

# **CAPÍTULO I**

## **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA, ESTADO ACTUAL Y TENDENCIAS EN EL ECUADOR**

#### **1.1 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS DEL ECUADOR Y PATRONES ACTUALES<sup>1</sup>**

El Ecuador dispone esencialmente tres tipos de fuentes de energía eléctrica: hidráulica, térmica e importada. El aporte energético de otras fuentes energéticas alternativas es casi nulo, como es el caso de generadores fotovoltaicos, y prácticamente inexistentes, en el caso de generadores solares, biomasa o nucleares, para citar entre las fuentes de energía alternativas más regulares en los países desarrollados.

Basados en las estadísticas del CONELEC (Consejo Nacional de Electricidad), que es el ente regulador del mercado eléctrico del país: a diciembre de 2005, sin considerar la Potencia contratada por las Interconexiones con Colombia y Perú, Ecuador poseía una capacidad de generación nominal instalada de 3.567 MW, con una potencia efectiva de 3.331 MW. En la figura 1 se muestra el Sistema Nacional de Generación y Transmisión a Diciembre del 2005.

La Potencia Efectiva de generación e importación en el país a diciembre de 2005 fue de 3.671 MW, de los cuales 3.526 MW (96,06%) están incorporados al S.N.I. (Sistema Nacional Interconectado) y 145 MW (3,94%) en sistemas aislados.

---

<sup>1</sup> CONELEC, “Estadísticas del Sector Eléctrico Ecuatoriano”, 2005

### 1.1.1 Fuentes de Energía

El total de potencia efectiva corresponde a: 1748 MW (47,66%) en hidráulicas, 572 MW (15,57%) térmicas a gas que operan con diesel, 152 MW (4,12%) térmicas de gas natural, 388 MW (10,56%) MCI -Motor de Combustión Interna-, 471 MW (12,82%) térmicas a vapor, 0,02 MW (0,00%) fotovoltaica, 250 MW (6,54%) interconexión con Colombia y 80 MW (2,72%) interconexión con Perú. En la figura 2 se indica el aporte en MWh y porcentaje de las diferentes fuentes de energía del país.

La potencia máxima posible en la Interconexiones de 138 KV y 230 KV con Colombia se situó nominalmente en los 290 MW, lo cual produjo que la potencia efectiva sea de 240 MW mientras que con Perú se contrató temporalmente en 110 MW como Potencia-Nominal y en 100 MW la Potencia-Efectiva.

