar antes y después de la eliminación o reducción del subsidio.

Basándonos en la encuesta de hogares realizada en 1988, sobre el gasto de las familias costarricenses en distintos bienes, y empleando específicamente los resultados de la estructura porcentual de gasto en electricidad de las familias costarricenses, es posible, posteriormente calculado el monto del subsidio distribuirlo dentro de la estructura porcentual del ingreso de cada decil de la población.

Para estimar este impacto, se procede a estimar el monto del subsidio según los diferentes niveles de consumo de electricidad (en KWh mensuales) correspondientes a cada decil de ingreso, posteriormente este monto se adicionada al ingreso promedio respectivo de cada decil.

Para analizar los efectos redistributivos del subsidio, por un lado, se calcula el Coeficiente de Gini¹⁰ del subsidio para establecer la regresividad o progresividad del subsidio y, por otro, se procedió a calcular los respectivos coeficientes de Gini para el ingreso per cápita

¹⁰ El coeficiente de Gini es uno de los índices mayormente utilizados para medir desigualdades, Gini 1912, definió su conocida medida de desigualdad en los siguientes término cuando se dispone de datos no agrupados como en este caso:

$$CG = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (P_i - Y_i)}{\sum_{i=1}^{n-1} P_i}$$

por hogar por decil de ingreso, tanto sin subsidio como con subsidio, con el fin de visualizar más claramente el efecto del subsidio sobre la distribución del ingreso.

El coeficiente de Gini del ingreso es una medida estadística de la igualdad o desigualdad en la distribución del ingreso de los perceptores individuales que varía entre 0 y 1. Muestra mayor desigualdad mientras se aproxima más a 1, y corresponde a 0 en el caso hipotético de una distribución totalmente equitativa. El índice de Gini se construye al comparar la distribución empírica que se forma de los datos observados y la línea de igualdad perfecta que supone una distribución teórica derivada de la curva de Lorenz.

La Curva de Lorenz, se grafica para visualizar la distribución entre los diferentes percentiles de ingreso. La curva de Lorenz se construye graficando los porcentajes acumulados de ingreso y de la población. Para efectos de interpretación, al analizar la distribución del ingreso, entre más alejada este la curva de Lorenz de la línea de perfecta igualdad, que es una línea de cuarenta y cinco grados, mayor será la desigualdad.

1.4.8 Un subsidio a la energía

Un reciente informe presentado por varias organizaciones internacionales expresa que existe una enorme confusión acerca de lo que se entiende por un subsidio a la energía (UNEP, OECD-EIA, 2002). La definición más comúnmente empleada se refiere a un pago en efectivo y directo del gobierno hacia los productores de energía o consumidores. Pero esta es solo una forma mediante las cuales los gobiernos pueden estimular la producción o utilizar una forma particular de energía. Por ejemplo, la OECD y el IEA identifican el subsidio con un precio más bajo de la electricidad con respecto a su costo de mercado.

Si bien los subsidios han sido introducidos típicamente, en algunos casos por razones sociales, en otros, se establecen con el fin de ayudar a la industria e incentivar la tecnología o para proteger las industrias domésticas contra la pérdida de competitividad internacional. Gran parte de los subsidios en el sector eléctrico son dirigidos a la generación con fuentes convencionales y nucleares. La eliminación de estos subsidios podría reducir el uso de

electricidad, fomentar el trato igualitario hacia las fuentes renovables e incrementar el desarrollo (UNEP, OECD-EIA, 2002).

En este caso particular, no estamos estudiando un subsidio a la producción, sino al consumo de un sector, el residencial. De tal manera, el subsidio se ve reflejado del lado de la demanda, puesto que los consumidores reciben un precio más bajo que el costo de generar esa energía. Sin embargo, de igual manera, el subsidio puede estar generando distorsiones económicas, sociales y afectando negativamente el ambiente, puesto que puede estar incentivando un mayor consumo de electricidad.

La inclusión y la permanencia de subsidios a la energía son complejas y puede afectar positiva o negativamente el ambiente dependiendo de la naturaleza precisa del subsidio y de la fuente de energía.

Los subsidios que alientan la producción y el uso de combustibles fósiles inevitablemente tienen consecuencias dañinas para el ambiente, en tanto generan mayores niveles de producción con fuentes fósiles que impactan negativamente el medio. Los consumidores subsidiados que pagan un bajo precio por el uso de los combustibles o por el costo de usarlos, significan un mayor uso de los mismos, lo que se traduce en una mayor emisión de gases de efectos invernadero y de otro tipo (UNEP, OECD-EIA, 2002).

A continuación, el Cuadro 1.2, muestra diferentes tipos de subsidios que pueden establecerse. Se señalan algunos ejemplos y la forma en que usualmente estos operan. Como puede observarse, algunos tienen un efecto directo sobre el precio como las subvenciones y las exenciones de impuestos, mientras otros actúan de manera indirecta tales como la regulación o la participación del gobierno en términos de inversión y desarrollo tecnológico dentro del sector. El gobierno puede elegir entre esta gama de opciones de subsidio a emplear, el cual dependerá de una serie de factores, sobre todo se consideran los costos de implementar el programa, costos de transacción y administrativos y el impacto que la medida puede tener en los diferentes grupos.

Cuadro 1.2. Tipos de subsidios a la energía

Intervención del gobierno	Ejemplos	Como trabaja usualmente el subsidio		
		Reduce el costo de producción	Aumenta el costo de producción	Baja el precio para el consumidor
Transferencia financiera directa	- Subvención a productores	X		
	- Subvención a consumidores - Tasa de interés preferencial para los productores	X		X
Tratamiento preferencial respecto a impuestos	- Reducción de exenciones o royalties, derechos aduanales y aranceles	X		X
	- Crédito al impuesto	X		
	- Aceleramiento de la depreciación	X		
Restricciones comerciales	- Cuotas, restricciones técnicas y embargos comerciales		X	
Energía proporcionada por el Estado a un costo menor	- Inversión directa en infraestructura energética	X		
	- Investigación pública y desarrollo	X		
Regulación del sector energía	- Garantizar demanda - Control de precios - Acceso restringido a mercados	X	X X X	X

Fuente: UNEP, OECD-EIA, 2002.

Como se observa en el Cuadro 1.2, la mayoría de las subvenciones a la energía tienden a reducir el costos de producción de la misma, lo cual afecta significativamente la producción y los impactos que de ella derivan en el medio ambiente, alrededor de la mitad tiende a producir el efecto inverso en los costos de producción y por último en menor proporción están los subsidios dentro de los cuales recae su efecto sobre el precio que recibe el consumidor.

1.4.9 Efectos de un subsidio a la energía

Un subsidio puede involucrar una serie de cambios en la forma en que los recursos se asignan, a través de los efectos en los costos y los precios, dichos cambios inevitablemente

tienen consecuencias económicas, sociales y ambientales. Cuantificar este tipo de efectos es difícil y complicado, especialmente en términos ambientales y sociales.

En muchas regiones y países, el costo económico de los subsidios es alto. La IEA, por ejemplo, estima que el valor presente neto de la pérdida de crecimiento económico, debido al consumo de energía subsidiada en los grandes países no pertenecientes a la OECD es de \$257 billones por año usando una tasa de descuento del 7% (UNEP, OECD-EIA, 2002).

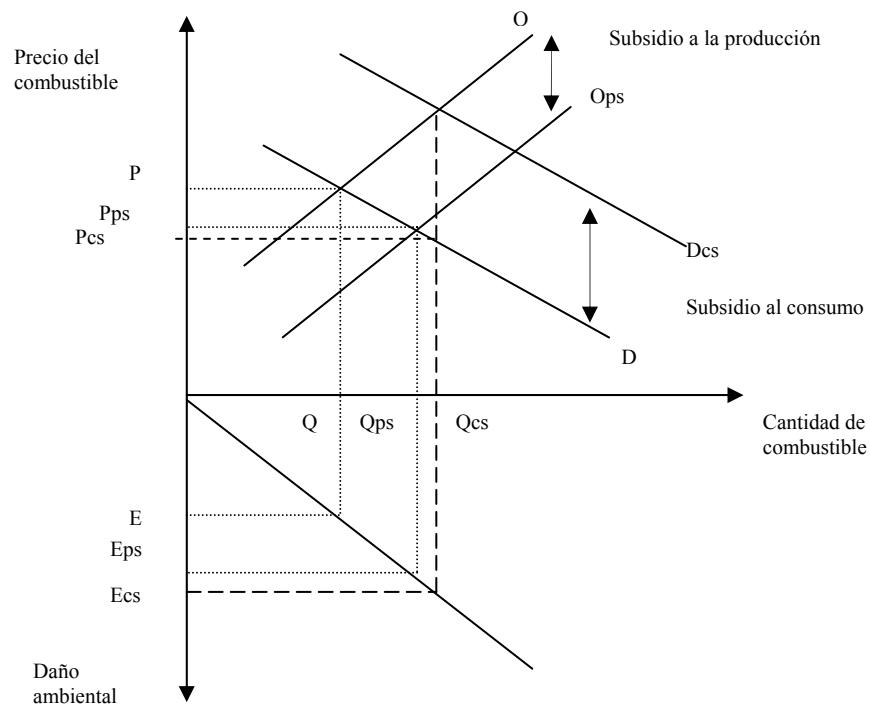
Dependiendo del tipo de subsidio la pérdida de eficiencia económica puede manifestarse de alguna de las siguientes maneras:

- Un subsidio al consumo y la producción, reduce los precios finales promoviendo un alto uso de la energía y reduce los incentivos para conservar y usar la energía más eficientemente.
- Una reducción del precio recibido por los productores, reduciendo la capacidad de retornar la inversión y consecuentemente la disponibilidad para invertir en nueva infraestructura.
- Un subsidio a los productores puede generar una reducción en los incentivos para minimizar costos de producción, resultando en la operación de plantas menos eficientes.
- Subsidios directos en forma de subvenciones o exenciones de impuestos afectan las finanzas del gobierno.
- Al incrementar el uso de la energía puede incrementar las importaciones de ésta y reducir la cantidad disponible para exportar, lo cual puede incrementar la dependencia de las importaciones para el país.
- En un país con un sector eléctrico público, éste desplaza inversión pública en otros sectores, por lo que el subsidio puede alterar las decisiones o costos de oportunidad de invertir en otros sectores, campos como salud, educación o infraestructura en transportes.

Por otra parte, el Gráfico 1.5, permite mostrar como un subsidio a la producción y el consumo en el caso de los combustibles puede generar un daño mayor para el ambiente. Lo mismo puede verse en el caso de la electricidad o el uso de fuentes no renovables para la generación, el análisis permite deducir el mismo impacto. Para esto, se asume que la oferta y el uso de combustibles resultan en emisiones contaminantes para la atmósfera, que en el caso eléctrico, la generación y el uso de la electricidad efectivamente tiene su impacto en el medio. Si se genera electricidad empleando combustibles fósiles se emite CO₂, de igual forma las fuentes renovables presentan una serie de impactos en el medio, pero de magnitud menor.

La introducción de un subsidio por unidad de combustible cambia la curva de oferta hacia abajo de O a Ops, causando que el precio baje de P hasta Pps y que la cantidad de combustible o petróleo vendido aumente de Q hasta Qps. Este cambio incrementa el daño en el ambiente de E hasta Eps.

Gráfico 1.5. El efecto ambiental de los subsidios



Fuente: UNEP, OECD-EIA, 2002.

Un subsidio por unidad consumida, desplaza la curva de demanda hacia arriba y a la derecha (Dcs), lo cual resulta en un menor precio neto pagado por los consumidores a Pcs e incrementa la cantidad consumida a Qcs y el aumento del daño ambiental se da hasta Ecs.

Más precisamente el impacto de cualquier producción o consumo subsidiado depende de la forma de la demanda, la oferta y de las curvas y funciones de daño ambiental. Cuanto menor sea la sensibilidad de la oferta y la demanda al precio, menor es el impacto de los subsidios en el ambiente (UNEP, OECD-EIA, 2002). De lo anterior se concluye que los subsidios al generar una reducción en el precio de los bienes y servicios, inducen un mayor consumo. El consumidor y el productor al no tener señales claras sobre el costo real de los mismos no dispone de ellos de manera racional y eficiente dándose a la vez un incremento de la cantidad de recursos necesarios para la producción de dichos bienes y servicios, un incremento en la explotación y, posiblemente, en la intensidad y el desperdicio con que se usan.

1.4.10 El impacto ambiental de la generación

En términos generales, la energía hidroeléctrica es una fuente de energía renovable por excelencia, pues en términos de disponibilidad es inagotable en tanto el ciclo del agua perdure. Además, es una opción atractiva económicamente, pues aunque es intensiva en uso de capital y tiene costos iniciales de ejecución muy elevados, en términos de costos de operación y mantenimiento, tiene costos más bajos que las opciones térmicas o nucleares (UNDP-WEC, 2000). Sin embargo, el costo de inversión por KWh es el más bajo para fuentes renovables (Jiménez, 2001).

Una pequeña central típica hidroeléctrica de 5 MW, puede contribuir a brindar energía en las zonas alejadas y dispersas, reemplaza toneladas anuales de combustibles fósiles, evita la emisión de 16000 toneladas de CO₂ y más de 100 toneladas de SO₂, supliendo la electricidad de aproximadamente 5000 familias (Guevara y Rodríguez, 2000). En este sentido, no contamina en la proporción en la que lo hacen las energías derivadas del uso del petróleo o carbón, ya que no genera gases de efecto invernadero ni lluvia ácida, por tanto, no

contamina la atmósfera. De tal forma, no es necesario emplear costosos métodos que limpien las emisiones de gases.

El producir energía eléctrica por medio de esta fuente genera un ahorro de divisas por concepto de importaciones de combustibles, en caso de utilizar fuentes térmicas, y más bien, el aprovechamiento de los excedentes para exportación contribuiría a la generación de divisas para el país.

Aunque la generación hidroeléctrica, por basar su proceso de generación en un recurso renovable, se ha considerado como una de las fuentes de energía más amigables con el ambiente, ésta provoca importantes efectos negativos en el medio como la destrucción y cambios en el uso del suelo, pues se deben inundar terrenos eliminando las actividades, forestales, agrícolas y ganaderas, alterando notablemente el ecosistema.

Pueden surgir conflictos por el uso del agua así como cambio en la calidad de la misma, ya que el agua embalsada no tiene condiciones de sanidad, gases disueltos, temperatura y demás propiedades del agua que fluye por el río (Carless, 1995).

En muchos casos la construcción de la infraestructura necesaria para este tipo de proyectos tiene un fuerte impacto social pues requiere de desplazamiento de poblaciones, atentando contra la cultura, costumbres, formas de satisfacer sus necesidades, etc.

Los ecosistemas resultan seriamente alterados, se afecta a los peces pues sus vías de desove pueden estar bloqueadas por un dique y porque la instalación hidroeléctrica afectará la cantidad y velocidad del flujo del agua al río, temperatura y contenido de oxígeno. Se han documentado casos en los cuales la emigración de algunas especies acuáticas queda limitada por este tipo de instalaciones (Carless, 1995).

Otro problema presente es la acumulación de sedimentos, que afecta tanto la eficiencia con que funciona el sistema hidroeléctrico como el ecosistema del río. Dado que los sedimentos transportan nutrientes que benefician a los peces y las áreas agrícolas que estén

corriente abajo, su corriente puede privar a los peces y cualquier otro tipo de vida marina del alimento necesario, y a la tierra agrícola de nutrientes vitales (Carless, 1995).

Para la evaluación del impacto ambiental del subsidio, se parte de la idea de que es posible dado el cambio en la cantidad consumida, ante una reducción o eliminación del subsidio, una estimación de la cantidad de kWk ahorrados o dejados de producir. Claro está que para que una política de este tipo funcione y los efectos de la misma no desaparezcan en el tiempo debe acompañarse con campañas informativas de uso eficiente y racional de la energía.

Para lo anterior, dado el monto de la energía ahorrada vía la eliminación del subsidio, lo que se hace es suponer cual sería el efecto en términos no solo económicos sino también en emisiones de CO₂. Lo que se intenta es una aproximación, para identificar cuánto se evita o ahorra en emisiones de CO₂.

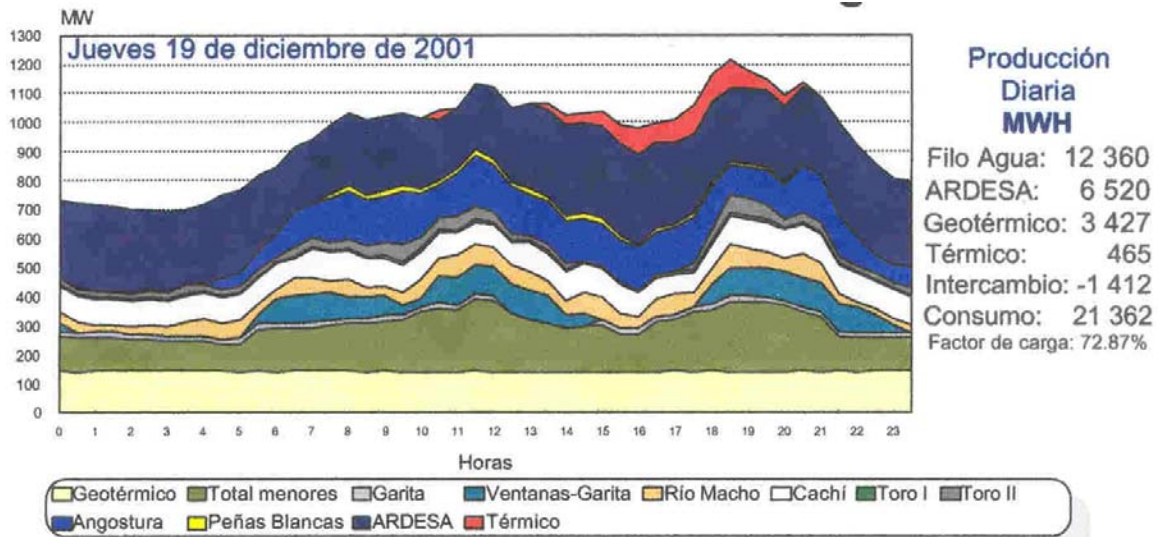
Además de contar con una idea de los costos externos de la generación de la energía que se subsidia y sus posibles impactos en el medio. Se podría pensar que los efectos se podrían medir principalmente en la generación por fuentes térmicas, pues son las que se ponen a trabajar con el fin de atender las horas pico, que usualmente es cuando se recurre a la generación con este tipo de fuente y que son horas donde el consumo residencial aumenta la curva de demanda en forma significativa, debido principalmente a la cocción de alimentos.

El Gráfico 1.6, presenta como se estructura la curva de demanda por electricidad para un día normal. La curva muestra la demanda eléctrica por un período de doce horas y como se despacha ésta curva según la capacidad de generación del país.

El consumo aumenta a partir de las diez de la mañana y hasta aproximadamente la una de la tarde, alcanzando niveles máximos, posteriormente vuelve a incrementarse alcanzando los mayores niveles entre las seis y las ocho de la noche. Lo anterior, refleja un incremento en el consumo efectivamente en horas (horas pico), que es cuando las unidades domesticas

utilizan en sus diferentes procesos la electricidad de manera intensiva. El color rojo muestra los momentos del día donde se recurre a fuentes térmicas para abastecer la demanda, como se aprecia una parte importante de este suministro se da en horas pico.

Gráfico 1.6. Costa Rica: Curva de carga por electricidad para un día normal.



Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad, 2002.

Nos interesa aquí los efectos ambientales que genera la producción de energía eléctrica y evaluar los aspectos positivos de una reducción en el consumo vía emisiones de CO₂ evitadas, las cuales podrían estimarse para un período de mediano o largo plazo. Lo anterior es importante en un contexto donde el uso de fuentes como la hídrica en la generación se dificulta por las restricciones legales y ambientales, además de una tendencia creciente en la demanda y una inclinación hacia el uso futuro de fuentes térmicas para satisfacer el consumo creciente sino se encuentran otras alternativas viables económicamente (Fernández, 2003).

No se profundiza o evalúan los beneficios que podrían considerarse si la reducción en la producción de energía se diera desde las fuentes hidráulicas, aunque la mayor parte de la generación del país es por esta fuente, esto por el grado de complejidad y dificultad de identificar todos los efectos ambientales de un proyecto hidroeléctrico y complejidad para llevarlos a términos monetarios. Sin embargo, se existen estudios realizados que permitan contar con alguna estimación al respecto (Jiménez, 2003).

Teniendo una aproximación de la cantidad de kWh que se dejan de consumir ante el aumento del precio, así como una estimación de las emisiones de CO₂ por kWh, es posible tener las emisiones que serían emitidas si el subsidio no se elimina. Por su parte, basándonos, por ejemplo, en costos externos de la energía identificados previamente en algunos estudios, podemos contar con estimaciones de los efectos ambientales del subsidio eléctrico y su impacto social y ambiental

Otra forma de atender el problema, es considerar la capacidad instalada de un proyecto hidroeléctrico, para atender la cantidad de energía que se deja de proporcionar al sector residencial ante la eliminación del subsidio y, paralelamente, encontrar una estimación de los costos sociales y ambientales que se dejan de incurrir ante la no implementación del proyecto, pero esta opción requeriría un proyecto equivalente a la energía ahorrada por la reducción o eliminación del subsidio y en el cuál exista un estudio de los efectos ambientales y los costos externos del mismo.

1.5 Técnicas de investigación y fuentes de datos

La investigación tiene como objeto el descubrir algo, indagar o dar respuesta de manera concisa a múltiples preguntas o hipótesis planteadas. Las divisiones y clasificaciones de la investigación son de carácter convencional, sirven para distinguir propósitos, funciones, niveles, procedimientos y resultados (Garza, 1981). A continuación se menciona tres de los principales tipos de investigación que existen:

1. Pura y aplicada.- Descripción de lo que era.
2. Descriptiva.- Interpretación de lo que es.
3. Experimental.- Descripción de lo que será.

La investigación pura recibe también el nombre de básica o fundamental. Se basa en un contexto teórico y su propósito fundamental consiste en desarrollar una teoría mediante el descubrimiento de amplias generalizaciones o principios. Se vale del muestreo con el fin de

extender sus descubrimientos más allá del fenómeno que se estudia. Presta poca atención a la aplicación de sus descubrimientos por considerar que esto le corresponde a otra persona. Las ventajas que ofrece: presenta amplias generalizaciones y niveles de abstracción que posibilitan la formulación hipotética que puede utilizarse posteriormente. Busca el desarrollo de una teoría o teorías basadas en principios y leyes.

Por otra parte, la investigación aplicada, también conocida como activa o dinámica, corresponde al estudio y aplicación de la investigación a problemas definidos en circunstancias y características concretas. Se halla estrechamente unida a la investigación pura pues, en cierta forma, depende de sus hallazgos y aportaciones teóricas. En este sentido la investigación a realizar tiene fuertes componentes de una investigación aplicada pues incorpora elementos de las investigaciones denominadas puras o teóricas para analizar un problema y buscar respuestas y recomendaciones al mismo.

La descriptiva, comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes, o sobre una persona, grupo o cosa, se conduce o funciona en el presente. Su objetivo fundamental es interpretar realidades de hecho.

El experimental es aquel en el que el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas. Su objetivo es describir de que modo y por qué causa se produce o se puede producir un fenómeno. Pretender plantear un escenario de lo que será si el fenómeno cambia y, en este sentido, la investigación por realizar incluye elementos de esta clasificación.

1.5.1 Identificación de las técnicas de investigación

Al definir los tipos de investigación, definimos su naturaleza. Ahora se pasa a los modos de hacer o realizar una investigación, en otras palabras, la forma o manera particular en que se puede llevar a cabo una investigación y que tradicionalmente se ha clasificado en:

- A. Investigación bibliográfica y documental.
- B. Investigación de campo (encuestas, entrevistas, etc).
- C. Investigación de laboratorio.

Las dos primeras se aplican en las áreas de las ciencias humanas y sociales. Cabe subrayar que cada disciplina y dependiendo del tipo de investigación que se haya de realizar, determinará cuál es el modo de investigación propicio para su objeto de estudio.

Para los efectos de esta investigación por un lado, se realizarán revisiones de la bibliografía disponible tanto en centros de documentación, bibliotecas, Sitios Web, en lo referente al tema de los subsidios, sus implicaciones en términos de eficiencia y eficacia económica, social y ambiental, para contar con un sustento teórico que permita analizar las conclusiones y realizar recomendaciones relevantes. Por otra parte, es de gran importancia la realización de entrevistas a expertos relacionados con el sector eléctrico y en especial a lo que a fijación de precios y subsidios se refiere, los posibles impactos sociales y ambientales que los subsidios genera, así como discusiones que contribuyan a mejorar la metodología empleada para lograr cada objetivo específico propuesto.

Es fundamental la aplicación de métodos de carácter cuantitativo como la econometría, la metodología de costos evitados y la estadística para dar solución a algunos de los objetivos planteados. Específicamente se empleará el programa econométrico E-views para determinar la elasticidad precio de la demanda de energía para el sector residencial.

El uso de tablas, cuadros y gráficos es fundamental para tener una idea del comportamiento y estado de las variables en análisis en un momento determinado o a través del tiempo. También, mejora la presentación de resultados y el análisis de las variables en estudio.

1.5.2 Fuentes de información

Las fuentes de información principalmente corresponden a fuentes de carácter primario. Para el caso de los costos promedio del sistema eléctrico y el pliego tarifario residencial del

año 2002, se recurre a los datos proporcionados por el ICE y la ARESEP, las cuales son actuales y accesibles. Además, se requiere la información proporcionada por la Dirección Sectorial de Energía en su Encuesta de Consumo Residencial de Energía para el 2001 y de los datos con que esta institución cuenta en materia de abonados, precios de otros bienes sustitutos, etc., y de la encuesta de hogares de gastos e ingresos con que el país cuenta.

Las principales deficiencias de las fuentes de información, se refieren a la antigüedad de la encuesta de ingresos y gastos para Costa Rica, pues la última data del año 1988, por lo cual para el estudio en particular, es necesario suponer que al menos la estructura porcentual de gasto en electricidad de las distintas familias por decil de ingreso no a variado hasta la fecha, con lo cual se corre el riesgo de obtener algún sesgo ó información no confiable por completo, a la hora de obtener resultados. Por lo demás, el resto de la información es actualizada y de fuentes confiables, lo cual permite obtener resultados concisos y establecer comparaciones o generalizaciones estadísticamente confiables.

Para la estimación de emisiones de CO₂ en el caso de la generación eléctrica se recurre a estudios previamente realizados, y consideran las emisiones promedio para las fuentes que se considere pertinente, esto con el objeto de cuantificar el impacto ambiental del subsidio al menos en lo que a emisiones de CO₂ se refiere. Adicionalmente, se consideran los resultados obtenidos para algunos proyectos Europeos, en lo que respecta al costo externo de la energía para diversos tipos de fuente. Considerando estos datos como parámetro puede tenerse una idea del costo externo de la energía subsidiada.

CAPÍTULO II: ESTIMACIÓN DEL SUBSIDIO Y DE SUS EFECTOS DISTRIBUTIVOS

Este capítulo tiene como fin estimar los efectos sociales del subsidio, es decir, identificar si el subsidio esta siendo capturado estrictamente por los grupos socioeconómicos a los cuales se dirige.

Primeramente se pasa a revisar la estructura tarifaria vigente para el año 2002 y a las variables que debe considerar una adecuada tarifa eléctrica para asegurar condiciones de eficiencia económica, equidad y sostenibilidad ambiental. Posteriormente, se calcula y se analiza el monto del subsidio, considerando tanto los costos medios como los costos marginales, de baja tensión, de proporcionar el servicio al sector residencial. Una vez calculado el subsidio se identifican los niveles de consumo que directamente reciben el subsidio.

La eficiencia y eficacia del subsidio se termina analizando como afecta la inclusión del subsidio la distribución del ingreso de los diferentes abonados, clasificados en diferentes deciles de ingreso, empleando el coeficiente de Gini y la curva de Lorenz. Para ello se utilizan los datos de la encuesta de ingresos y gastos realizada en 1988, la cual, no solo proporciona datos sobre el ingreso de las familias costarricenses, sino también sobre su estructura de consumo y gasto en electricidad.

2.1 La tarifa eléctrica residencial

En la actualidad la tarifa eléctrica residencial esta constituida por tres segmentos, esto específicamente para el caso de ICE, pero es similar para el resto de empresas distribuidoras de energía. Los segmentos corresponden a sus respectivos bloques de consumo y pretenden generar una estructura progresiva de manera que se cobre un mayor

precio de la electricidad conforme se consume más energía. Para el año 2002, en el caso del ICE las tarifas se estructuraron de la siguiente manera:

**Cuadro 2.1 Costa Rica: Tarifas eléctricas para el sector residencial de ICE por bloque de consumo. Año 2002.
-colones / kWh-**

Mes	Primeros 200 kWh	Siguientes 100 kWh	Por cada Kilovatio adicional
Ene-02	17,90	30,10	35,80
Feb-02	20,60	34,70	41,30
Mar-02	20,70	34,86	41,49
Abr-02	20,80	35,02	41,69
May-02	20,90	35,18	41,89
Jun-02	21,00	35,35	42,09
Jul-02	21,10	35,52	42,29
Ago-02	21,20	35,69	42,49
Sep-02	21,30	35,86	42,69
Oct-02	21,40	36,03	42,89
Nov-02	21,50	36,20	43,09
Dic-02	21,60	36,37	43,29
Promedio	20,83	35,07	41,75

Fuente: Diario oficial la Gaceta, 2002.

Se diferencian concretamente tres segmentos de tarifas, según el pliego tarifario que se estableció en ese entonces, la tarifa varía según el mes del año y al parecer si se compara el precio promedio con el costo marginal de baja tensión, que se presentará en la siguiente sección, existe solo un subsidio para aquellos abonados que consumen menos de 200KWh mensuales. Sin embargo, esto es así si se utiliza un promedio simple de las tarifas eléctricas, pero si se utiliza un promedio ponderado por el consumo eléctrico mensual, la situación varía ya que el subsidio se vuelve más significativo, lo anterior se presenta con mayor detalle más adelante.

Antes de comenzar con el cálculo del subsidio, vale la pena hacer énfasis en algunas de las principales consideraciones que debe abarcar un sistema de tarifas, para cumplir con los objetivos que persiguen en términos económicos, financieros, políticos, sociales y ambientales. La teoría ha señalado que las variables anteriores pueden incluirse en una tarifa que podría denominarse integrada (Bitú, 1994), la cual se refiere a una tarifa que no

solo se base en costos marginales, sino que éstos más bien son una base de referencia para comenzar a establecer la tarifa al consumidor final. Pero, además deben incluirse una serie de aspectos que orienten las decisiones de consumo final de manera racional en el uso del servicio.

Los aspectos económicos consideran costos e inversiones de prestar el servicio, referentes a todas aquellas variables donde puede ser recomendable una fijación de precios por debajo del correspondiente a los costos marginales. Además, considera factores como elasticidad precio e ingreso (Barrantes, 2000). Respecto a los aspectos financieros, la tarifa debe cubrir costos de operación y mantenimiento que garanticen una adecuada rentabilidad para la empresa o industria.

En términos sociales la estructura tarifaria debe corresponder a la capacidad de pago de los abonados. De manera que de existir algún tipo de subsidio que se dirija exclusivamente hacia los grupos de ingresos más bajos. Sin embargo, es importante considerar que un subsidio puede incrementar las pérdidas económicas, no técnicas, pues podría motivar conexiones ilegales en algunos casos.

Los aspectos ambientales, por su parte, deben incluirse para dar las señales adecuadas al consumidor final sobre un uso más racional y eficiente de los recursos. Además de incentivar el uso de fuentes no solo de carácter renovable, sino también que sean las más limpias en cuanto a generación se refiere.

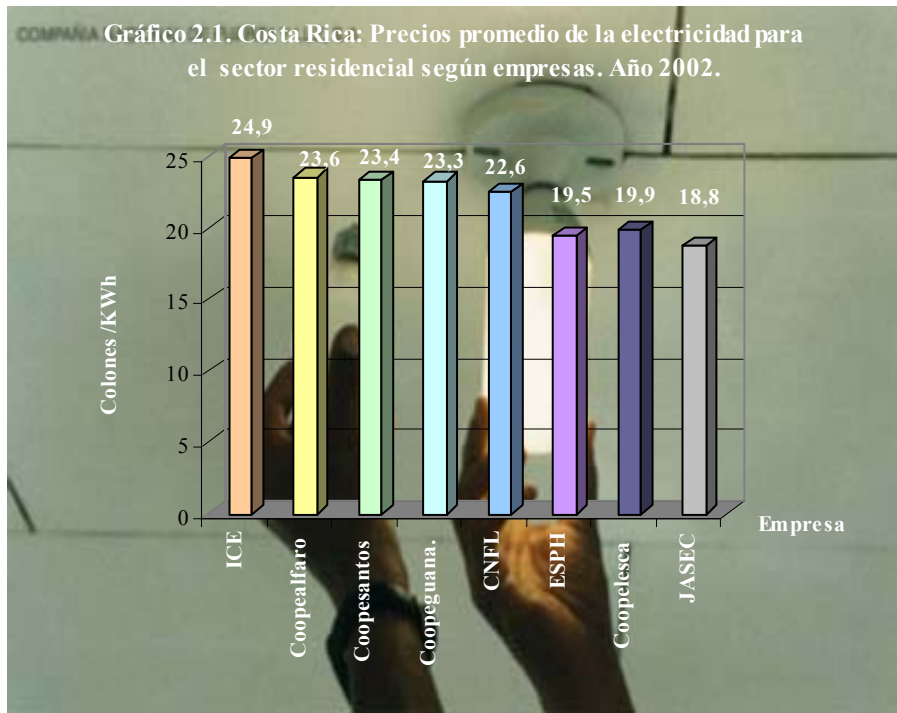
Finalmente, las consideraciones políticas están relacionadas con aspectos de equilibrio macroeconómico, que buscan resolver problemas coyunturales o estructurales en la economía (Barrantes, 2002).

Bitú (1994) establece que una tarifa adecuada debería ser aquella que *“Satisface las condiciones de equilibrio macroeconómico-financiero de la empresa concesionaria, señala al consumidor la dirección en el uso racional y conservación de la energía eléctrica y atiende los principios básicos de eficiencia económica, equidad, justicia, estabilidad y*

modicidad, además de considerar los objetivos específicos atribuidos al sector eléctrico”. Debe tenerse en cuenta que resulta difícil cumplir con todos los objetivos que implica una tarifa adecuada solamente utilizando el instrumento tarifario, para ello deben utilizarse y fortalecerse otro tipo de instrumentos que permitan cumplir los objetivos antes mencionados.

2.2 El subsidio en el sector eléctrico residencial

El siguiente gráfico presenta los precios promedios de la electricidad para el año 2002. La estructura tarifaria corresponde a precios promedio únicamente para el sector residencial por empresa distribuidora. El ICE es quien reporta los precios de la electricidad más altos, en términos de colones por Kilovatio hora, seguido por algunas de las cooperativas de electrificación rural así como por la CNFL las cuales difieren poco entre sí. Sin embargo, existe una diferencia significativa con respecto a la ESPH, Coopelesca y JASEC, de cinco colones en términos absolutos, aproximadamente.



Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad, 2003.

Como se analiza más adelante, específicamente para el caso del ICE el subsidio resulta claro si se compara el precio promedio contra el costo marginal de baja tensión para el sector residencial. Lo cual no estaría siendo compatible con los objetivos de una estructura tarifaria integrada, puesto que probablemente no estaría considerando condiciones de eficiencia, equidad y sostenibilidad.

Finalmente, en el Gráfico 2.2, se compara el precio de la electricidad del sector residencial para los países de la región Centroamericana. Costa Rica es quien posee los menores precios de la electricidad para la región, observándose diferencias significativas con países como El Salvador, Panamá y Nicaragua de alrededor de un 50% más por cada KWh.

Lo anterior se debe en parte a la estructura de generación que en la mayoría de estos países se basa en fuentes no renovables, dependiente principalmente de los derivados del petróleo. Los países con menor costo emplean en mayor proporción fuentes renovables como la hidro o geotérmica, con menores costos medios en relación a los costos de la energía a base de combustibles fósiles.

Otro de los factores que puede influir en las diferencias regionales de precio es la estructura de mercado, a diferencia de Costa Rica donde el mercado eléctrico en su mayor parte esta en manos del Estado ó empresas municipales y cooperativas, siendo un mercado regulado, mientras que otros países iniciaron hace ya varios años procesos de liberalización y privatización de sus industrias. Como lo indica CEPAL en uno de sus estudios¹¹ la privatización del sector eléctrico en la región centroamericana empeoró el servicio, la cobertura no creció, las tarifas aumentaron y la producción se concentró en muy pocas empresas.

Según el mismo estudio, los países centroamericanos que impulsaron privatizaciones en sus mercados eléctricos, han tenido como resultado el incremento de la oferta de energía eléctrica mediante la participación de nuevos actores, principalmente privados, reduciendo rápidamente la participación del Estado en esta actividad. Otros aspectos relevantes son los

¹¹ “Evaluación de diez años de reforma en la industria eléctrica del istmo centroamericano”. CEPAL, 2003.

márgenes de reserva de potencia, donde únicamente Costa Rica ha podido mantener las pérdidas de electricidad técnicas y no técnicas en niveles aceptables. Paralelamente existe una marcada pérdida de calidad en el servicio y son considerables las constantes quejas, por parte de los usuarios, sobre facturaciones erróneas o la forma en que se fija la tarifa.



Fuente: OLADE, 2003.

2.3 El cálculo del subsidio

Para el cálculo del subsidio presente en las tarifas eléctricas del sector residencial, en Costa Rica, se emplea la información referente al precio promedio de la electricidad, para el año 2002. El precio se distribuye según el rango de consumo, es decir, corresponde a un precio promedio ponderado por el consumo. Para tales efectos se cuenta con precios promedio por cada bloque, utilizando bloques de consumo de 50KWh y 100KWh. Para el período la institución proporcionó servicio eléctrico a un total de 419 508 clientes que representan aproximadamente un 35% del total de abonados residenciales del país.

Como un primer ejercicio en el cálculo del subsidio se emplea el costo marginal ajustado para el año 2002 de baja tensión el cual es $\$28,74$ KWh. Como se muestra en el Cuadro 2.2, el subsidio resulta de la diferencia entre el precio promedio para cada bloque de

consumo del sector residencial y el costo marginal de baja tensión para el respectivo bloque de consumo. Dado el número de clientes para cada bloque de consumo y su respectivo consumo para el año 2002, es posible identificar hasta que nivel de consumo existe un subsidio que es directamente captado por los consumidores, dado que el costo marginal resulta mayor al precio promedio de la electricidad para el bloque de consumo respectivo.

Cuadro 2.2. Costa Rica: Cálculo del subsidio eléctrico para el sector residencial del ICE utilizando costos marginales. Período 2002

Bloque de consumo	Clientes			Energía			Precio Promedio	Costo Marginal	Subsidio	Subsidio
	Cantidad	%	% acum..	KWh	%	% acum	¢/KWh	¢/KWh	Colones	Miles Colones
0-30	33 761	8,0%	8,0%	3 850 571	0,4%	0,4%	65,24	28,74	-36,50	- 140 546
31-50	15 216	3,6%	11,7%	7 446 525	0,8%	1,2%	20,67	28,74	8,07	60 118
51-100	54 364	13,0%	24,6%	50 751 718	5,3%	6,5%	20,67	28,74	8,07	409 485
101-150	78 144	18,6%	43,3%	118 289 384	12,4%	18,9%	20,68	28,74	8,06	953 486
151-200	78 793	18,8%	62,0%	165 503 354	17,3%	36,2%	20,68	28,74	8,06	1 333 476
201-250	61 398	14,6%	76,7%	165 066 352	17,3%	53,4%	22,20	28,74	6,54	1.080.103
251-300	39 393	9,4%	86,1%	129 214 148	13,5%	66,9%	24,47	28,74	4,27	552.343
301-400	35 212	8,4%	94,5%	144 151 881	15,1%	82,0%	27,30	28,74	1,44	207.429
401-500	11 706	2,8%	97,3%	62 118 492	6,5%	88,5%	30,51	28,74	-1,77	-109.823
501-600	4 632	1,1%	98,4%	30 237 953	3,2%	91,7%	32,53	28,74	-3,79	-114.614
601-800	3 618	0,9%	99,2%	29 642 037	3,1%	94,8%	34,33	28,74	-5,59	-165.656
801-1000	1 423	0,3%	99,6%	15 147 600	1,6%	96,3%	35,92	28,74	-7,18	-108.725
1001-1500	1 225	0,3%	99,9%	17 588 391	1,8%	98,2%	37,31	28,74	-8,57	-150.696
1501 y +	623	0,1%	100,0%	17 465 995	1,8%	100,0%	39,16	28,74	-10,42	-182.016
Total	419 508	100%	100%	956 474 401						3 624 364

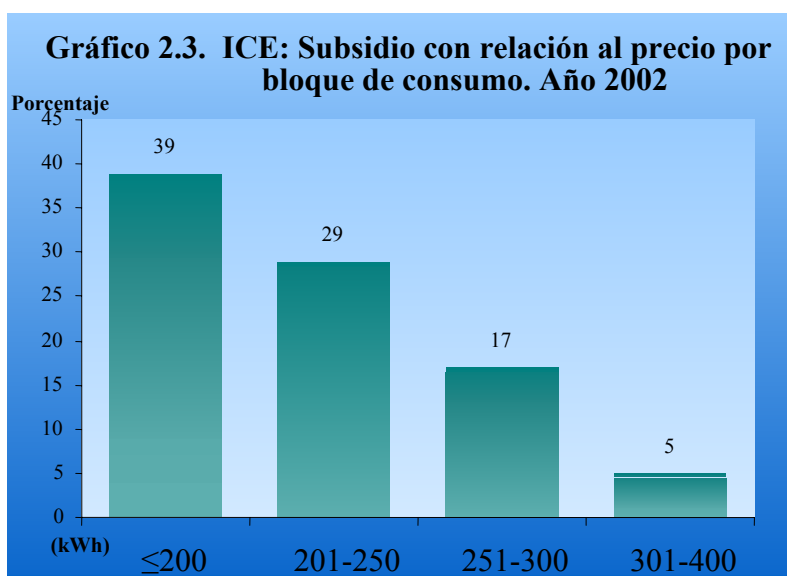
Fuente: DSE, 2003.

Nota: El precio se compara con el costo marginal de baja tensión del ICE.

Del total de clientes residenciales a los que ICE proporcionó el servicio eléctrico durante el año 2002, un porcentaje bastante alto, exactamente un 86%, consume menos de 300KWh mensuales y un 8,4% consume entre 300KWh y 400KWh mensuales. Solo un 5,5% del total de clientes poseen un nivel de consumo superior a los \$400KWh que incluso abarca consumos superiores a 1500KWh mensuales. Por otra parte, aquellos hogares que tienen consumo inferiores a 400KWh mensuales son quienes están consumiendo el 82% de toda la energía demanda por el sector al ICE.

Como se aprecia en el Cuadro 2.2, al calcular el subsidio utilizando la concepción de costo marginal el subsidio alcanza a todos aquellos clientes cuyos consumos mensuales de electricidad son inferiores a 400KWh. Si bien es cierto el subsidio es mayor para los bloques de consumo menores, el subsidio esta siendo capturado por alrededor del 86% de los clientes que la institución tiene, y los mismos tiene una estructura de demanda que abarca el 82% del total de la energía eléctrica que el sector demandó al ICE en el 2002.

Basados en el cálculo del subsidio empleando costos marginales, y como se observa en el gráfico 2.3, para los consumos inferiores a 200KWh el subsidio representa aproximadamente un 39% del precio de cada KWh en esos bloques de consumo. Para los consumos ubicados entre 200KWh y 250KWh el subsidio promedio en ese rango representa alrededor de un 29% del precio para este rango de consumo. Finalmente para consumos entre 251KWh y 300KWh el subsidio se reduce significativamente hasta un 17% en este caso y a un 5% para los consumos entre 300KWh y 400KWh.



Fuente: Elaboración propia

Empleando el costo marginal y conociendo las ventas de energía al sector, para el año 2002, el subsidio total al sector residencial servido por el ICE represento 4.5 mil millones de colones. Aún considerando a los abonados que pagan un exceso sobre el precio por la

electricidad, dicho exceso (₡972 076 miles de colones) no cubre el déficit generado por los abonados subsidiados. En estas circunstancias, estando casi el 86% de la población subsidiada, los ingresos adicionales generados por cobrar un precio superior al costo marginal de la electricidad al restante 4,5% no son suficientes dándose un subsidio neto al sector residencial en su totalidad de 3.6 mil millones de colones, lo que representa un 15% del total de los ingresos generados por parte del sector al ICE durante ese período.

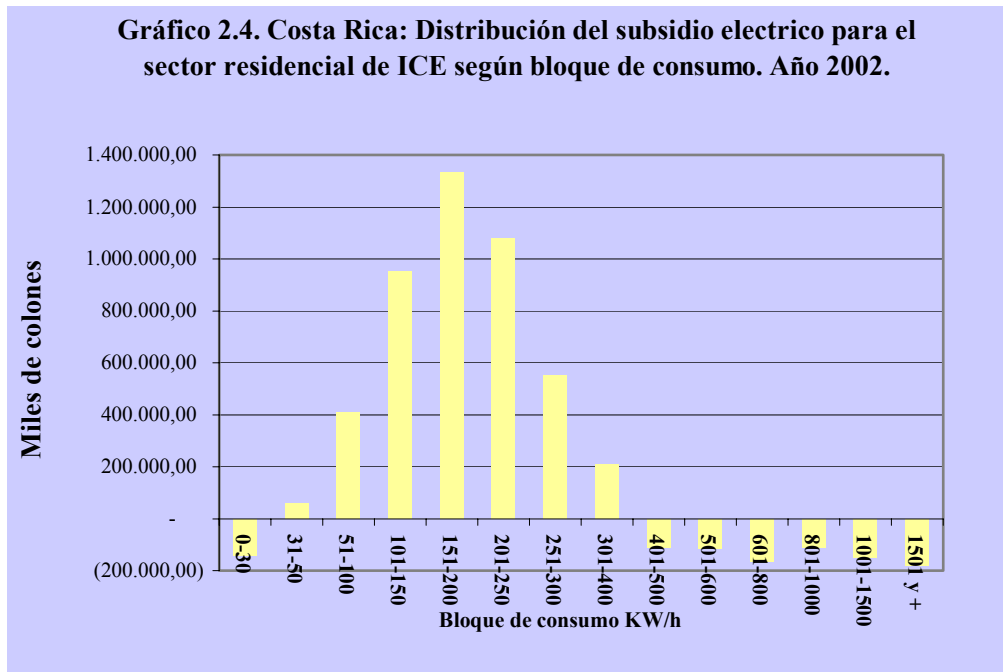
Cuadro 2.3. Distribución relativa y absoluta del subsidio según bloque de consumo subsidiado. Costa Rica, 2002.

<i>Bloque de Consumo</i>	<i>Precio Promedio ¢/KWh</i>	<i>CMg ¢/KWh</i>	<i>Subsidio en colones</i>	<i>% subsidio respecto al precio</i>	<i>Subsidio Miles Colones</i>	<i>% respecto subsidio total</i>
31-50	20,67	28,74	8,07	39%	60 118 422	1,3%
51-100	20,67	28,74	8,07	39%	409 484 706	8,9%
101-150	20,68	28,74	8,06	39%	953 485 583	20,7%
151-200	20,68	28,74	8,06	39%	1 333 476 004	29,0%
201-250	22,20	28,74	6,54	29%	1 080 103 465	23,5%
251-300	24,47	28,74	4,27	17%	552 343 204	12,0%
301-400	27,30	28,74	1,44	5%	207 429 029	4,5%
TOTAL					4.596.440.413	

Fuente: Elaboración propia

La distribución relativa del subsidio que se presenta en el Cuadro 2.3, muestra una estructura relativa entre los bloques de consumo subsidiados directamente de acuerdo a su consumo en KWh para el período 2002. Si bien es cierto, los consumos inferiores a 100KWh reciben un subsidio respecto al precio de un 39%, la estructura relativa muestra que los abonados distribuidos en este rango de consumo capturan solamente un 10, 2% del subsidio total.

Los abonados que se ubican en el bloque de 101 a 150KWh y de 151 a 200KWh reciben un subsidio del 39% respecto al precio por cada kilovatio que en promedio se consume. Esto significa que tienen una participación del 20% y el 29% del monto total del subsidio, respectivamente. Los clientes ubicados en el bloque de 201 a 250KWh y de 251 a 300KWh de consumo tienen respectivamente un 23,5% y 12% del subsidio total y, finalmente, los abonados ubicados entre 301KWh a 400KWh les corresponde un 4.5% del subsidio total.



Fuente: Elaboración propia.

Tanto los datos del Cuadro 2.2 como el Gráfico 2.3, muestran que el subsidio está distribuido y concentrado fuertemente entre el consumo que va desde 100 KWh hasta 300KWh, donde se reduce hasta desaparecer, y comienza a generarse algún superávit debido al mayor precio respecto al costo, pero como se muestra en el gráfico 8, en términos netos este impuesto no cubre el déficit que el subsidio en los bloques anteriores genera, esto en términos de los de ingresos totales.

Dada la información anterior, si bien es cierto al observar la estructura de precios promedios por bloques, el subsidio está distribuido de manera progresiva respecto al consumo, es decir, en este sentido bajo la idea de quien más consume se debe a su mayor capacidad de pago y que existe un castigo adicional por consumos muy elevados estaría, éste funcionando como un mecanismo para incentivar el ahorro de energía. Sin embargo, esta forma de estructurar el subsidio, aunque es progresiva no hace que necesariamente el porcentaje recaudado por el exceso de sobreconsumo financie lo que se deja de percibir por cobrar un precio menor al costo por la electricidad.

La política tarifaria estaría entonces beneficiando a grupos de hogares que posiblemente no necesitan dicho subsidio, porque su disponibilidad de ingreso les permitiría pagar al menos el costo marginal de baja tensión sin que afecte significativamente el gasto en electricidad.

En este sentido, podría ser que un porcentaje de los clientes que se ubican entre el rango de 200KWh a 400KWh, un 32.4% específicamente, tienen la capacidad de pago para pagar al menos el costo marginal de baja tensión. Estos hogares se referirían a hogares de clase media, lo cual coincide con los datos de la encuesta de consumo de energía en el sector residencial, realizado por la DSE en el año 2001, donde el consumo promedio mensual del grupo socioeconómico denominado como medio es de 252.9 KWh. En contraposición para el grupo socioeconómico denominado como popular o de menores ingresos que en promedio consumieron mensualmente 186.9KWh. Lo anterior proporciona una idea de hacia que nivel de consumo debería redireccionarse el subsidio de manera exclusivamente.

2.4 Cálculo del subsidio utilizando costos medios

A manera de ejercicio se procedió a estimar el subsidio empleando los costos medios (CMe)¹²(Ver Cuadro 2.3) del sistema referentes al ICE para el año 2002, el cual es mayor al costo marginal.

El ejercicio se realiza con fines ilustrativos, dado que para los efectos de este trabajo se empleará el Costo marginal utilizado en la sección anterior pues muestra de manera más realista el costo de llevar electricidad al sector residencial. Lo anterior se debe a que el Cmg es un costo para los usuarios de baja tensión, como lo es el sector residencial, mientras que el CMe es un costo de todo el sistema que no discrimina entre los usuarios de alta y baja tensión.

¹² Son calculados de acuerdo a los costos registrados por el ICE en términos contables más las compras de energía, y corresponden a costos medios del sistema de distribución en general, es decir, válidos para el sector residencial, general, comercial e industrial.

Cuadro 2.4. Costa Rica: Cálculo del subsidio eléctrico para el sector residencial del ICE empleando costos medios. Año 2002

Bloque de consumo	Clientes			Energía			Precio Promedio	Costo Medio	Diferencia	Subsidio
	Cantidad	%	% acum.	KWh	%	% acum.	¢/KWh	¢/KWh	Colones	Miles Colones
0-30	33 761	8,0%	8,0%	3 850 571	0,4%	0,4%	65,24	29,25	-35,99	- 138 582
31-50	15 216	3,6%	11,7%	7 446 525	0,8%	1,2%	20,67	29,25	8,58	63 916
51-100	54 364	13,0%	24,6%	50 751 718	5,3%	6,5%	20,67	29,25	8,58	435 368
101-150	78 144	18,6%	43,3%	118 289 384	12,4%	18,9%	20,68	29,25	8,57	1 013 813
151-200	78 793	18,8%	62,0%	165 503 354	17,3%	36,2%	20,68	29,25	8,57	1 417 883
201-250	61 398	14,6%	76,7%	165 066 352	17,3%	53,4%	22,20	29,25	7,05	1.164.287
251-300	39 393	9,4%	86,1%	129 214 148	13,5%	66,9%	24,47	29,25	4,78	618.242
301-400	35 212	8,4%	94,5%	144 151 881	15,1%	82,0%	27,30	29,25	1,95	280.946
401-500	11 706	2,8%	97,3%	62 118 492	6,5%	88,5%	30,51	29,25	-1,26	-78.143
501-600	4 632	1,1%	98,4%	30 237 953	3,2%	91,7%	32,53	29,25	-3,28	-99.193
601-800	3 618	0,9%	99,2%	29 642 037	3,1%	94,8%	34,33	29,25	-5,08	-150.538
801-1000	1 423	0,3%	99,6%	15 147 600	1,6%	96,3%	35,92	29,25	-6,67	-100.999
1001-1500	1 225	0,3%	99,9%	17 588 391	1,8%	98,2%	37,31	29,25	-8,06	-141.726
1501 y +	623	0,1%	100,0%	17 465 995	1,8%	100,0%	39,16	29,25	-9,91	-173.109
TOTAL	419 508			956 474 401			30,83	29,25	-1,6	4 112 166

Fuente: Elaboración propia con base a datos de la DSE.

Dado el CMe, el subsidio aún alcanza a todos aquellos clientes cuyo consumo mensual de electricidad son inferiores a 400KWh, la tarifa eléctrica subsidiada sigue abarcando alrededor del 94% de los clientes de la institución.

Basados en el cálculo del subsidio empleando costos medios, para los consumos inferiores a 200KWh, el subsidio representa aproximadamente un 41% del precio de cada KWh en esos bloques de consumo, para los consumos ubicados entre 200KWh y 400KWh el subsidio promedio en ese rango representa alrededor de un 18% del precio para este rango de consumo.

Empleando el costo medio, el subsidio total neto es mayor comparado al subsidio total neto empleando el costo marginal. Para este caso se estima el monto total en 4.1 mil millones de colones, lo cual representa un 17% del total de ingresos que el sector generó en ese año por ventas de energía.

2.5 El gasto en electricidad

A continuación se procedió a estimar cuánto gastaron, aproximadamente, los hogares según decil de ingreso en electricidad como porcentaje del ingreso familiar disponible. Para ello se consideraron los datos de consumo promedio por decil de ingreso para las diferentes regiones del país (Anexo 2), provenientes de la encuesta de ingresos y gastos realizada en 1988, esto por no contar con datos actualizados sobre cada variable. Con eso se supone que la estructura de consumo de las familias costarricenses no ha variado de manera significativa para efectos del estudio.

El objetivo general de la Encuesta de ingresos y gastos es proveer información actualizada sobre la composición del presupuesto de los hogares, mediante el conocimiento de los ingresos y su destino en la adquisición de bienes y servicios. Las encuestas de ingresos y gastos constituyen un instrumento muy valioso para diseñar y evaluar las políticas públicas, ya que permiten obtener información socioeconómica de los hogares relacionada con la composición del presupuesto de los hogares y el destino del gasto que ejecutan las familias en la compra de bienes y servicios.

Sin embargo, los únicos datos actualizados sobre consumo promedio de electricidad se encuentran en la encuesta de Consumo Nacional de Energía en el Sector Residencial para el año 2001 realizada por la Dirección sectorial de Energía (DSE, 2002). La limitante presente para los efectos del análisis se refiere a que los datos de consumo se encuentran muy concentrados en tres segmentos a saber: popular, medio y medio alto.

La división en esta categoría de ingreso la realizó la DSE con base en la variable consultada como grupo socioeconómico. La encuesta definió grupo socioeconómico popular al hogar que recibió la calificación de grupo socioeconómico (por parte del entrevistador) de 4 o menos y sus ingresos familiares declarados fueron menores de ₡75 000 mensuales. El grupo socioeconómico medio (incluye medio bajo y alto) se le denominó al hogar que recibió la calificación de grupo socioeconómico (por parte del entrevistador) de 5 a 7 con ingresos familiares declarados iguales o superiores a ₡75 000 pero inferiores a

¢250.000.00 por mes. Finalmente, se consideró como grupo medio alto y alto al hogar que obtuvo la calificación de grupo socioeconómico (por parte del entrevistador) de 8 ó más, con ingresos familiares declarados iguales o superiores a ¢250 000 por mes. La estructura de consumo promedio establecida por la DSE fue la siguiente:

Cuadro 2.5. Estimación del consumo promedio de energía eléctrica mensual y anual por vivienda según grupo socioeconómico. (en KWh)

<i>Grupo Socioeconómico</i>	<i>Consumo promedio mensual</i>	<i>Consumo promedio anual</i>
Popular	186.9	2243.0
Medio	252.9	3034.8
Alto	315.5	3785.5

Fuente: DSE, 2002

Empleando la clasificación por ingreso de la DSE se procedió a comparar la estructura de consumo de electricidad por decil de ingreso de 1988 ubicada según el ingreso por hogar per cápita disponible al 2002 proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (Anexo 3), de tal forma se tomaron los deciles para el total del país y construyeron tres clases para obtener un consumo promedio en tres segmentos y compararlos con los resultados de la DSE.

La construcción de las clases según el ingreso reportado para el 2002 fue la siguiente: para el caso del total del país el decil I y II fueron catalogados y promediados para obtener el promedio de consumo para ese año de la clase popular, los deciles del III al VI constituyen el grupo socioeconómico medio y del VII al X la clase socioeconómica alta. Según la encuesta de ingresos y gastos empleada, los deciles I y II tienen ingresos inferiores a ¢20 000, para los deciles del III al VI los ingresos se ubican entre un rango de ¢20 001 hasta ¢52 990, finalmente para los últimos cuatro deciles los ingresos van de los ¢52 291. Como se aprecia la confección de los grupos en términos del ingreso no necesariamente coincide con la presentada por la DSE, esto obviamente se debe a que la encuesta del INEC no ha sido actualizada hasta el momento, es decir, existe una sub-estimación de los ingresos. Sin embargo, la agrupación por deciles considerando el consumo promedio sí refleja de una mejor forma la segmentación en estos tres grupos socioeconómicos.

Los cálculos mostraron que el consumo promedio del grupo socioeconómico denominado popular según los datos de 1988 actualizados por el ingreso promedio percibido por esos hogares en el 2002 es de 151.9 KWh mensuales. En el caso del grupo socioeconómico medio es de 249.76KWh mensuales y para el grupo medio-alto es de 373.04. Esto muestra que para el caso del grupo socioeconómico medio no se han dado cambios significativos en su estructura de consumo, sin embargo, el grupo popular estaría aumentando su estructura de consumo en un 18%, aproximadamente.

De igual manera el grupo medio-alto estaría experimentando un aumento en su estructura de consumo de electricidad en un 15% respecto a 1988. Por tanto, es importante tener en cuenta esta consideración ya que al no existir estadísticas para actualizar el consumo mensual promedio por decil de ingreso, se trabaja con la estructura de consumo que se tiene de 1988.

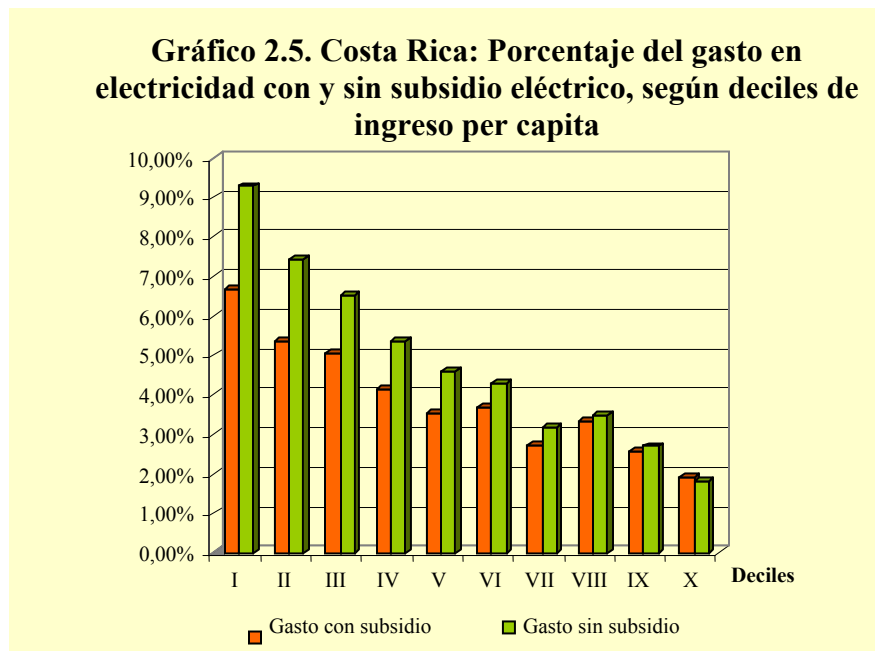
Por otra parte, otras de las variables a considerar en los cálculos fueron el precio promedio para el respectivo bloque de consumo y el ingreso por hogar para las diferentes regiones del país según deciles de ingreso per cápita del hogar para el año 2002.

A continuación se procedió a multiplicar el consumo de cada decil de ingreso por el precio de la electricidad para el consumo respectivo, de allí se obtuvo el gasto en electricidad de las familias para cada decil de ingreso, por región, con subsidio (Ver anexo 2). Posteriormente, se procedió a calcular cuanto representaban los diferentes niveles de gasto respecto al ingreso de los hogares disponible reportado por el INEC para el 2002 (Ver Anexo 4) y se conformó la estructura de gasto en electricidad, por deciles, como porcentaje del ingreso para ese año.

Para considerar el efecto de la eliminación del subsidio dentro de la estructura de gasto se calculó multiplicando el consumo promedio de los diferentes deciles por región por el precio de la electricidad. En este caso se supuso que los consumidores pagarían al menos el costo marginal de baja tensión con lo cual se eliminó completamente el subsidio (Anexo 5).

De esta manera y considerando nuevamente el ingreso se obtuvo la estructura porcentual de gasto en electricidad sin subsidio (Ver anexo 4).

Al analizar el gasto en electricidad como porcentaje del ingreso con subsidio se tiene que para el total de los hogares del país el gasto en electricidad representa un componente significativo del ingreso familiar disponible. Siendo los hogares ubicados en los primeros deciles quienes gastan más como porcentaje del ingreso en electricidad, tal y como se puede observar en el Gráfico 2.4. Del primer al cuarto deciles consumen entre un 6% y un 4% del ingreso en electricidad, el porcentaje comienza a reducirse conforme el ingreso disponible por hogar es mayor, representando aproximadamente entre 3% y 2% del gasto en electricidad respecto al ingreso para los últimos deciles.



Si se recalcula el gasto eliminando el subsidio, la estructura de gasto respecto a electricidad aumenta en mayor proporción respecto a los hogares que se ubican en los primeros deciles, así para el decil I y II la eliminación del subsidio representa un incremento del 2.6% y 2.08%, respectivamente, del gasto en electricidad, del III al V decil el incremento en el precio vía la eliminación del subsidio incrementa entre 1.5% y 1% el gasto en electricidad y para los últimos deciles el aumento en el gasto es menor a un 1%.

Según las diferentes regiones de planificación, el gasto en electricidad es mayor, conforme el ingreso familiar es menor, es decir representa un porcentaje mayor del gasto dado su ingreso, y de igual manera el aumento en el precio de la electricidad varia el gasto de manera más negativa para los primeros deciles de ingreso, haciendo que la eliminación del subsidio afecte de manera poco significativa a los deciles de ingreso más altos.

2.6 Efectos en la distribución del ingreso

En esta sección se analiza el impacto que tiene el subsidio eléctrico del sector residencial sobre la distribución del ingreso, considerando la estructura de consumo eléctrico por decil de ingreso (Ver Anexo 6).

Para estimar este impacto, dado el subsidio por bloques de consumo calculado en la sección anterior (Ver cuadro 2.1), se procedió a estimar el monto del subsidio según los diferentes niveles de consumo de electricidad (en KWh mensuales) correspondientes a cada decil de ingreso, posteriormente este monto fue adicionado al ingreso promedio respectivo de cada decil .

Para analizar los efectos redistributivos del subsidio, por un lado, se calculo el Coeficiente de Gini¹³ del subsidio para establecer la regresividad o progresividad del subsidio y, por otro, se procedió a calcular los respectivos coeficientes de Gini para el ingreso per cápita por hogar por decil de ingreso, tanto sin subsidio como con subsidio, con el fin de visualizar más claramente el efecto del subsidio sobre la distribución del ingreso.

El coeficiente de Gini muestra la regresividad o progresividad con su signo, correspondiente al positivo el primer caso y negativo para el segundo (Sauma y Trejos, 1990). En este caso la regresividad se refiere a una mejor distribución del subsidio hacia

¹³ El coeficiente de Gini es uno de los índices mayormente utilizados para medir desigualdades, Gini 1912, definió su conocida medida de desigualdad en los siguientes términos cuando se dispone de datos no agrupados

como en este caso:
$$CG = \frac{\sum_{i=1}^n (P - Y_i)}{jj}$$

los grupos de menores ingresos, contrario a la progresividad que indicaría una distribución del subsidio a favor de los grupos sociales con mayores ingresos.

La Curva de Lorenz, se grafica posteriormente para visualizar la distribución entre los diferentes percentiles de ingreso. En este sentido, se compara la situación sin subsidio versus la situación con subsidio al ingreso. Los cálculos se realizaron para el país en general y por región de planificación.

Para efectos de interpretación, al analizar la distribución del ingreso, entre más alejada este la curva de Lorenz de la línea de perfecta igualdad, mayor será la desigualdad en la distribución del ingreso causada por el efecto del subsidio en la electricidad.

Antes de proceder a presentar los cálculos, vale la pena hacer algunas aclaraciones sobre los mismos, de manera que nos permita visualizar los alcances de la presente investigación dados los datos disponibles.

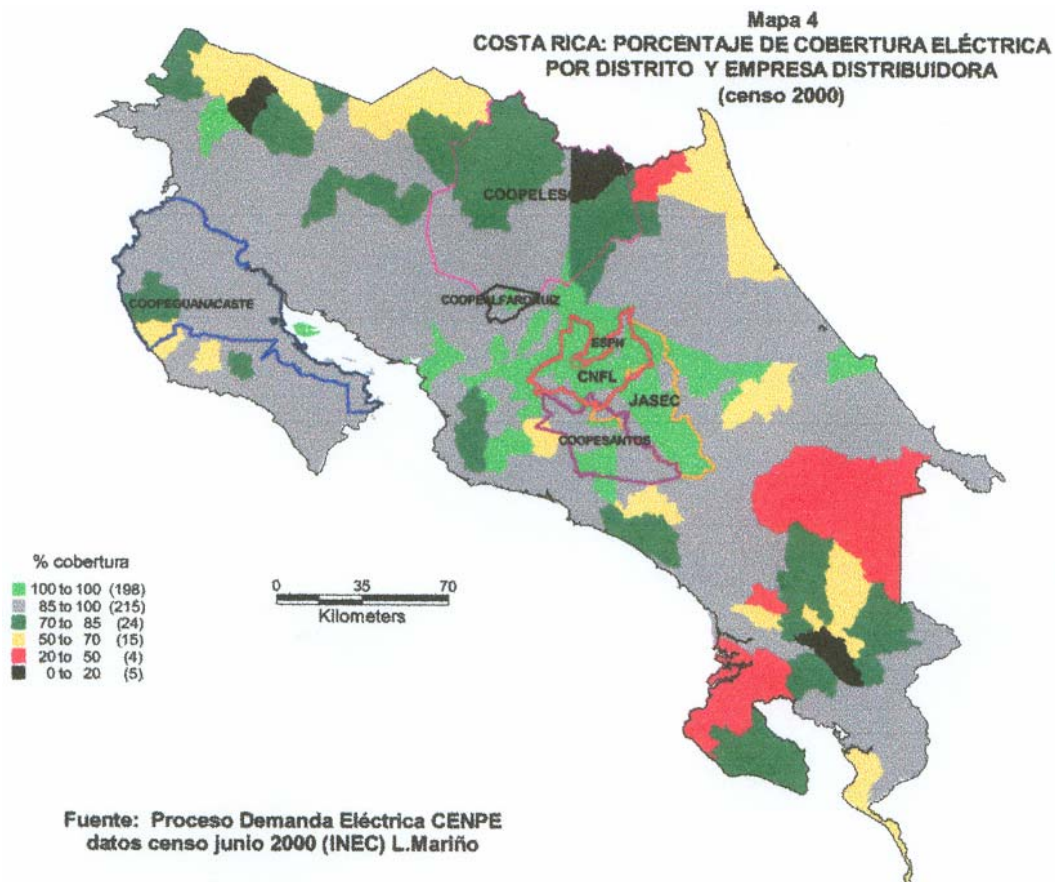
1. Al no contarse con una encuesta de ingresos y gastos recientes, se están empleando los niveles de ingreso y consumo de electricidad, por decil de ingreso per cápita por hogar y mensuales, correspondientes a la encuesta de ingresos y gastos realizada por el INEC en 1988. Por lo cual, debe considerarse que desde ese período a la fecha se han dado modificaciones en la estructura de consumo y de ingreso de la población¹⁴.
2. Si bien el monto del subsidio se obtiene para el ICE, los efectos en el ingreso se aplican considerando la población total del país o por región, ya que el INEC no posee una distribución para las familias, sus ingresos, y su consumo de electricidad correspondiente únicamente para los clientes servidos por ICE.

¹⁴ Sin que esto sea una justificación para el empleo de estos datos, vale la pena mencionar que los datos de dicha encuesta son los que se utilizan para tomar decisiones, como por ejemplo, los ajustes salariales. Sin embargo el INEC planea para el 2004 realizar una actualización de la encuesta cuyos datos probablemente estarán listos para finales del 2004 e inicio del 2005.

La Figura 2.1, muestra la cobertura eléctrica según las diferentes empresas distribuidoras, como se puede apreciar el ICE es quien tiene a su cargo una mayor proporción del territorio para brindar el servicio eléctrico, la excepción se da en la región central del país que es servida por la CNFL, JASEC y ESPH, y considerando algunas pequeñas porciones del territorio servidas por empresas de electrificación rural.

Por lo anterior, es valido calcular los efectos en la distribución del ingreso para todas las regiones de planificación en las cuáles el país se ha dividido. Aunque la región central no es servida por el ICE, los resultados obtenidos para esta región permiten considerar los efectos que una política de este tipo tendría en la población servida por otras empresas distribuidoras.

Figura 2.1. Costa Rica: Cobertura eléctrica por empresa distribuidora, según censo 2000.



En el Cuadro 2.6, se presentan las estimaciones para los respectivos coeficientes de Gini, tanto para el total del país como por región de planificación. Para el total del país como para las regiones de planificación el Gini del ingreso oscila entre 0,37 y 0,39¹⁵, a excepción de la región Chorotega donde el Gini es de 0,44 y la región Húetar Atlántica donde es de 0,28.

Cuadro 2.6. Coeficientes de Gini con y sin subsidio en electricidad, total del país y por regiones. Costa Rica, 2002.

<i>Región</i>	<i>Con subsidio</i>	<i>Sin subsidio</i>	<i>Gini del subsidio</i>
<i>Total Costa Rica</i>	0,3871	0,3897	-0,1913
<i>Región Central</i>	0,3773	0,3756	-0,0281
<i>Región Chorotega</i>	0,4307	0,4451	-0,0246
<i>Región Pacífico Central</i>	0,3684	0,3741	0,0581
<i>Región Brunca</i>	0,3819	0,3950	0,0954
<i>Región Húetar Atlántica</i>	0,2836	0,2864	-0,0012
<i>Región Húetar Norte</i>	0,3876	0,3896	-0,0010

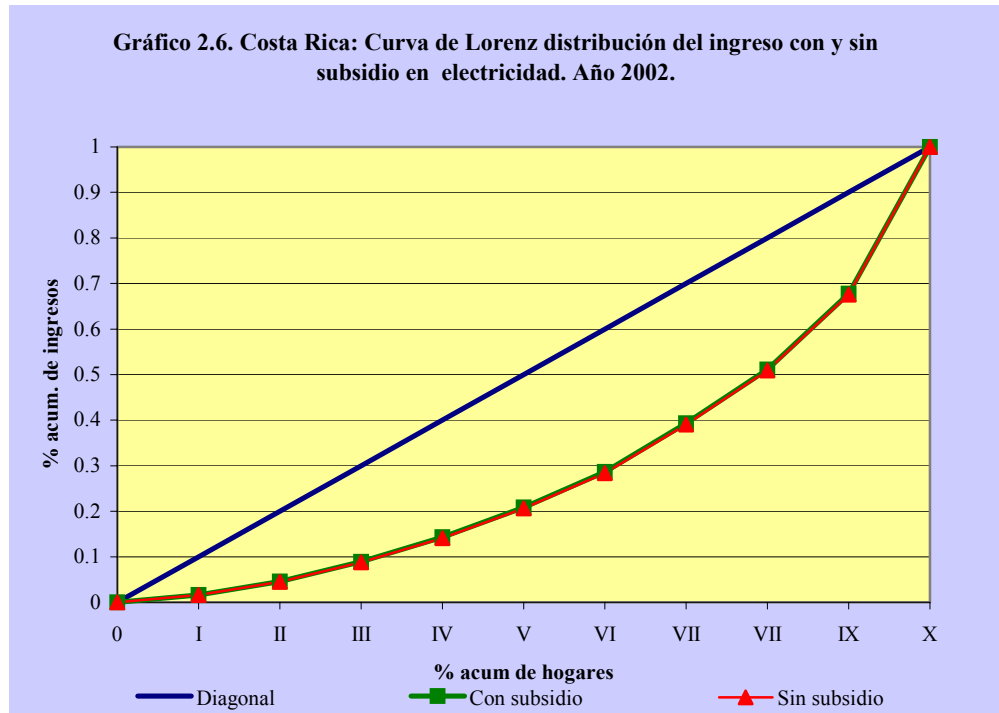
En todos los casos al calcular el Gini del ingreso con y sin subsidio se puede concluir que el subsidio no afecta de manera significativa la equidad en la distribución del ingreso, es decir, las variaciones en el ingreso causadas por el subsidio eléctrico no son lo suficientemente grandes como para afectar el Gini. Lo anterior se debe al bajo monto que representa el subsidio promedio como porcentaje del ingreso familiar per cápita promedio.

En el caso de la región chorotega lo que se evidencia es una mejor distribución de los ingresos con y sin subsidio que el resto de la regiones, contrariamente, la región Húetar Atlántica que presenta un deterioro respecto al resto, pues los ingresos se distribuyen de manera menos equitativa, sin embargo en ambos casos la inclusión del subsidio no afecta significativamente la distribución del ingreso.

A continuación se presenta la gráfica de Lorenz para clarificar de una mejor manera los resultados que se desprenden de comparar los Coeficientes de Gini tanto con subsidio como sin el mismo. La gráfica muestra en la línea diagonal una situación de distribución perfecta, ya que cada familia estaría recibiendo el mismo ingreso medio. Si la línea se ubica debajo

¹⁵ El valor Gini del ingreso estimado en la presente investigación, es muy similar al estimado en otras investigaciones realizadas con anterioridad. A manera de ejemplo, Nowalski (2003) estimó para el año 1999 el Gini del ingreso obteniendo un valor de 0.39.

de la diagonal existirá desigualdad o regresividad en la distribución pues las familias más pobres estarían recibiendo menos (Trejos, 2003). Si por el contrario, la curva de Lorenz se encuentra por arriba de la diagonal, el gasto sería progresivo pues los más pobres reciben más que su peso poblacional.

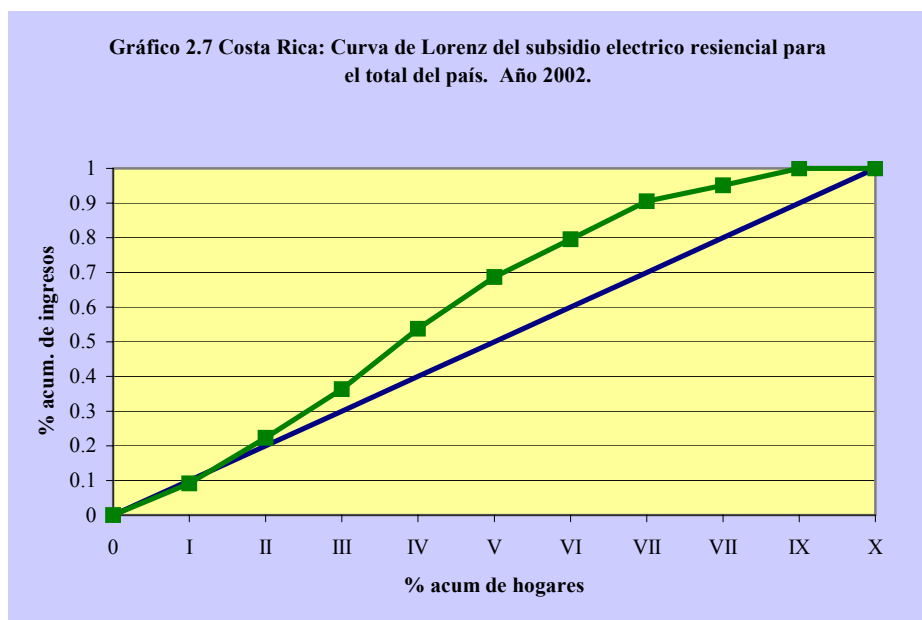


Aunque se presenta únicamente la grafica de la curva de Lorenz para el total del país, en el Anexo 8, pueden observarse las distintas gráficas de Lorenz para cada región de planificación del país, sin embargo, para efectos de análisis los resultados son los mismos que se derivan del total del país.

Como se observa en el Gráfico 2.6, la línea por debajo de la diagonal de color rojo muestra como se distribuye el ingreso entre los diferentes percentiles de la población, una vez adicionado el monto del subsidio al ingreso se obtiene el respectivo porcentaje de ingresos acumulado para cada percentil, posteriormente, se agregó la curva de Lorenz de color verde lo cual evidencia que la inclusión del subsidio eléctrico no mejora la distribución del ingreso de manera significativa.

Cuando se analiza la progresividad o regresividad del subsidio por medio del coeficiente de Gini y la curva de Lorenz este si varían según la región de planificación de que se trate.

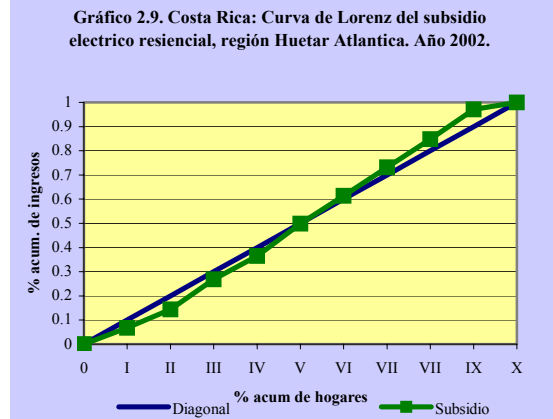
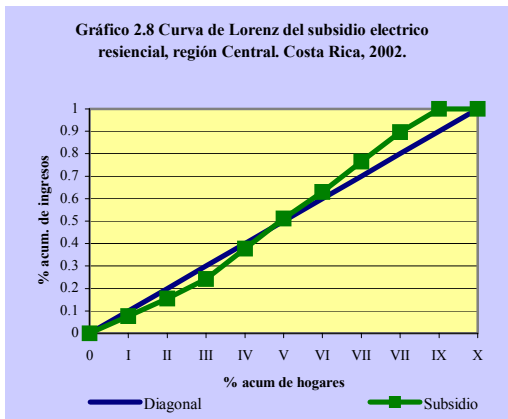
El gráfico 2.7 muestra la curva de Lorenz para el total del país, esta se ubica por encima de la línea de perfecta igualdad, lo cual significa que para el total del país existe una alta progresividad del subsidio. En los primeros dos deciles de ingreso el subsidio se distribuye de forma equitativa pues la Lorenz cae sobre al diagonal, sin embargo, desde el tercer decil y hasta al séptimo se nota una alta concentración del mismo, es decir, lo están percibiendo en una proporción mayor segmentos que se ubican en los deciles de ingresos medios. Finalmente, para el octavo y noveno decil comienza a reducirse la concentración del subsidio, estos deciles captan una menor proporción del subsidio, siendo nulo para el décimo decil.



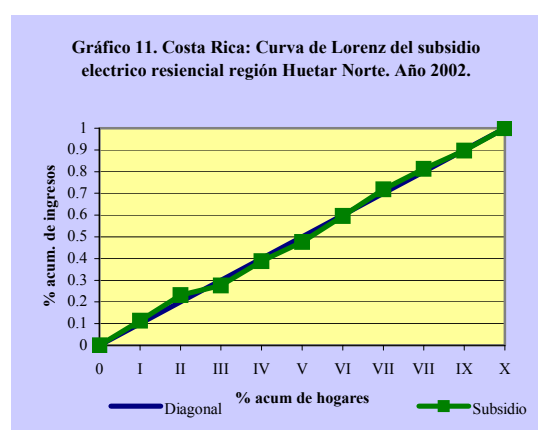
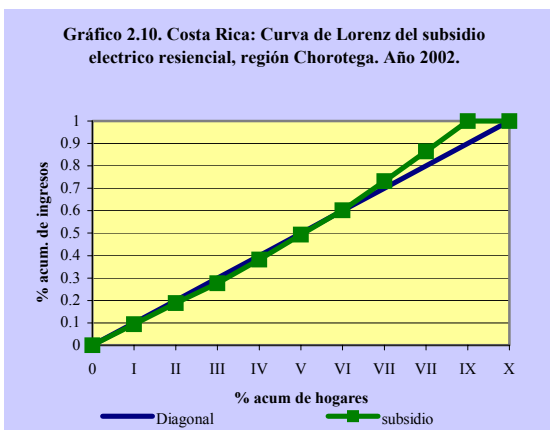
El coeficiente de Gini muestra en la regresividad o progresividad con su signo. Para el caso del total del país, el signo negativo del Gini (Ver Cuadro 2.5) muestra, como se mencionó antes, la progresividad del subsidio.

Dada la progresividad del subsidio, como se pudo constatar al observar los coeficientes de Gini tanto con subsidio como sin subsidio y su respectiva curva de Lorenz, éste incide tan

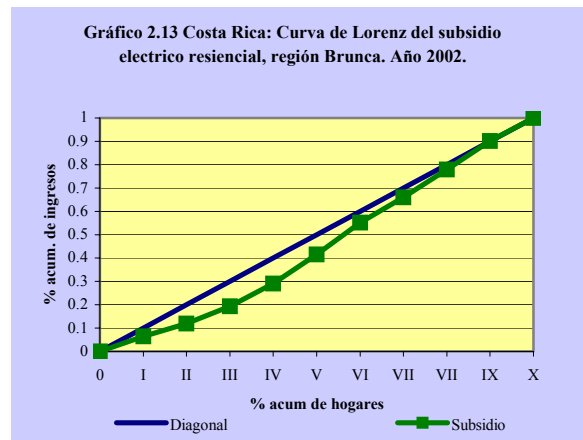
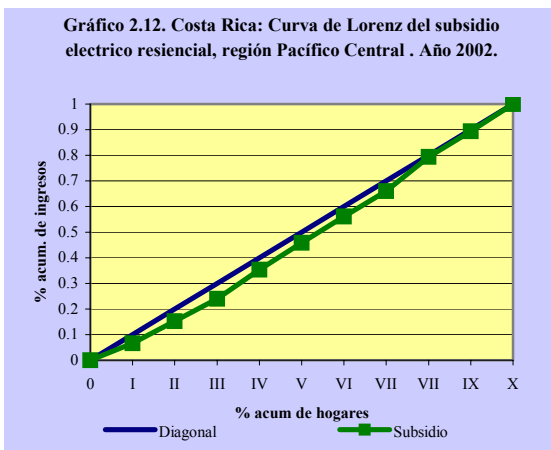
poco sobre los ingresos que no altera significativamente la distribución del ingreso. En el caso del total del país, la progresividad muestra que no se distribuye el subsidio de acuerdo a los objetivos con que fue creado pues en una gran proporción es captado por la clase media.



Para el caso de la región Central y Huetar Atlántica, aunque el coeficiente de Gini tienen el signo negativo, el subsidio no es completamente progresivo como se nota al ver la Curva de Lorenz del Gráfico 2.8 y 2.9, para los primeros cuatro deciles existe una ligera regresividad, posteriormente se vuelve progresivo a favor de los deciles de más altos ingresos. Sin embargo, esto ejemplifica como el subsidio no es capturado por los deciles de ingreso más bajos, más bien es distribuido entre los deciles de ingresos mayores.



Cuando se analizan los coeficientes de Gini para las región Chorotega y Huetar Norte, a pesar de ser negativos, lo cual muestra cierto grado de progresividad, éstos son muy cercanos a cero, y tal y como se observa en la curva de Lorenz respectiva la distribución del subsidio en estas regiones es bastante equitativa. La excepción la presenta la región Chorotega, a partir del séptimo decil y hasta el noveno donde se da una mayor distribución del subsidio a favor de esos deciles de ingresos mayores.



Como se observa en la gráfica 2.12 y 2.13, para la región Pacífico Central y Brunca la distribución del subsidio posee un comportamiento similar, los respectivos coeficientes de Gini son positivos, lo que muestra cierta regresividad en el subsidio, entre el primero y el séptimo decil, como se clarifica con el diagrama de Lorenz, en ambas regiones existe cierta inequidad en la distribución del subsidio de esos deciles, posteriormente para los restantes deciles el subsidio se distribuye de manera equitativa.

CAPÍTULO III: ESTIMACIÓN DE LOS EFECTOS DEL SUBSIDIO EN LA DEMANDA ELÉCTRICA RESIDENCIAL

El presente capítulo tiene como objeto realizar una estimación de la elasticidad precio de la demanda por electricidad para el sector residencial de el ICE. De manera que se pueda contar con un cálculo de la variación que resultaría en la cantidad demandada ante cambios en el precio de la electricidad dada una eliminación del subsidio eléctrico.

En este sentido, los resultados permitirán obtener conclusiones acerca de los cambios en el consumo vía cambios en el precio, esto para determinar los efectos económicos y ambientales en función de una política que elimine o reduzca en un determinado porcentaje el monto del subsidio. En este capítulo nos centraremos más en los efectos de carácter económico, para en el siguiente considerar los efectos que conlleva a la eliminación del subsidio sobre el ambiente.

3.1. Especificación del modelo

En el sector residencial, la demanda por electricidad resulta de una demanda derivada de los servicios que brinda la misma. En el caso residencial, el uso de la energía deviene de una serie de necesidades como la iluminación, la cocción, lavado, entretenimiento, planchado y enfriamiento principalmente.

Para calcular la elasticidad precio de la demanda se procedió a estimar un modelo considerando las variables que, según la teoría y las diferentes realizaciones prácticas elaboradas, explican el consumo de electricidad. En este sentido, las variables relacionadas con la demanda de electricidad a considerar son las siguientes:

Variable dependiente:

Las ventas eléctricas realizadas al sector residencial por parte de el ICE. La variable ventas se utiliza en este caso como una variable que mide el consumo de energía eléctrica dado que en el sector eléctrico lo que se vende es exactamente igual a lo que se demanda.

Variables independientes:

Como variable independiente se usara el número de abonados, se espera que tenga una relación positiva con el consumo eléctrico, es decir, al incrementarse el número de abonados las ventas de electricidad deben incrementarse en alguna proporción. Por lo tanto, el valor esperado del coeficiente que mide los cambios en el consumo ante cambios en el número de abonados debería ser positivo.

El PIB ó PIB per cápita, permitirá estimar como cambia el consumo o las ventas eléctricas ante cambios en el ingreso (elasticidad ingreso). El valor del coeficiente se espera sea positivo dado que aumentos en el ingreso generarían un incremento de alguna proporción en el consumo de electricidad, dada una distribución del ingreso.

El precio de la electricidad permitirá estimar la elasticidad precio de la demanda. Por medio del coeficiente de la variable precio se podrá contar con una aproximación de como se altera la demanda ante cambios en el precio de la electricidad. Se espera un signo del coeficiente negativo dado la relación inversa entre precio y cantidad.

El precio del gas licuado se incluye pues resulta en un bien sustituto de la electricidad. Dada la relación entre el gas licuado y la electricidad, el coeficiente del primero nos permite obtener la elasticidad cruzada de la demanda. El signo debería ser positivo dado que un aumento del precio del gas licuado es de esperar provoque un aumento en el consumo de electricidad.

Lo que nos interesa en este capítulo es estimar elasticidades, en particular la elasticidad precio de la demanda por electricidad, por lo que se procede a optar por especificar el modelo en una forma funcional no lineal sino logarítmica. En la econometría a tales modelos se les denomina modelos log-log, donde los coeficientes obtenidos miden la elasticidad de la variable independiente (precio, ingreso) con respecto a la variable dependiente (consumo, demanda). Es decir, el cambio porcentual en la variable dependiente ante un pequeño cambio porcentual en la variable independiente dado (Gujarati, 1997).

La forma funcional y especificación del modelo a estimar originalmente es la siguiente:

$$\text{Logventas} = \beta_1 + \beta_2 \text{Logabonados} + \beta_3 \text{Logpib} - \beta_4 \text{Logprecios} + \beta_5 \text{Logpreciosgas}$$

Donde,

Logventas = Logaritmo de las ventas de electricidad del ICE al sector residencial.

Logabonados = Logaritmo del número de abonados del ICE.

Logpib = Logaritmo del producto interno bruto.

Logprecios = Logaritmo del precio de la electricidad para el sector residencial ICE.

Logpreciosgas = Logaritmo del precio del gas licuado del petróleo

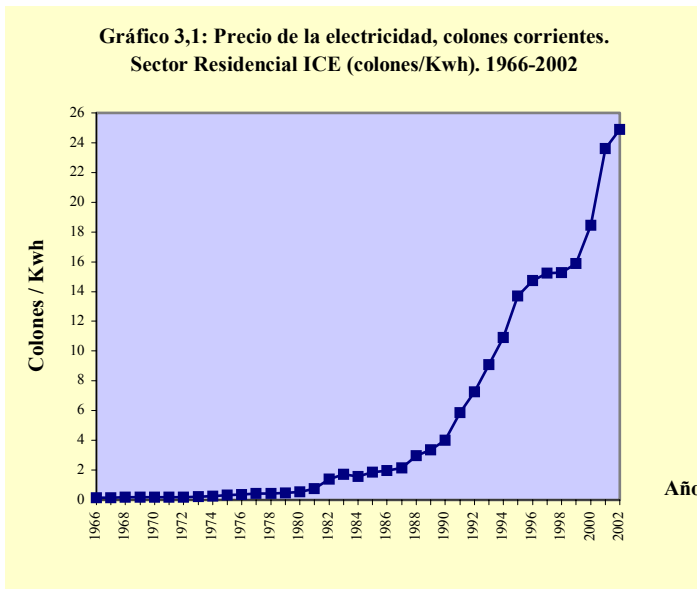
3.2. Datos utilizados

Los datos utilizados provienen principalmente de las estadísticas que recolecta la DSE respecto a las variables que se relacionan con el consumo eléctrico. Para el último año se utilizarán estadísticas de el ICE, ya que en el caso específico del año 2002 la base de datos de la DSE no se encontraba actualizada. Las variables económicas como PIB y PIB per cápita se estimaron para el 2002 basadas en las estadísticas anteriores que emite la DSE.

Las series de tiempo de las variables empleadas son anuales y las monetarias están expresadas en colones constantes, esto con el fin de eliminar el efecto inflacionario. Para el caso del PIB y PIB per cápita, están expresados en colones constantes de 1966, los precios

de la electricidad y del gas licuado se transformaron en términos reales considerando la respectiva inflación anual en cada caso.

En la construcción del modelo se decidió utilizar el período que comprende desde 1966 hasta el 2002, porque es la base de datos con que cuenta la DSE y que publica en su Memoria Estadística del Sector Energía.

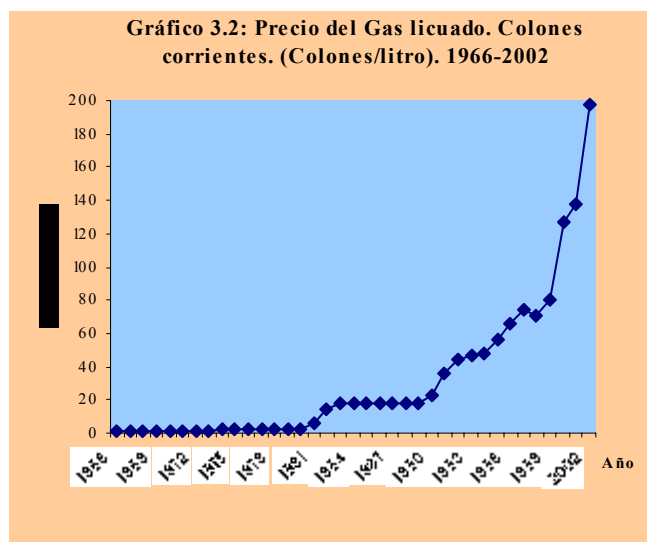


El precio de la electricidad, como se observa en el Gráfico 3.1, se mantiene bastante estable hasta el año 1981 con una tasa de crecimiento baja. Posteriormente inicia un crecimiento mas acelerado hasta 1991 y hasta la fecha se da un incremento gradual en la estructura tarifaria, pasando de aproximadamente ₡6/KWh en 1991 hasta aproximadamente

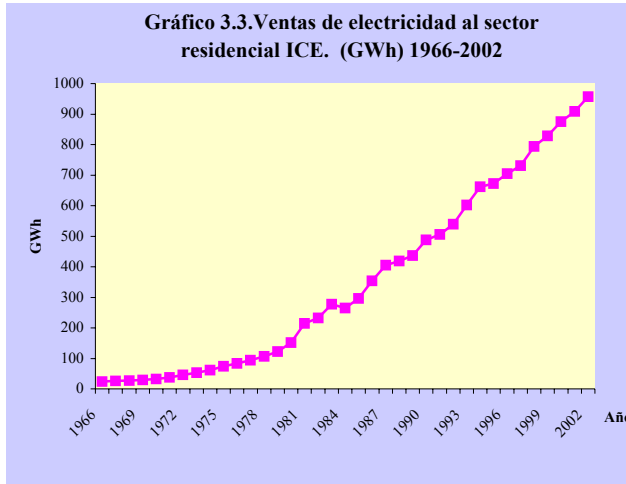
₡24/KWh en el año 2002. En este sentido, un factor que puede haber jugado un papel importante es el incremento en los precios del petróleo, entre otros factores debido a los conflictos bélicos internacionales.

Parte de ese aumento acelerado en esos últimos diez años se relaciona con la necesidad de reducir el monto del subsidio que se le brinda al sector, por medio de un proceso denominado convergencia tarifaria.

En cuanto al precio del gas (Gráfico 3.2), éste muestra un comportamiento similar al precio de la electricidad.



Hasta 1980 el precio del gas se mantuvo con muy leves variaciones. Posteriormente se dieron incrementos proporcionalmente mayores a partir de 1998.



Las ventas de electricidad han mantenido un comportamiento creciente durante el período 1966-2002. En promedio las ventas de energía al sector residencial han crecido aproximadamente en un 6% anual, durante los últimos diez años. Este, en el 2002 demandó aproximadamente un 40% del total de la energía ofertada por el ICE.

3.3. Los resultados

Primeramente, se realizó una regresión incluyendo todas las variables independientes mencionadas en el punto anterior. El resultado de la ecuación estimada presentó coeficientes estadísticamente no significativos, por lo que se procedió a realizar varias pruebas omitiendo algunas variables o agregando otras para elegir el modelo que presentara el mejor ajuste, con coeficientes estadísticamente significativos y los signos esperados. El Cuadro 3.1 presenta a continuación resume los diferentes modelos estimados.

Cuadro 3.1 Modelos estimados, signos esperados y significancia estadística

Modelo	Signos esperados	Significancia estadística
1. $\text{Logventasiceres} = \beta_1 - \beta_2\text{Logprecioses} + \beta_3\text{Logpreciogas} + \beta_4\text{Logabonados} + \beta_5\text{LogPib}$	Sí	No
2. $\text{Logventasiceres} = \beta_1 - \beta_2\text{Logprecioses} + \beta_3\text{Logpreciogas} + \beta_4\text{Logabonados}$	Sí	No
3. $\text{Logventasiceres} = \beta_1 - \beta_2\text{Logprecioses} + \beta_4\text{Logabonados} + \beta_5\text{LogPib}$	Sí	No
4. $\text{Logventasiceres} = \beta_1 - \beta_2\text{Logprecioses} + \beta_3\text{Logpreciogas} + \beta_5\text{LogPib}$	Sí	Si
5. $\text{Logventasiceres} = \beta_1 - \beta_2\text{Logprecioses} + \beta_3\text{Logpreciogas} + \beta_5\text{LogPibpercapita}$	No	No
6. $\text{Logventasiceres} = \beta_1 - \beta_2\text{Logprecioses} + \beta_3\text{Logpreciogas} + \beta_5\text{LogPib} + \text{Logventasiceres}_{(-1)}$	Sí	No
7. $\text{Logventasiceres} = \beta_1 - \beta_2\text{Logprecioses} + \beta_3\text{LogPib} + \text{Logventasiceres}_{(-1)}$	Sí	Si
8. $\text{Logventasiceres} = \beta_1 - \beta_2\text{Logprecioses} + \beta_3\text{LogPib}$	Sí	No

Los resultados que se desprenden de cada uno de estos modelos pueden verse en el anexo 7. Como se muestra en el Cuadro solo los modelos 4 y 7 presentaron significancia estadística y consistencia con la teoría. Es decir, el signo de los coeficientes es el correcto, de ahí, que se procediera a analizar los mismos pues era los más robustos teórica y estadísticamente. Sin embargo, eso no los excluye de los problemas clásicos de la modelación, para lo que se realizarán las respectivas pruebas.

El modelo, donde $\text{Logventasiceres} = \beta_1 - \beta_2\text{Logprecioses} + \beta_3\text{Logpreciogas} + \beta_5\text{LogPib}$, presentó coeficientes estadísticamente significativos y los signos esperados. Sin embargo, se encontró el problema de auto correlación.

Se procedió a corregir el problema, por dos vías remediales. La primera incluyendo una variable autoregresiva de primer orden, al realizar esta inclusión no solo se continúa

teniendo problemas de autocorrelación sino que además los coeficientes se volvieron estadísticamente no significativos. Aunque se rezagó la variable varios periodos y se empleó como variable explicativa los mismos problemas continuaban surgiendo. La segunda medida remedial aplicada fue medias móviles, pero los problemas anteriormente citados continuaban apareciendo. Por esa razón, por lo que este modelo fue descartado ya que no fue posible eliminar la autocorrelación presente en dicho modelo.

Se procedió a la estimación del séptimo modelo del Cuadro 3.1, el cual mostraba significancia estadística y consistencia teórica. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Los coeficientes asociados a los precios miden la respectiva elasticidad precio y cruzada de la demanda, así como la elasticidad ingreso para el caso del PIB, el R^2 de 99% indica que las variables explican en ese porcentaje las ventas de electricidad del sector residencial de ICE. Sin embargo, se debe efectuar el análisis de la regresión para determinar si existen o no los tres problemas clásicos en los modelos de regresión (multicolinealidad, heteroscedasticidad y autocorrelación), así como buscar las medidas correctivas en el caso de existir alguno de estos problemas.

Cuadro 3.2. Resultados del modelo

Dependent Variable: LOGVENTASKWH

Method: Least Squares

Included observations: 36 after adjusting endpoints

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

$$\text{LOGVENTASKWH} = C(1) + C(2) * \text{LOGPRECIORESREAL} + C(5) * \text{LOGPIB} + C(6) * \text{LOGVENTASICERES}(-1)$$

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
<i>C(1)</i>	-2.377444	1.270367	-1.871463	0.0704
<i>C(2)</i>	-0.039670	0.014801	-2.680280	0.0115
<i>C(5)</i>	0.179681	0.094180	1.907847	0.0654
<i>C(6)</i>	0.955654	0.029483	32.41409	0.0000
R-squared	0.997866	Mean dependent var		19.19424
Adjusted R-squared	0.997666	S.D. dependent var		1.183350
S.E. of regression	0.057169	Akaike info criterion		-2.781157
Sum squared resid	0.104587	Schwarz criterion		-2.605210
Log likelihood	54.06082	F-statistic		4987.903
Durbin-Watson stat	2.368936	Prob(F-statistic)		0.000000

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que los estadísticos “t” son significativos, la probabilidad de cometer el error tipo I en lo que respecta al coeficiente c5 de aproximadamente 6%, en el caso de los coeficientes c2 y c6 se aproxima a cero. Eso significa que la probabilidad de aceptar una hipótesis que es falsa esta entre los límites aceptables de confianza.

El coeficiente de bondad de ajuste implica que los datos se ajustan bastante bien a la línea de regresión y que las variables independientes explican en un 99% la ventas de electricidad del sector residencial de ICE. Con un R² alto y t students significativos se puede sugerir que es probable la existencia de problemas de multicolinealidad¹⁶ en el modelo. Pero solamente se tendrá suficiente evidencia estadística si se realiza un análisis de correlación entre las variables explicativas.

¹⁶ Se refiere a una relación lineal exacta o aproximadamente exacta entre las variables explicativas.

Uno de los supuestos de modelo clásico de regresión es la no existencia de multicolinealidad. Sin embargo, de encontrarse se continuará obteniendo estimadores con propiedades MELI¹⁷, pero el problema es más grave de encontrarse los otros problemas dentro de este modelo.

Por medio del valor del estadístico “h” de Durbin Watson se puede determinar la existencia de autocorrelación¹⁸. De presentarse autocorrelación, significa que el cambio experimentado en una de las observaciones afectará a otra observación. La estimación de la regresión a través de MCO, en presencia de autocorrelación, producirá estimadores que a pesar de ser insesgados, dejan de tener varianza mínima y, por tanto, dejan de ser MELI.

Para verificar la existencia o no de heteroscedasticidad¹⁹ será necesario realizar la prueba de White. La heteroscedasticidad produce que el estimador no sea eficiente porque presentará una varianza de la regresión muy alta cuando se calcula mediante MCO. Por tanto, los intervalos de confianza resultan ser muy amplias y las pruebas t y F usuales darán resultados imprecisos.

3.3.1 Cumplimiento de los supuestos del modelo clásico

Multicolinealidad

Para poder identificar la presencia o no de multicolinealidad se procedió a estimar y analizar el grado de asociación lineal entre las variables. Los valores calculados para el coeficiente de correlación sugieren que existe suficiente evidencia estadística sobre la presencia de correlación en el modelo. Las ventas están fuertemente correlacionadas con el PIB, así mismo, los precios de la electricidad se correlacionan fuertemente con los precios del gas.

¹⁷ Mejor estimador lineal insesgado.

¹⁸ Se refiere a la autocorrelación o correlación serial entre las perturbaciones, por lo que los estimadores a pesar de ser insesgados deja de tener varianza mínima.

¹⁹ Se refiere al hecho de que las perturbaciones originadas en la regresión no son homoscedásticas, es decir, tienen diferentes varianzas.

Sin embargo, la multicolinealidad no se considera un problema grave en este modelo. Dado que ya se eliminaron las variables no relevantes y se considera que no se omiten variables importantes dentro del modelo que resulten significativas. Posteriormente, se ha realizado una transformación de las variables de forma lineal a logarítmica. Se considera que no existen medidas correctivas a la multicolinealidad que se puedan aplicar. En este sentido Gujarati (1997) plantea que “existen situaciones en las que la multicolinealidad puede no presentar un problema grave, como es el caso de un R^2 elevado y los coeficientes de regresión son significativos individualmente como lo muestran los altos valores “t”.

Heteroscedasticidad

El modelo no presenta heteroscedasticidad dado que se calculó el modelo sin realizar corrección por heteroscedasticidad y con corrección de White²⁰ por heteroscedasticidad para eliminar, de ser el caso, este problema.

Autocorrelación

En el caso de autocorrelación, el estadístico “d” Durbin Watson no es funcional para esta interpretación puesto que el modelo incluye una variable rezagada. Por tanto, se realizó la prueba gráfica cuyos resultados muestran que no existe autocorrelación en este modelo.

²⁰ Las estimaciones fueron realizadas con las opciones que proporciona el Eviews para estimar regresiones con o sin corrección por heteroscedasticidad.

Gráfico 3.4. Prueba de Autocorrelación y correlación parcial

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.095	0.095	0.3545	0.552
		2	0.172	0.165	1.5498	0.461
		3	0.274	0.253	4.6522	0.199
		4	-0.097	-0.173	5.0555	0.282
		5	0.105	0.043	5.5400	0.354
		6	-0.145	-0.208	6.5009	0.369
		7	-0.046	0.040	6.6018	0.471
		8	-0.092	-0.120	7.0139	0.535
		9	-0.053	0.112	7.1550	0.621
		10	-0.102	-0.164	7.7055	0.658
		11	-0.151	-0.038	8.9532	0.626
		12	-0.081	-0.143	9.3280	0.675
		13	-0.023	0.160	9.3587	0.745
		14	-0.085	-0.141	9.8127	0.776
		15	-0.140	-0.055	11.095	0.746
		16	-0.076	-0.190	11.491	0.778

Como prueba adicional para verificar la no presencia de autocorrelación se realiza la prueba “h” de durbin²¹. Para un p (d) de 2,368936, n = 36 y una varianza de 0,00869247289, el valor “d” estimado es: -1.33. Dado que h se encuentra entre -1.96 y 1.96 no debe rechazarse la hipótesis nula de que no hay autocorrelación de primer orden (Ho: p=0).

Luego de verificar que el modelo a excepción de la multicolinealidad, no presenta los otros problemas clásicos de los modelos de regresión, puede decirse que la ecuación: $\text{Logventasiceres} = \beta_1 - \beta_2 \text{Logpreciores} + \beta_3 \text{LogPib} + \text{Logventasiceres}_{(-1)}$ es la que mejor se aproxima a obtener estimaciones que mantengan los signos de los coeficientes esperados así como coeficientes estadísticamente significativos. Pues en general el estadístico “t” es superior a 2 en valor absoluto. Así mismo, para los coeficientes de la constante y el PIB puede decirse que son estadísticamente significativos a un nivel de significancia de aproximadamente 7%.

La demanda por electricidad del sector residencial varía inversamente al precio. La elasticidad precio de la demanda es de -0,039670, lo cual significa que ante un aumento de

²¹ $h = \left(1 - \frac{1}{2}d\right) \sqrt{\frac{n}{1 - n[\text{var}(\alpha_2)]}}$. “h” esta distribuida en forma asintóticamente normal con media cero y varianza unitaria. $\text{Pr}(-1.96 \leq h \leq 1.96) = 0.95$

real de 1% en el precio promedio del KWh en el sector residencial de el ICE implica una reducción de 0.03967% de la demanda eléctrica para esta empresa (medida en KWh).

El coeficiente de elasticidad precio de la electricidad calculado en esta sección resulta bajo si se compara con otros estudios realizados anteriormente. En un estudio realizado por la DSE en octubre del 1992, sobre las elasticidades de demanda en el sector energía, se estimó una elasticidad precio de la demanda de -0,124347 para el consumo de electricidad total. Así mismo, Leiva, 2001 (DSE); estimó la elasticidad precio de la demanda para el sector residencial del ICE obteniendo un coeficiente de -0,080652.

El coeficiente de elasticidad ingreso de la demanda de 0,179681 significa que ante un aumento de 1% en el PIB, la demanda por electricidad del sector residencial del ICE se incrementa en 0,179681%.

Antes de presentar algunos escenarios que reflejan la eliminación del subsidio vale aclarar que el bajo valor del coeficiente elasticidad obtenido, se debe a la inelásticidad que existe en el sector. Las características asociadas a este servicio particular hacen que los cambios en el precio generen un efecto pequeño en la cantidad demanda. Es decir, el sector es muy insensible ante estos cambios. Además, cuando el cambio efectivamente se produce el efecto tiende a desaparecer en períodos relativamente cortos de tiempo. De lo anterior, se desprende, la importancia de que una política basada en la eliminación de subsidio se acompañe con otro tipo de políticas que contribuyan a fomentar el uso racional y sostenible de éste bien.

3.4. Escenarios de elasticidad

El siguiente apartado tiene como fin presentar una estimación de los efectos que tiene la eliminación o reducción del subsidio en la cantidad consumida. A continuación se presentan cuatro escenarios donde se da una reducción del subsidio en 100%, 75%, 50% y 25% respectivamente, lo mismo equivale a incrementar el precio en dichos porcentajes.

Dada la relación inversa entre precio y cantidad, ante los sucesivos incrementos en el precio la cantidad demanda se debe reducir en un porcentaje determinado. El porcentaje de reducción en la cantidad es la elasticidad precio de la demanda estimada en el modelo del apartado 3.3. La elasticidad es relativamente baja en el sector residencial.

Con este ejercicio se pretende demostrar cuánto hubiese ahorrado el sector eléctrico residencial servido por ICE, en el año 2002, si sus precios hubiesen reflejado correctamente el costo de generar la electricidad. Visto de otra manera sería cuánto no tendría que haber generado para este bloque de consumo en cada caso.

Se considera como parámetro aquellos bloques de consumo subsidiados directamente en alguna proporción y se supone que paguen en el caso extremo el costo marginal de la electricidad ó, en otro sentido, un porcentaje mayor a lo que se paga en la actualidad. El ejercicio es de carácter demostrativo y para ello se considera el periodo en estudio.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores si los precios de la electricidad reflejan correctamente su costo de producción el consumidor tendrá señales más exactas del costo de usar los recursos por lo que es de esperar que los consuma de una manera más racional y eficiente. Una forma de lograr este objetivo es vía precios, pero debe quedar claro que esta política por sí sola no funcionara de manera efectiva de no ser que se acompañe con políticas de otro tipo, las cuales se recomendarán más adelante. Los efectos en el aumento del precio no son solo de carácter económico sino también ambiental pues si los recursos se emplean de manera más eficiente y eficaz se generaría un impacto positivo.

3.4.1 Escenario 1, reducción del subsidio en un 25%

A continuación se presenta el Cuadro 3.3, donde se observa el impacto que en la cantidad consumida y en los ingresos de la institución, tiene el efecto de una reducción del subsidio en un 25%, ó lo que equivale a un incremento en el precio en ese mismo porcentaje. Se consideran los bloques de consumo que efectivamente recibe un subsidio de manera directa para el período en análisis.

A cada uno de los niveles de consumo le corresponden diferentes montos de subsidio y por ende aplica un porcentaje diferente del subsidio. Por ejemplo, para los niveles de consumo que van desde los 31 a los 200 KWh, el monto del subsidio en el año 2002 fue de un 39% (Ver cuadro 2.2) por lo que un la eliminación del subsidio en un 25% representa aumentar el precio en ese bloque de consumo en un 9,75%. Así mismo para los consumos entre 301 hasta 400 KWh, donde el subsidio representaba un 5% del precio, la eliminación del subsidio en un 25% representa un incremento en el precio en un 1,25%.

Cuadro 3.3. Escenario 1: Impacto en la cantidad consumida ante una reducción de 25% del subsidio.

<i>Bloque de Consumo</i>	<i>Consumo KWh</i>	<i>Subsidio en colones</i>	<i>% del subsidio</i>	<i>Cantidad ahorrada (KWH)</i>	<i>Costo de generación (en Colones)</i>
31-50	7 446 525	8,07	9,75%	(28 801,86)	827 765
51-100	50 751 718	8,07	9,75%	(196 298,76)	5 641 626
101-150	118 289 384	8,06	9,75%	(457 522,64)	13 149 201
151-200	165 503 354	8,06	9,75%	(640 138,01)	18 397 566
201-250	165 066 352	6,54	7,25%	(474 743,21)	13 644 120
251-300	129 214 148	4,27	4,25%	(217 851,82)	6 261 061
301-400	144 151 881	1,44	1,25%	(71 481,31)	1 951 440
TOTAL	780 423 362			(2.086.837,61)	59 872 780

Fuente: Elaboración propia

En términos generales la reducción del subsidio en un 25%, es decir el efecto tiene el incremento en precios de un 25% sobre la cantidad demanda, le hubiese ahorrado al ICE aproximadamente de 2.087 MWh, en el año 2002. Es un monto relativamente bajo considerando la generación anual de la institución, pero por ejemplo, representaría aproximadamente el consumo promedio anual de 915 clientes residenciales de esta empresa en ese período. También puede compararse un poco menos del doble de lo que generó la planta térmica Barranca (1304 MWh) ese mismo año, ubicada en Puntarenas y que trabaja a base de diesel.

En términos económicos, utilizando el costo marginal de cada kilovatio hora proporcionado al sector residencial en el 2002, el costo de generar la electricidad ahorrada por concepto de eliminación del subsidio asciende a un monto de ¢59 872 780.

3.4.2 Escenario 2, reducción del subsidio en un 50%

El Cuadro 3.4 muestra los efectos de una reducción del subsidio en un 50%, la columna del % respecto al subsidio indica el porcentaje en que se incrementa el precio en cada bloque de consumo.

Cuadro 3.4. Escenario 2: Impacto en la cantidad consumida ante una eliminación de 50% del subsidio.

<i>Bloque de Consumo</i>	<i>Consumo KWh</i>	<i>Subsidio en colones</i>	<i>% del subsidio</i>	<i>Cantidad ahorrada (KWH)</i>	<i>Costo de generación (en Colones)</i>
31-50	7 446 525	8,07	19,5%	(57 603,71)	1 655 531
51-100	50 751 718	8,07	19,5%	(392 597,53)	11 283 253
101-150	118 289 384	8,06	19,5%	(915 045,27)	26 298 401
151-200	165 503 354	8,06	19,5%	(1 280 276,02)	36 795 133
201-250	165 066 352	6,54	14,5%	(949 486,42)	27 288 240
251-300	129 214 148	4,27	8,5%	(435 703,65)	12 522 123
301-400	144 151 881	1,44	2,5%	(142 962,63)	4 108 746
TOTAL	780 423 362			(4 173 675,22)	119 951 426

Fuente: Elaboración propia

En este caso la cantidad de energía que se hubiera dejado de consumir en el sector residencial de ICE sería de aproximadamente 4174 MWh, lo que equivale mas o menos a la generación anual en el 2002 de una planta hidroeléctrica como Cacao ó a la mitad de la lo que genera una planta térmica como San Antonio, ubicada en San José y que trabaja con bunker y diesel. Así mismo, los costos asociados a esa cantidad serían de aproximadamente ¢119 951 426, dicho costo no se incurriría si el subsidio se eliminara en éste porcentaje.

3.4.3 Escenario 3, reducción del subsidio en un 75%.

En el cuadro 3.5, se estima el efecto de una reducción del subsidio eléctrico residencial en un 75%. El monto total de electricidad ahorrado hubiese sido de 6260 MWh , en este caso la cantidad de energía que se ahorra podría dejarse de generar en una planta térmica como Colima, que en el 2002 genero a base de Bunker, 6572MWh, esto refleja aproximadamente el consumo anual de unos 2745 clientes promedio del sector residencial del ICE. En cuanto

a los costos económicos evitados por la generación bajo este escenario serían de unos ¢179 927 139.

Cuadro 3.5. Escenario 3: Impacto en la cantidad consumida ante una eliminación de 75% del subsidio.

<i>Bloque de Consumo</i>	<i>Consumo KWh</i>	<i>Subsidio en colones</i>	<i>% del subsidio</i>	<i>Cantidad ahorrada (KWH)</i>	<i>Costo de Generación (en Colones)</i>
31-50	7 446 525	8,07	29,25%	(86 405,57)	2 483 296
51-100	50 751 718	8,07	29,25%	(588 896,29)	16 924 879
101-150	118 289 384	8,06	29,25%	(1 372 567,91)	39 447 602
151-200	165 503 354	8,06	29,25%	(1 920 414,03)	55 192 699
201-250	165 066 352	6,54	21,75%	(1 424 229,62)	40 932 359
251-300	129 214 148	4,27	12,75%	(653 555,47)	18 783 184
301-400	144 151 881	1,44	3,75%	(214 443,94)	6 163 119
TOTAL	780 423.362			6 260 512,83	179 927 139

Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Escenario 4, eliminación del subsidio

A continuación se detalla en el Cuadro 3.6, los efectos que en la cantidad y en los ingresos tiene una eliminación total del subsidio. Como se puede observar, una eliminación total del subsidio generaría un ahorro en energía de aproximadamente 8 347MWh. Esto es, por ejemplo, aproximadamente un 90% del total de las ventas que realizó Coopealfaro a sus 3826 clientes durante el 2002. En el caso del ICE significa las ventas de electricidad a unos 3360 clientes durante el período en análisis. Los costos evitados por la energía ahorrada en este caso ascienden a ¢239 902 852.

Cuadro 3.6. Escenario 4: Impacto en la cantidad consumida ante una reducción total del subsidio.

<i>Bloque de Consumo</i>	<i>Consumo KWh</i>	<i>Subsidio en colones</i>	<i>% del subsidio</i>	<i>Cantidad ahorrada (KWH)</i>	<i>Costo de generación (en Colones)</i>
31-50	7 446 525	8,07	39%	(115 207,42)	3 311 061
51-100	50 751 718	8,07	39%	(785 195,05)	22 566 506
101-150	118 289 384	8,06	39%	(1 830 090,55)	52 596 802
151-200	165 503 354	8,06	39%	(2 560 552,04)	73 590 266
201-250	165 066 352	6,54	29%	(1 898 972,83)	54 576 479
251-300	129 214 148	4,27	17%	(871 407,29)	25 044 246
301-400	144 151 881	1,44	5%	(285 925,26)	8 217 492
TOTAL	780 423 362			(8 347 350,45)	239 902 852

Fuente: Elaboración propia

Si bien es cierto, los ingresos adicionales generados por la eliminación del subsidio no son significativos en términos del total de ingresos por venta de electricidad que realizó el ICE al sector residencial durante el período en análisis, éste no es el único factor a considerar en términos de los que la institución puede ahorrar.

Entonces, la pregunta es que otros factores monetarios se tendrían que considerar cuando la institución deja de producir una determinada cantidad de energía. Si tomamos como referencia un proyecto pequeño, en este caso El Proyecto Geotérmico Boca de Pozo ubicado en Miravalles, este proyecto genera aproximadamente 5 MW, y su costo fue de \$5.1 millones. Este proyecto podría ser de referencia bajo un escenario en el que el subsidio se elimina en un 75%, no solo el país se ahorra 6.5MW, sino también se ahorra el costo asociado a tener que generar esa electricidad si se produce con cualquier fuente. Asociado a esto están los costos ambientales que implican esta generación y que se consideran el capítulo siguiente.

CAPÍTULO IV: LOS EFECTOS AMBIENTALES DEL SUBSIDIO

El presente capítulo tiene como objetivo presentar algunas aproximaciones de los efectos que los subsidios a la energía tienen en el medio, tanto en el entorno ambiental como social. Para el presente estudio, eso significa insistir en el hecho de que la electricidad que se consume, a un precio más bajo de su costo real de producción en términos económicos, sociales y ambientales, tiene implicaciones en los patrones de consumo. Es decir, un consumidor que piensa que el precio de un bien es bajo no tiene incentivos para consumirlo de manera racional, pues el bajo precio del bien o servicio lo relaciona con su bajo costo ó la abundancia del mismo y, por tanto, le motiva a un mayor consumo.

En el caso de la electricidad, la reducción o eliminación del subsidio implica una disminución en la cantidad de energía consumida por el efecto que trae consigo el cambio en el precio. Si el subsidio permanece esa energía seguirá consumiéndose. De lo que se trata en este capítulo es aprovechar algunos estudios en el campo de los costos externos de la energía para tener un parámetro del costo ambiental de la energía que se consume de forma adicional, por medio del subsidio en la tarifa eléctrica.

Se utilizan los resultados del Capítulo 3, en términos de las cantidades ahorradas vía reducción o eliminación del subsidio. Además, con el propósito de estimar los costos ambientales del subsidio se consideran los resultados de algunos proyectos realizados, principalmente en Europa sobre el tema de externalidades en el sector energía y que han sido claves para lograr implementar o crear instrumentos adicionales para la toma de decisiones en materia de política económica para la planificación energética en estos países. Más adelante se pasa revista al tema de los efectos ambientales de la generación eléctrica en el medio así como una breve reseña de los proyectos realizados en la estimación de tales efectos.

Se decide utilizar los costos ambientales de estudios previamente realizados puesto que el presente trabajo se limita a los efectos y no a la estimación directa de los costos externos de la generación eléctrica en nuestro país. Contrario a esto se necesitaría un estudio de los

impactos ambientales de las distintas opciones de generación con las que se cuentan, esto implicaría un estudio particular en el tema y para casos específicos.

4.1 Efectos ambientales de la generación eléctrica

Son diversas las formas en que pueden ser suplidas las necesidades energéticas de un país. La generación eléctrica puede basar su proceso en fuentes térmicas, las cuales necesitan la disponibilidad de combustibles fósiles en su proceso. También se puede generar energía por medio de centrales hidroeléctricas, donde el principal insumo es el agua y, por tanto, depende de la disponibilidad del recurso. Otras fuentes menos desarrolladas en los mercados mundiales, pero no por ello menos importantes, son la generación mediante la energía eólica, solar o energía proveniente de la biomasa.

Dada la variedad de formas de producir energía, también los son los impactos que cada fuente genera en el medio. Los impactos son potencialmente mayores en la utilización de energías no renovables como la térmica, ya que al basar su proceso de producción en combustibles fósiles aumenta el número de emisiones de CO₂, SO₂ y NO_x, entre otras, que son liberadas a la atmósfera. Por otra parte, aumenta la dependencia de combustibles los cuales son importados; generando una salida importante de divisas para el país.

La generación por medio de fuente como: la hídrica, eólica, solar o de la biomasa, son meramente renovables. Sin embargo, esto no significa que no impacte negativamente el ambiente. El hecho de ser fuentes renovables no implica que sean fuentes limpias, pues en alguna medida generan un impacto negativo al medio.

Esta claro que existe un problema para lograr un desarrollo sostenible en el sector eléctrico, pues todas las fuentes energéticas en mayor o menor medida generan un impacto negativo en el ambiente. Dentro de los sistemas tarifarios actuales éste impacto no es internalizado, pues las tarifas eléctricas en la mayoría de los países, no reflejan los costos reales de la producción de la energía. Esto porque no internalizan los efectos que el proceso tiene en el

medio con lo que es difícil que los usuarios finales tengan señales claras sobre el costo de usar la energía.

De manera que si las tarifas están subsidiadas económicamente y, además, no se internalizan los costos ambientales de la generación, el modelo eléctrico que se sigue en un país determinado no es sustentable. Además, resulta difícil desarrollar una conciencia de ahorro y uso eficiente de la energía en la población servida.

Cuando se busca la forma de medir los efectos que la generación eléctrica o cualquier otra actividad económica tiene sobre el ambiente, se trata el tema de las "*externalidades*". Es decir, se hace referencia a los costos ocultos que afectan principalmente a la salud y al ambiente. En el caso de la generación eléctrica se refiere a todos aquellos costos sociales y ambientales que la actividad ocasiona, los cuales no son considerados dentro del sistema de precios actual.

Por ejemplo, la combustión del combustible empleado en una central térmica provoca la emisión de gran cantidad de sustancias a la atmósfera, las cuales ocasionan efectos diversos en un área significativa más o menos amplia situada en torno al lugar de la emisión. Esos efectos pueden ser desde el aumento de las enfermedades respiratorias, deterioro de los edificios, calentamiento global, deterioro de la calidad del aire o el agua, hasta la posible disminución de la productividad agrícola. Tales daños imponen un alto costo a la sociedad en general, un costo que no está incluido en la factura (en sentido estricto) del consumo de energía.

La medición de los impactos ambientales de la generación eléctrica resulta difícil en muchos casos, pues van a depender del tipo de fuente empleada en la producción de energía y del espacio geográfico al que se circunscribe. Así mismo, del tamaño del proyecto particular.

Por ejemplo, en un proyecto hidroeléctrico los impactos son tan variados que van desde el efecto generado antes de implementar el proyecto como aquellos vez iniciado el mismo.

Entre los efectos a cuantificar se pueden citar el desplazamiento de asentamientos humanos, desplazamiento o pérdida de biodiversidad, los efectos sucesivos de la sedimentación, destrucción y cambios en el uso del suelo; pues se deben inundar terrenos eliminando las actividades forestales, agrícolas y ganaderas, alterando notablemente el ecosistema. La calidad del agua y sus características resultan modificadas pues el agua embalsada no tiene condiciones de sanidad, varía la composición de los gases disueltos, la temperatura y demás propiedades del agua que fluye por el río.

Entre las principales emisiones imputables a la generación eléctrica y las cuáles contribuyen a la contaminación de la atmósfera se encuentran el SO_x y el NO_x. A estos componentes se les atribuye alrededor del 60% y 20%, respectivamente, de la contaminación atmosférica. El CO₂ que se produce por medio de la generación eléctrica también aporta una proporción importante al calentamiento global, aproximadamente de un 33%.

El Cuadro 4.1 proporciona una idea más amplia de las externalidades que la generación eléctrica produce a diferentes entes receptores de la misma. La columna central representa el tipo de contaminante emitido y, al lado derecho, el impacto específico ocasionado a cada ente receptor. Como se aprecia, los receptores suelen ser diversos, al igual que las emisiones y los impactos generados.

Cuadro 4.1. Externalidades de la generación eléctrica en diferentes áreas

Receptores	Contaminante/Gravamen	Impacto
Salud Humana, Mortalidad	PM10, SO ₂ , NO _x , O ₃	Reducción de la esperanza de vida
	Benceno, Benzo-(a)-pireno, 1-3-butadieno, partículas diesel	Cáncer
	Accidentes	Riesgo de muerte
Salud Humana, Morbilidad	PM10, SO ₂ , O ₃	Admisión hospitalaria por enfermedades respiratorias
	PM10, O ₃	Días de actividad restringida
	PM10, CO	Deficiencia cardíaca congestiva
	Benceno, Benzo-(a)-pireno, 1-3-butadieno, partículas diesel	Cáncer no fatales
	PM10,	Admisión hospitalaria por enfermedades cerebro-vasculares
		Bronquitis crónica
		Tos crónica en niños
		Tos en asmáticos
		Síntomas respiratorios ligeros
	O ₃	Crisis de Asma bronquial
		Días con síntomas
	Ruido	Infarto del miocardio
		Angina
Hipertensión		
Problemas con el sueño		
Riesgo de Accidentes	Riesgo de lesiones	
Materiales	SO ₂	Envejecimiento de aceros galvanizados, piedra caliza y arenisca, morteros, pinturas, zinc
	Partículas producto de la combustión	Deterioro y ensuciamiento de edificios
Cultivos	NO _x , SO ₂	Pérdida de productividad de las cosechas de trigo, patatas, remolacha azucarera, centeno, cebada, avena
	O ₃	Pérdida de productividad de las cosechas de trigo, centeno, cebada, avena, patatas, arroz, tabaco, girasol

	Deposiciones ácidas	Aumento de la necesidad de encalar los suelos
Calentamiento global	CO₂, CH₄, N₂O	Efectos globales sobre la mortalidad, morbilidad, impactos costeros, agricultura, demanda de energía e impactos económicos por aumento de la temperatura y el incremento del nivel del mar
Ecosistemas	Deposiciones ácidas	Acidificación y eutrofización
Pérdida de amenidad	Ruidos	Pérdida de amenidad por altos niveles de ruido

Fuente Turtós, Leonor, 2003.

La forma en que se expresan los efectos en la generación de energía y su magnitud dependen de muchos factores como la escala del proyecto, el tipo de fuente, la región geográfica y sus características geológicas y ambientales particulares, de la densidad de población, entre otros.

El Cuadro 4.2 presenta las emisiones de CO₂ para diferentes fuentes generadoras de energía por kilovatio hora producido. En promedio las fuentes que menores impactos tienen en cuanto a emisiones de dióxido de carbono, son la electricidad generada por medio del viento, del sol y la proveniente de la biomasa. Las fuentes más contaminantes, en este mismo sentido, resultan el carbón, el petróleo y gas.

Cuadro 4.2. Emisión de gases efecto invernadero por tipo de fuente (gramos de dióxido de carbono por kilovatio hora)

<i>Carbón Convenc.</i>	<i>Carbón avanzado</i>	<i>Petróleo</i>	<i>Gas</i>	<i>Nuclear</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Fotov.</i>	<i>Hidro</i>	<i>Viento</i>
960 -1300	800 - 860	690-870	460 - 1230	9 - 100	37 - 166	30 - 150	2 - 410	11 - 75

Nota: Estas estimaciones incluyen un rango de tecnologías y países descritos en diversos estudios²².

Fuente: World Energy Assessment, 2000.

Para el caso de las plantas hidroeléctricas no solo el dióxido de carbono se emite como gas sino también el metano (CH₄). El CO₂ se generado por la descomposición de materiales orgánicos bajo condiciones aeróbicas. El CH₄ es producido por los procesos de descomposición bajo condiciones de deficiencia de oxígeno. Estas condiciones anaeróbicas

²² Para mayor información acerca de los diferentes estudios que estiman las emisiones por fuente ver: World Energy Assessment, pag 103. BoX 310.

ocurren en los niveles más profundos. Particularmente en aguas superficiales y tibias. En el caso del metano los impactos en el clima suelen ser 21 veces mayores que los del CO₂²³.

Como se ha reiterado en el desarrollo de esta investigación, el sistema de precios actual únicamente incorpora los costos monetarios de la generación eléctrica, pero no contempla efectos externos como los presentados en los Cuadro 4.1 y 4.2. Esto contribuye a que los consumidores no tengan señales claras de los verdaderos costos asociados a la producción eléctrica y, por otro, el uso de fuentes de generación con altos costos ambientales. De igual manera si la generación eléctrica ocasiona daños a entes externos debería al menos compensarles por el daño o la externalidad generada.

4.2 Valoración de externalidades en el sector eléctrico

En los últimos años se ha incrementado el interés por realizar un cálculo riguroso de las *externalidades* del sector eléctrico e incorporarlas al sistema de precios. Esto para que los consumidores tengan señales claras del costo por usar los recursos de la generación de energía y se realice de forma más eficiente y racional.

Una de las primeras iniciativas que incorpora el tema de las externalidades al sector energía, y que es el punto de referencia para contar con un dato sobre el impacto que los subsidios tienen sobre el ambiente, lo constituye el proyecto ExternE (*External Costs of Energy*²⁴). Este proyecto tiene como objetivo definir las externalidades de la energía, y en particular de la producción de electricidad, en función de las fuentes disponibles. Es decir, las energías eólica, solar y nuclear, las derivadas de la biomasa, del carbón, del petróleo, del gas natural y la hidroelectricidad. El proyecto precisó la colaboración de gran cantidad de especialistas procedentes de disciplinas muy diversas, entre los que se encontraban economistas, físicos, químicos, epidemiólogos y ecologistas.

²³ http://www.gtz.de/climate/download/specials/Stauseen_en.pdf

²⁴ Proyecto realizado en la Unión Europea.

El método desarrollado se denomina “*impact pathway*” ó “recorrido de impactos”, constituye un enfoque lógico y sistemático. Se trata de estudiar cada una de las etapas de la producción de electricidad y calcular sus costes. El proyecto ha considerado los datos epidemiológicos recientes para estimar el impacto en la salud (en cuanto al número de personas afectadas y al número de años de vida perdidos) de ciertos agentes contaminantes.

Así por ejemplo, según los datos del proyecto ExterneE, se sabe que en Alemania el coste externo del kWh producido mediante energía eólica es de €0,05, mientras que pasa a ser de 5 a 8 céntimos de euro por kWh para la electricidad generada por una central térmica alimentada con petróleo. En toda Europa los costes externos del kWh de origen nuclear, diez veces menores que los del carbón, son bajos: oscilando entre 0,2 y 0,7 céntimos de euro.

Una nueva versión del proyecto denominada NewExterne NewExt (*New Elements for the Assessment of External Costs from Energy Technologies*) esta ampliado la estimación del coste de las externalidades en campos todavía no considerados, como por ejemplo, los daños causados al suelo y al agua.

4.3 Resultados obtenidos de la evaluación de externalidades

El proyecto ExterneE ha estudiado los diferentes costos ambientales de la generación eléctrica para una serie de países de la Unión Europea (UE). Diferentes estudios han sido realizados con el objeto de tener una base comparativa entre los costos sociales y los ambientales de las distintas opciones tecnológicas.

A continuación se presentan, en el Cuadro 4.3, los resultados obtenidos para los países de la EU. Los mayores costos están asociados al uso de fuentes basadas en combustibles fósiles como el carbón (coal) y el petróleo (oil). Por su parte, las fuentes que resultan con menores costos ambientales y sociales son las fuentes renovables y la generación nuclear.

Cuadro 4.3. Costos externos de la generación eléctrica para diferentes fuentes de energía (centavos de euro por KWh)

Country	Coal & lignite	Peat	Oil	Gas	Nuclear	Biomass	Hydro	PV	Wind
AUT				1-3		2-3	0.1		
BE	4-15			1-2	0.5				
DE	3-6		5-8	1-2	0.2	3		0.6	0.05
DK	4-7			2-3		1			0.1
ES	5-8			1-2		3-5*			0.2
FI	2-4	2-5				1			
FR	7-10		8-11	2-4	0.3	1	1		
GR	5-8		3-5	1		0-0.8	1		0.25
IE	6-8	3-4							
IT			3-6	2-3			0.3		
NL	3-4			1-2	0.7	0.5			
NO				1-2		0.2	0.2		0-0.25
PT	4-7			1-2		1-2	0.03		
SE	2-4					0.3	0-0.7		
UK	4-7		3-5	1-2	0.25	1			0.15

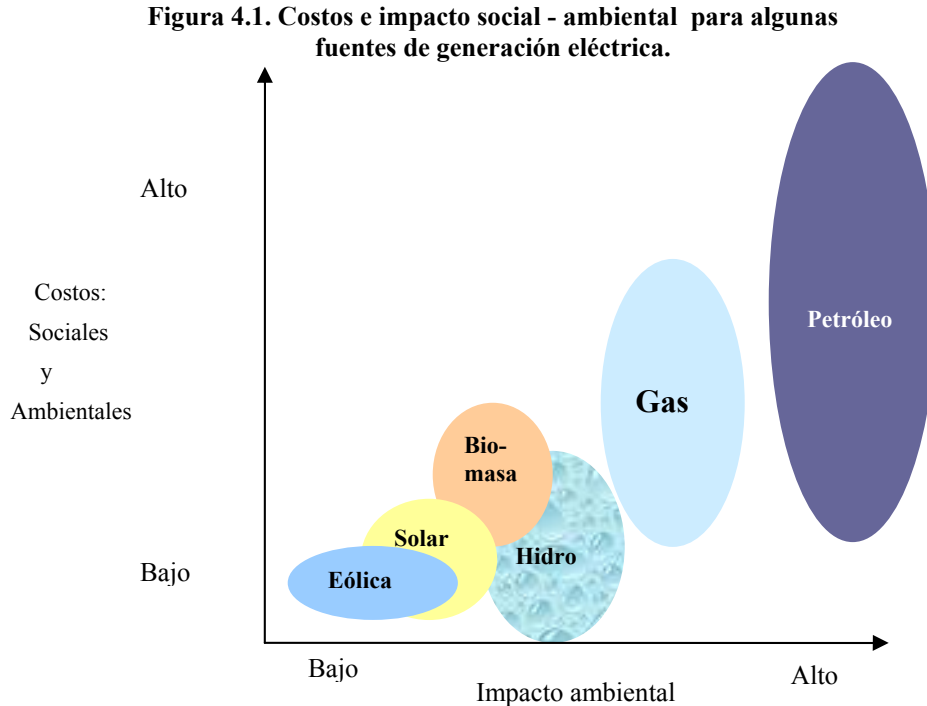
Fuente: European Commission, 2003.

En la actualidad, solo UE ha obtenido resultados para los costos externos, sociales y ambientales de la generación eléctrica, anteriormente expuestos. En el caso de Latinoamérica y el Caribe, se han iniciado algunas iniciativas para aprovechar la experiencia de la UE y obtener resultados para un contexto Latinoamericano. Concretamente Cuba a iniciado algunos estudios de la evaluación de externalidades para sus plantas térmicas. Otros países como México también ha comenzado a impulsar algunas iniciativas particulares en este aspecto. Sin embargo, no se cuenta con un parámetro para la región que pueda ser utilizado en la toma de decisiones para la inclusión en la estructura tarifaria de los costos ambientales de la generación.

De manera general se ha pasado revista a los efectos y los costos de la generación de electricidad. De esta forma y considerando lo expuesto anteriormente, según la estructura energética de nuestro país, es posible identificar al menos las fuentes con mayores costos e impactos al medio.

A manera de ejemplo, la Figura 4.1 nos proporciona una idea de la magnitud, en términos de los efectos como de los costos sociales y ambientales de la estructura energética

nacional, relacionados a la producción de electricidad. Como se aprecia, las fuentes renovables son las que reflejan los menores efectos y costos externos.



Fuente: Elaboración propia.

4.4 Una aproximación a la estimación del costo ambiental de los subsidios en el sector residencial costarricense.

Puesto que en el país no se cuenta aún con estimaciones del costo externo de la generación, por tipo de fuente, de manera demostrativa y ofrecer una aproximación del costo externo del subsidio eléctrico, se emplean los resultados presentados en los Cuadros 4.2 y 4.3. Es importante recalcar que estas estimaciones son basadas o fundamentadas en estimaciones realizadas para los países de la Unión Europea. Los cuales, aunque pueden diferir en cuanto a condiciones tecnológicas, ambientales, sociales, permiten ofrecer un punto de partida para el análisis y toma de decisiones.

Considerando los escenarios construidos en el Capítulo 3, sean las cantidades de energía que se dejarían de producir si el subsidio se reduce en una proporción determinada. Esto con el fin de calcular los costos externos de la energía adicional que se genera por cuenta del subsidio.

El Cuadro 4.4 presenta las estimaciones obtenidas para el caso del sector eléctrico residencial servido por el ICE. Específicamente, se estimaron las emisiones de CO₂ considerando los escenarios bajo los cuales se realiza una reducción del subsidio eléctrico residencial, los porcentajes en cada escenario muestran la magnitud de esa reducción. Dado que en el país cuenta con diversidad en cuanto a fuentes de generación, se consideraron para este ejercicio dos fuentes específicas a saber, la hidroeléctrica y la térmica.

En el caso de las emisiones de CO₂, lo que se obtiene es la cantidad de toneladas de dióxido de carbono que se emiten por concepto de una cantidad determinada de energía, que se ahorra si el subsidio se reduce en un porcentaje dado. Por ejemplo, si suponemos una eliminación del subsidio en su totalidad, el ICE estaría dejando de producir alrededor de 8.3MWh, las emisiones de dióxido de carbono equivalentes a la generación de 8.3MWh por fuentes hídricas sería de 1719 toneladas métricas para ese año. Lo anterior si suponemos que esa energía se produce por fuentes hídricas.

Ahora bien, bajo el supuesto de que esa cantidad de energía se produce por medio de una de las fuentes térmicas que tiene el ICE, el resultado es un aumento sustancial de las emisiones de CO₂ por kilovatio hora. Esto considerando únicamente las emisiones de CO₂ y no la de otros gases contaminantes como el SO_x y el NO_x, que inclusive contribuyen en mayor medida al efecto invernadero.

Bajo un escenario que reduce el subsidio en un 50%, la cantidad de energía que se evita generar es aproximadamente de 4.2MWh, lo cual significa un ahorro en toneladas métricas de CO₂ de 3255, por fuentes térmicas o lo que significa evitar la emisión en este caso de unas 859tm de dióxido de carbono por fuentes hídricas.

Hasta ahora hemos hablado de los efectos ambientales de la generación en términos de emisiones de dióxido de carbono, se produzca con fuentes térmicas o hídricas. Pero el Cuadro 4.4, también nos permite contar con una estimación de los costos externos del efecto de los subsidios ante cambios en la cantidad consumida, según los diferentes escenarios estimados.

En este sentido, es posible determinar que los costos externos del subsidio son de aproximadamente \$34 418,51, suponiendo que la cantidad de energía adicional que se consume gracias a la incorporación del subsidio adicional es de 8.3MWh y se genero por fuentes hídricas, esto es considerando la totalidad que debe generarse porque las tarifas no reflejan el costo real de proporción al menos en términos económicos. Si por otra parte, suponemos que para el período en estudio el subsidio hubiese sido solo de un 50%, el país se hubiese ahorrado unos 4.7MWh, cuyos costos externos, los cuáles no son retribuidos al ambiente y la sociedad son de aproximadamente \$17 209,24.

Finalmente, podemos suponer que la energía adicional que los clientes del ICE consumen, gracias a que el precio de la electricidad es más bajo, se genera por centrales térmicas, como ocurre en muchos casos cuando la capacidad instalada tanto hídrica como de las demás fuentes revocables no es suficiente para atender la demanda. En este sentido, los

costos externos se ubican entre un rango de \$136 638,30 para el primer escenario hasta \$546 553,20, para el cuarto escenario.

Las estimaciones muestran como efectivamente existen costos externos e impactos importantes en la generación eléctrica, que no están siendo considerados dentro del sistema de precios, y contribuyen a fomentar el uso ineficiente de la energía. La incorporación de tales costos y una tarifa que refleje los costos económicos reales de la generación, transmisión y distribución de la electricidad puede contribuir a reducir el consumo eléctrico. Lo anterior no solo resulta en el ahorro de recursos económicos, sino en menores costos ambientales y sociales, que al final recaen sobre todos con sus consecuencias a corto, mediano o largo plazo.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Los resultados presentados permiten concluir que existe un subsidio importante a los usuarios residenciales del servicio eléctrico, tanto si se mide respecto al costo marginal como respecto al costo medio de generación del ICE. Además es claro la señal de poca eficiencia y eficacia con que opera el subsidio eléctrico residencial aplicado por el ICE. El subsidio está siendo aprovechado por grupos socioeconómicos con capacidad de pago media y alta y no precisamente por el sector de la sociedad menos privilegiado. Esto en contra del objetivo primordial con el que en el pasado fue creado el subsidio, es decir, ayudar a los grupos de más bajos ingresos a contar con acceso a la electricidad.

Por otra parte, el subsidio esta generando distorsiones de carácter económico y ambiental. En el primero de los casos, se refiere a la ineficiencia en el uso de los recursos, reflejado en la generación adicional para cubrir una demanda creciente, y en los ingresos perdidos por causa del subsidio. En segundo lugar se refiere a los costos externos que produce la generación eléctrica adicional que implica el subsidio. El efecto económico provoca que sectores como el comercial e industrial deban pagar un costo mayor y como tal existe una reasignación de recursos que lleva a una asignación no eficiente de los mismos.

El subsidio eléctrico residencial resulta de la diferencia entre el precio promedio que pagan sus clientes, según diferentes bloques de consumo, y el costo de generación, transmisión, distribución y comercialización de la electricidad. En la estimación del subsidio la utilización tanto de los costos medios como de los costos marginales arroja resultados similares. En el análisis se emplean los costos marginales dado que son los que reflejan de una mejor manera el costo oportunidad de proporcionar electricidad al sector residencial.

Al calcular el subsidio por los diferentes bloques de consumo, se identifica que existe un alto porcentaje de los clientes servidos por el ICE que lo están absorbiendo en algún monto, sin que se trate del grupo socioeconómico de menos ingresos. Para el año 2002, los

abonados con consumos inferiores a los 400kWh reciben dicho subsidio, con lo que aproximadamente el 86% de los clientes reciben directamente algún beneficio por medio de la actual estructura tarifaria. Adicionalmente, ese porcentaje de la población consumió más del 80% de la electricidad vendida al sector durante ese período. Esto implica que un segmento importante de la población con capacidad de pago se beneficia del subsidio.

Para los abonados que consumen menos de 200kWh el subsidio para el 2002 representó un 39% del precio; para el bloque que abarca entre los 300kWh a 200kWh en promedio respecto al precio el subsidio corresponde a un 24%. Finalmente, para el bloque de 300kWh a 400kWh correspondió a un 5% el subsidio respecto al precio. En general, el monto que se deja de percibir a causa del subsidio, en el periodo analizado, resulta de aproximadamente un 15% de los ingresos generados por concepto de venta de energía eléctrica por parte del ICE al sector residencial.

Aunque los clientes que consumen más de 400kWh mensuales pagan un precio mayor por la electricidad que el costo marginal de producirla, con lo que se trata de justificar una estructura progresiva en la tarifa y castigar los consumos excesivos, el efecto neto del subsidio sigue siendo negativo. Es decir, el monto que se recauda por cobrar un precio mayor al costo de producción es menor si se compara con el monto que se deja de percibir por aquellos grupos que pagan la electricidad a un precio menor que su costo marginal.

Los análisis realizados en términos de la distribución del ingreso muestra como el subsidio, en especial para las regiones de planificación servidas por el ICE, no ha generado los resultados previsto. El subsidio tiene la característica de incrementar la disponibilidad de ingreso de la población que se beneficie del mismo. Sin embargo, la inclusión del subsidio no genera efectos positivos significativos en la distribución del ingreso tal y como se demostró en el Capítulo 2. Más bien, existe una cierta progresividad del subsidio a favor de los sectores medios de la población para algunas regiones de planificación del país servidas por el ICE. El hecho de que la tarifa sea baja no necesariamente beneficia a quienes menos tienen recursos económicos, más bien esto tiene un efecto distributivo a favor de grupos con un mayor consumo, como es el caso de los grupos medios.

Un sistema tarifario que no refleje correctamente los costos económicos de producción no es sostenible, pues no brinda las señales correctas al consumidor sobre el uso del bien o servicio, por lo tanto, puede contribuir al incremento en la demanda. Para abastecer ese incremento es necesario recurrir a la construcción de proyectos adicionales, la importación de mayores cantidades de combustibles, para cubrir el faltante por medio de generación térmica, o bien la importación de electricidad como ya se ha considerado.

Cuando se estimaron los efectos que produce el subsidio en cantidad demandada de electricidad, se empleó un modelo econométrico que incorporó las ventas de electricidad al sector residencial servido por ICE, como variable independiente, y los precios de la electricidad, el precio del gas y el PIB como variables explicativas. El modelo se estimó empleando una serie de datos desde el año 1969 hasta el 2002, para obtener una elasticidad precio promedio de la demanda por electricidad.

La elasticidad precio de la demanda obtenida permite tener una estimación de como reacciona la cantidad demandada ante un aumento en el precio. En este caso, las reducciones en el monto subsidiado, equivalente a un aumento en el precio, generan reducciones en la cantidad demandada.

El coeficiente de elasticidad precio obtenido es de -0.039670. Este se interpreta que ante un incremento de 1% en el precio de cada kWh, para los clientes servidos por el ICE, la cantidad demandada de energía se reduce en 0.03967% del abastecimiento eléctrico para esta empresa, expresado en kWh.

El valor bajo que presenta el coeficiente de elasticidad precio muestra la poca elasticidad que existe en este sector ante cambios en los precios. Lo anterior significa que el sector es poco sensible ante cambios en el precio. Entonces la electricidad resulta un bien fundamental en el consumo diario de las familias por lo que la reducción en el consumo vía precios no es eficiente.

Para demostrar los efectos que implica la reducción del subsidio en la estructura de demanda, se construyeron cuatro escenarios, con reducciones sucesivas de un 50% y la eliminación del mismo. En el escenario donde el subsidio se elimina implica una reducción en la cantidad demandada de 8 347 MWh.

Si bien es cierto que las cantidades que se dejan de consumir por efecto de la reducción del subsidio no son significativas si se comparan con el total generado, o vendido al sector residencial por parte del ICE, lo son en términos de los costos que implica la generación de esa energía.

La implementación de proyectos hidroeléctricos a pequeña escala, o la construcción de plantas geotérmicas, para la producción de cantidades similares de energía a las que implica el efecto del subsidio, tienen costos económicos significativos en lo que a infraestructura se refiere. Adicionalmente, el considerar la producción de esa energía por fuentes fósiles no solo conlleva a altos costos de importación del petróleo, en un contexto internacional donde los precios se mantienen en alza, sino también, este tipo de generación ocasiona mayores costos ambientales.

Así mismo, si se consideran los incrementos anuales en la demanda de hasta el 6% y las opciones que se están evaluando para suplir energía eléctrica al país a partir del 2006, como lo ha sido el inicio de contratos con países como Panamá para comprar hasta 20 MWh, además, si no entran en funcionamiento proyectos hidroeléctricos que ya han sido previstos. Entonces los montos de energía ahorrados por una política orientada a que los precios de la electricidad reflejen al menos el costo económico, podría contribuir a disminuir el incremento en la demanda y no tener que recurrir a opciones como la anterior.

El sistema tarifario actual no solo no refleja correctamente los costos económicos de producción, si no que además la tarifa no incorpora los costos externos que la generación eléctrica ocasiona sobre el medio. Esto último se refiere a los costos externos sociales y ambientales producidos por la generación eléctrica que no son reflejados correctamente en el sistema de precios. Como se detalló en el Capítulo 4, la actividad energética,

independientemente del tipo de fuente de que se trate, impone cargas ambientales perfectamente identificadas. En este aspecto la dificultad se ha concentrado en la cuantificación de dichas cargas.

Si el subsidio le permite al consumidor poder incrementar su demanda por electricidad, existe un claro impacto ambiental en términos de la cantidad de energía que se emite vía subsidio. El efecto puede analizarse desde un punto de vista doble. Por un lado, la cantidad de energía generada adicionalmente incentivada por el subsidio, tiene efectos en lo que se refiere a emisión de gases, principalmente de CO₂, NO_x y SO_x, el primero de ellos causante principal del calentamiento global. Por otro lado, la energía tiene un costo externo que no es considerado en las tarifas eléctricas y es un importante indicador para el impacto ambiental del subsidio.

En el presente estudio se aproximó, según cálculos de las emisiones promedio de CO₂ para fuentes térmicas e hidroeléctricas, la cantidad de toneladas de CO₂ emitidas a causa de la electricidad adicional genera por efecto del subsidio. Considerando el monto total del subsidio, puede estimarse que para el año 2002 la cantidad adicional consumida fue de 8.3MWh. Esto representa una emisión aproximada de 1719 toneladas métricas de CO₂, suponiendo que esa energía se generó por fuentes hidro. Si suponemos que esa energía se genera por fuentes térmicas las emisiones de CO₂ ascienden a 6515 toneladas métricas. Además en dicho capítulo se presentaron estimaciones de las emisiones para las dos fuentes en diferentes escenarios.

Considerando resultados del costo externo de la energía empleando los resultados obtenidos para países de la Unión Europea, se estimó un promedio de los costos externos para fuentes hidroeléctricas y térmicas. Los países de la UE mediante un proyecto denominado EXTERNE son los únicos quienes han conseguido estimaciones para los costos externos de diferentes fuentes de energía. Esta claro que es necesario un estudio en nuestro país de externalidades para el sector eléctrico con el fin de reflejar estos costos en la estructura tarifaria.

Las estimaciones muestran que los costos externos de la energía subsidiada al sector residencial en el 2002 en el caso de fuentes térmicas son de hasta \$546 553,2. En el caso de fuentes hídricas el costo externo por efecto del subsidio en la generación sería de \$34 418,51 para el mismo período. El cálculo se realizó en diferentes escenarios los cuales se detallan en el Capítulo 4.

La forma y el tipo de energía consumida pueden en sí mismas estar menoscabando la calidad de vida de las personas, en el mediano y largo plazo. Además de la pérdida o deterioro de ecosistemas, el aumentar el consumo de energía equivale siempre a una pérdida económica en algún otro sector. Por ejemplo: en el sector agropecuario, a través de una pérdida de los ecosistemas, disminución de la disponibilidad de agua, de recursos naturales con la pérdida de biodiversidad, contaminación del agua, de pesca con la disminución por contaminación del agua y cambios en sus propiedades. Y también una serie de “costos” que resulta difícil evaluar.

Esto evidencia la necesidad de generar políticas o instrumentos económicos que induzcan a incorporar los costos sociales y ambientales de la electricidad en las tarifas eléctricas. No solo como una medida que pueda fomentar la reducción en el consumo, aunque este es un objetivo implícito, sino también porque deben reconocerse los servicios que el ambiente proporciona a la sociedad, por ejemplo, en términos del agua que provee para la generación eléctrica, además de mitigarse los impactos que en el margen se producen.

Dado que en nuestro país aproximadamente un 80% de la energía eléctrica es producida con fuentes hidroeléctricas los costos ambientales deben referirse al uso de agua como un insumo para la generación, por lo que debe compensarse por ejemplo los servicios hidrológicos que el bosque ofrece, con el fin de fortalecer la conservación y continuidad del recurso. También es necesaria la incorporación de otros factores como desplazamiento de especies y pérdida de biodiversidad, desplazamiento de poblaciones, emisiones de CO₂, entre otros. La incorporación de estos costos debe contribuir a generar en la población una mayor concientización y sensibilización para lograr un uso más eficiente de la energía y estimular el ahorro energético.

Si bien es cierto que esto implica un aumento en las tarifas, no necesariamente deberá ser regresivo. Lo que se pretende es que el usuario asuma los costos totales reales de la energía que consume, además que quien más consume energía sea quien pague una tarifa mayor proporcional a su consumo.

El concepto de desarrollo en el sector debe ir más allá de los factores meramente económicos y de sostenibilidad financiera. Si bien es cierto, el sistema tiene distorsiones económicas importantes también debe estar condicionado por una mejora sustancial en el nivel y calidad de vida de la población, del desempeño empresarial y de los procesos de innovación y aprendizaje sociales. Lo anterior debe reflejarse en una sostenibilidad que integre lo económico con lo social y ambiental. El concepto incorpora la idea de una armonía con la naturaleza, que debe verse reflejada por una utilización cada vez menos intensiva y más eficiente de los recursos disponibles para lograr su preservación. Además, de una serie de políticas encaminadas a la conservación y protección de los mismos.

5.2 Recomendaciones

- El ICE, conjuntamente con la ARESEP, debe llevar a cabo una reducción gradual del subsidio que incorporan las tarifas eléctricas del sector residencial, con el objetivo de que los precios de la electricidad reflejen correctamente los costos económicos de la generación y de manera que el consumidor tenga señales claras para un uso más racional y eficiente del servicio. Esto significa eliminar el subsidio a un porcentaje importante de la población, y en particular a los grupos de ingreso medio.

Este ajuste tarifario debe ser gradual y debe contar con las debidas justificaciones ante la ARESEP; siendo el papel de este último “fijar precios y tarifas; y velar por el cumplimiento de las normas de calidad, cantidad, confiabilidad, continuidad oportunidad y prestación óptima”. Deberá entonces asegurarse que las tarifas reflejen adecuadamente los costos.

- Dado que para algunos de los grupos de menores ingresos, el subsidio representa una proporción importante de sus ingresos, esto es específicamente en el caso del I y II decil, podría pensarse en mantener un subsidio a estos grupos. Este debe estar basado en un estudio que identifique el consumo de los mismos, o que dada la identificación de estos grupos de escasos ingresos, se pueda subsidiar una parte de su consumo, de manera que el subsidio tenga exclusivamente el objetivo de beneficiar a los grupos de escasos recursos económicos, y no este beneficiando a grupos que no lo requieren.

Como se mencionó al inicio de la presente investigación, no es que el subsidio sea malo o bueno, sino que hay sectores donde los subsidios pueden ser más eficientes y eficaces. Por lo cual podría ser que se elimine el subsidio incluso para los grupos de menores ingresos, si lo que se desea es mantener una política de asistencia social por medio del sector eléctrico, podría generarse esta política por parte de la empresa distribuidora, si ésta lo considera pertinente, para que de manera alternativa asegure el aprovechamiento efectivo del grupo que necesita el subsidio. Por ejemplo, dar algún apoyo económico a los grupos de menores ingresos de sus zonas servidas que se dirija a sectores como salud o educación. Una forma de redirigir el subsidio podría ser mediante becas, donaciones al sector educativo rural o contribuciones al sector salud.

Sin embargo, debe quedar claro que la función primordial del sector eléctrico es proporcionar el servicio de manera fiable, segura, de calidad y de manera equitativa y justa a toda la población, y esto es lo que debe realizar de una forma eficaz y eficiente. De al forma, al sector no le corresponde como labor primordial asegurarse de crear mecanismo distributivos alternativos para el beneficio de los grupos de escasos recursos.

- Es necesario una evaluación de los costos externos de la energía en el sector eléctrico. La evaluación de los costos ambientales y sociales para los proyectos de generación desde su concepción hasta que la energía es servida a los distintos sectores debe ser considerada. Los impactos sociales, económicos y ambientales deben identificarse y contar con aproximaciones de su evaluación monetaria para ser incluida en la tarifa. De

tal manera, la tarifa no solo sería financieramente sostenible sino que reflejaría correctamente los costos de producir la energía en términos sociales y ambientales.

Puesto que el MINAE por medio de la DSE y la ARESEP ya han iniciado algunas iniciativas en este aspecto, como la organización de talleres y seminarios con especialistas de diferentes áreas y países. Estas y otras organizaciones públicas y no públicas deben promover y apoyar la evaluación de externalidades para los actuales y futuros proyectos de generación.

Debe aprovecharse el marco institucional que el país ha creado durante varios años en materia ambiental, principalmente entorno al Pago por Servicios Ambientales; con el fin de aprovechar e institucionalizar este tipo de mecanismos e innovar con otros para el sector eléctrico. En la actualidad, ya existen algunos acuerdos voluntarios entre propietarios de proyectos hidroeléctricos y dueños del bosque con el objetivo de retribuirle parcialmente, a estos últimos por la externalidad positiva que el bosque genera a los primeros. Este tipo de experiencias pueden extenderse a otros proyectos.

- La fijación de una tarifa que refleje los costos externos deberá contar con la participación de todos los agentes involucrados en el sector eléctrico, desde las organizaciones estatales hasta ONGs, empresa privada, sociedad civil, etc. Los fondos recaudados por concepto de costos externos deberán destinarse a la protección de las áreas y de los recursos insumos para la generación eléctrica (agua, bosques, biodiversidad, etc), que contribuya a la sostenibilidad y perpetuidad de los recursos en calidad y cantidad en el tiempo.
- El consumo eléctrico es excesivo y se derrocha una buena parte de éste, también puede deberse a equipos ineficientes. No hay políticas serias y potentes para primar el ahorro o encarecer el consumo excesivo y ello nos lleva a que los crecimientos de consumo eléctrico hayan sido importantes en los últimos 10 años. Por tanto, debe iniciarse por parte de todos los actores involucrados una fuerte campaña de concientización para promover el ahorro y el uso eficiente de la electricidad. Además, de promover el uso de

artefactos eléctricos de mayor eficiencia energética, con lo cual en este punto el sector empresarial y comercial deben jugar un importante papel como incentivadores para promover estos equipos en el mercado nacional.

Es necesario entonces, una interrelación de todos los agentes involucrados, capacitándolos y sensibilizándolos sobre la necesidad de ahorrar y preservar los recursos naturales para poder disfrutar en el futuro de los mismos beneficios que tenemos ahora. Por otra parte, es necesaria la innovación en todos los sectores, principalmente en aquellos que fabrican bienes (finales e intermedios) que necesitan de la energía para generar redes de conocimiento y aprendizaje que permitan disponer de artefactos, máquinas, etc, que utilicen eficientemente la energía.

Implementar prácticas y normas sencillas en las residencias, obviamente también en industrias, oficinas y empresas, que pueden ir desde la sustitución de bombillos por otros más eficientes, mantener las luces apagadas cuando no se necesitan, utilizar adecuadamente la cocina eléctrica, y otros electrodomésticos, pueden contribuir significativamente en la reducción del excesivo consumo actual.

Debe hacerse énfasis en las ventajas asociadas a políticas como las expuestas anteriormente. Por ejemplo, el cambio a tecnologías o artefactos de eficiencia energética mayor contribuye a la reducción de costos, a mediano y largo plazo, de las unidades domésticas y empresas. Con esto se contribuye a la reducción y de consumo y sostenibilidad del sistema. Desde las optimizaciones en el uso de las tecnologías hasta los cambios en las normas empleadas cotidianamente para hacer uso de la energía pueden ser la base para la reducción de costos y el ahorro de recursos.

- Con el fin de diversificar tanto los costos económicos y la minimización de los impactos ambientales, el ICE conjuntamente con las autoridades competentes deberán promover el uso de fuentes renovables no convencionales. Lo anterior, puede permitir mejorar la competitividad de las fuentes no convencionales de energía dentro del mercado eléctrico costarricense, así mismo, como se presentó a lo largo de esta

investigación, fuentes como la biomasa, el viento o la energía solar han demostrado tener menores costos externos comparadas a la energía térmica o incluso la hidro.

BIBLIOGRAFÍA

Acuña, Marvin y Balbir Singh. *Pobreza y efectos distributivos en el marco de la reestructuración del sector electricidad en Costa Rica*. Universidad Nacional, Heredia Costa Rica y Fundación de Investigación en Economía y Administración de Negocios SNF-Bergen, Noruega. 1996.

Ballesteros Calderón Lesmes, 2001. Memoria Estadística del Sector Energía de Costa Rica: 1999-20000. San José, Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). Dirección Sectorial de Energía (DSE). Marzo, 2001.

Barrantes Alvaro, 2003. Entrevista personal. Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). Dirección de Energía. San José, Costa Rica. Marzo 2003.

Barrantes Alvaro, 2003. *Proceso de Convergencia Tarifaria del Sector Eléctrico Costarricense*. Trabajo final de graduación. Universidad de Costa Rica. Sistema de Estudios de Postgrado, Maestría en Economía de la Regulación. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio. Enero 2000.

Call, Steven T. y William L. Hollohan, 1983. *Microeconomía*. Traducción de "Microeconomics", 2 ed. México, 1983.

Carless Jennifer, 1995. *Energía Renovable: Guía de alternativas ecológicas*. Tecnología de punta para utilizar otras fuentes de energía. EDAMEX, S.A. México, 1995.

Céspedes S, Victor Hugo, 1979. *Evolución de la distribución del ingreso en Costa Rica*. Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas (IICE), Universidad de Costa Rica (UCR). San José, 1979.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *Evaluación de diez años de reforma de la industria eléctrica del istmo Centroamericano*. Diciembre, 2003.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *Políticas de Competencia y regulación en el istmo centroamericano*. 24 de diciembre 2001.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *Revisión de las metodologías utilizadas para la estimación de externalidades*. Proyecto uso sustentable de hidrocarburos. Junio, 2003.

Diario Oficial La Gaceta. Asamblea Legislativa. Ley de Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Ley #7593). La Gaceta #169 del 5 de septiembre de 1996.

Dirección Sectorial de Energía (DSE), 2002. Encuesta de consumo de Energía en el Sector Residencial. Año: 2001. Alvaro Zumbado, Fernando y Ramírez H. Fernando. San José, Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). Abril, 2002.

Dominck Salvatore, 1983. "Microeconomics". 2da edición. Grupo editorial Iberoamerica, México 1983.

Estache antonio, Vivien Foster, Quetin Wodon, 2001. *Los pobres en la reforma de la infraestructura: Lecciones de la experiencia Latinoamericana (Resumen)*. Instituto de Estudio de Desarrollo del Banco Mundial. Documento presentado en la conferencia "Reforma de infraestructura para Latinoamérica" Banco Mundial y Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social, Brasil. Río de Janeiro, 11-12 de septiembre, 2001.

Fernández Jimmy, 2003. Entrevista personal. Dirección Sectorial de Energía. San José, Costa Rica. Julio 2003.

Garza, Mercado Ario, 1981. Manual de Técnicas de Investigación. Tercera Edición. El Colegio de México. DF. (Pá. 4-66)

Giron Corado Migdael. Análisis de la reforma al sector eléctrico en Guatemala. Tesis, Maestría en Política Económica para Centroamérica y el Caribe. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 2000

Guevara Irene y Luis Rodríguez, 2001. Acceso rural a la energía en Honduras. *Documento Borrador*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua, Nicaragua. Noviembre, 2001

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), 1995. *Diseño de nueva estructura tarifaria*. Dirección de Planificación eléctrica. Departamento de tarifas y mercadeo. Setiembre, 1995.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), 2000. *Solicitud ordinaria de tarifas eléctricas*. Centro de planificación eléctrica. Noviembre 2000.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), 2000. *Solicitud ordinaria de tarifas eléctricas*. Centro de planificación eléctrica. Noviembre 2000.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), 2001. *Solicitud de ajuste ordinario a las tarifas eléctricas presentadas a la ARESEP en noviembre del 2000. Análisis de los diferenciales entre el estudio técnico del ICELEC y ARESEP*. Centro Nacional de Planificación Energética. Abril 2001

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), 2003. *Análisis comparativo de las variables relacionadas con el consumo de energía eléctrica (2001-2002)*. Proceso de demanda eléctrica. Centro Nacional de Planificación Eléctrica. Junio, 2003.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), 2003. Centro Nacional de Planificación Eléctrica. Proceso de Demanda Eléctrica. *Porcentaje de Cobertura Eléctrica en Costa Rica (Datos Censo Junio 2000)*. San José, Costa Rica, Julio 2003.

Jiménez Roberto, 2001. *Producción eléctrica y desarrollo sostenible*, en Revista mensual sobre actualidad ambiental N° 92 · Mayo del 2001.

Jiménez Rosario, 2003. Entrevista personal. Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Departamento de Demanda Eléctrica. San José, Costa Rica. Marzo 2003.

Leiva S. Luis Carlos, 2001. *Elasticidades de la demanda de energía: Algunas aplicaciones en el sector electricidad*. Dirección Sectorial de Energía. Revista Energía. Edición No 35. San José, Costa Rica. Septiembre – Diciembre, 2001.

Leiva S. Luis Carlos, 2003. Entrevista personal. Dirección Sectorial de Energía. San José, Costa Rica. Agosto 2003.

Leiva S. Luis Carlos. *Elasticidades de la demanda de energía*. Dirección Sectorial de energía. Octubre, 1992.

Marino Lorena y Proceso de demanda eléctrica. Centro Nacional de Planificación Eléctrica. San José, Costa Rica. Julio, 2003.

Nowalski Rowinski, Jorge, 2003. *Asimetrías económicas, sociales y políticas en Costa Rica: Hacia una calidad de vida digna*. 1ª edición. San José, Costa Rica, 2003.

Oud, E., Presentation at IEA Annex III (Environment) Technical Seminar, Madrid, Spain; March 1999.

Sauma F. Pablo y Juan Diego Trejos, 1990. *Evolución reciente de la distribución del ingreso en Costa Rica. 1997-1986*. Universidad de Costa Rica. Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas. Junio, 1990.

Stiglitz, Joseph. *La economía del sector público*. Traducción de María Esther Rabasco y Luis Thoaria. 1 ed. Barcelona: Antoni Bosch, setiembre, 1988.

Stiglitz, Joseph. *La economía del sector público*. Traducción de María Esther Rabasco y Luis Thoaria. 3 ed. Barcelona: Antoni Bosch, 2000.

Trejos, Juan Diego, 2003. *La equidad de la inversión social en el año 2000*. Notas preparadas para el octavo informe de Estado de la Nación. Marzo, 2003.

Turtós Carbonell, Leonor; 2003. *Seminario Evaluación de Externalidades en el Sector Energético*. CUBAENERGIA. San José, Costa Rica, 20-24 Octubre/2003.

United Nations Development Programme (UNDP), United Department of Economic and Social Affairs , World Energy Council (WEC), 2000. *World energy assessment: Energy and the challenge of sustainability* . Setiembre, 2000.

United Nations Programme, OECD-International Energy Agency, 2002. *Reforming Energy Subsidies*. United Nations Publication. First edition, 2002.

Vargas Alfaro, Leiner, 2002. *Competitiveness, innovation and democracy: Space for clean energy within electricity reforms*. Department of Business Studies, Aalborg University, Denmark, 2002.

Vargas Alfaro, Leiner, 2002. *El sector eléctrico en Costa Rica: Retos y perspectivas*. Artículo publicado en el libro Políticas Económicas para el Comercio y el Ambiente./Comp Oلمان Segura Bonilla; Mary Luz Moreno Díaz. Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional.

Varian Hal R, 1994. *Microeconomía intermedia: Un enfoque moderno*. Traducción de María Esther Rabasco y Luis Thoaria. 3 ed. Barcelona: Antoni Bosch, setiembre, 1994.

Websites Consultados

www.worldbank.org

www.eclac.cl

www.olade.org

www.inec.go.cr

<http://europa.eu.int>

ANEXOS