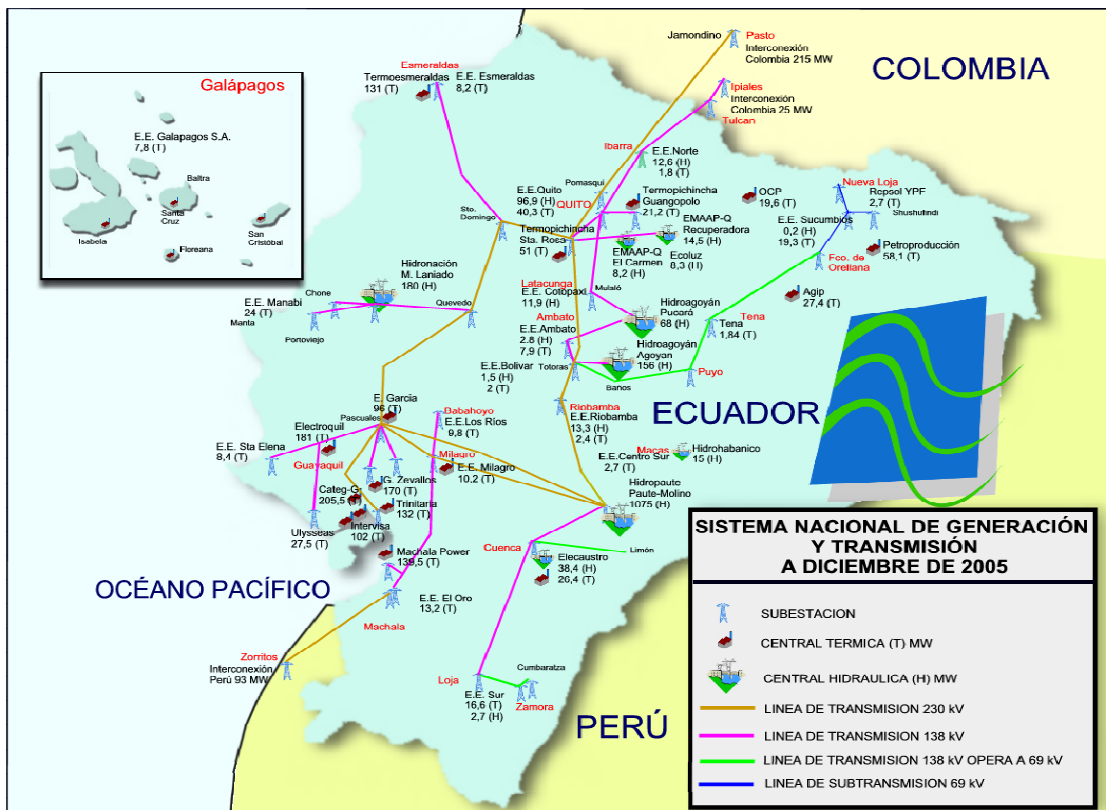


Fig. 1 Sistema Nacional de Generación y Transmisión a Diciembre del 2005

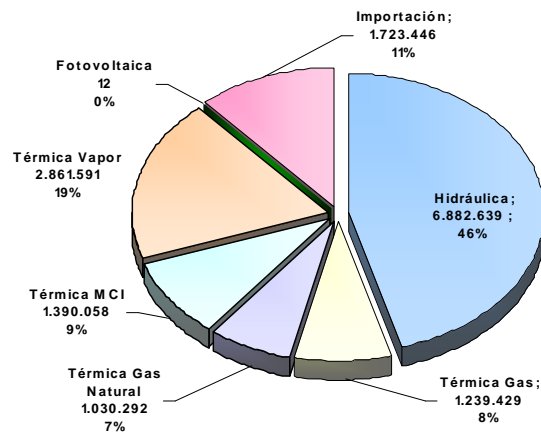


Fig. 2 Fuentes de Energía Eléctrica del Ecuador

Se entiende por Sistema Nacional Interconectado por los elementos del Sistema Eléctrico conectados entre sí, el cual permite la producción y transferencia de energía eléctrica entre centros de generación y centros de consumo, dirigido a la prestación del servicio público de suministro de electricidad. Dentro del S.N.I., existen:

- a) Empresa Generadora: Es aquella que produce energía eléctrica, destinada al mercado libre o regulado.
- b) Empresa Transmisora: Es la que presta el servicio de transmisión y transformación de la tensión vinculada a la misma, desde el punto de entrega de un generador o autoproducer, hasta el punto de recepción de un distribuidor o un gran consumidor.
- c) Empresa Distribuidora: Es la que tiene la obligación de prestar el suministro de energía eléctrica a los consumidores finales ubicados dentro del área respecto de la cual goza de exclusividad regulada.
- d) Empresa Autoprodutora: Es aquella que está en capacidad de autoabastecerse en forma temporal o definitiva del suministro de energía eléctrica, y que en casos excepcionales podría enlazarse al S.N.I.
- e) Empresas Importadoras: Son aquellas generadoras de otro país, concretamente de Colombia o Perú que venden energía eléctrica al Ecuador.

En la figura 3, se muestra el aporte de las diferentes empresas, en energía bruta producida. 11.337.133 MWh, equivalente al 75%, es la contribución de las empresas generadoras; 1.723.446 MWh, que representa el 11% es la contribución de la importación de energía; 1.345.230 MWh, equivalente al 9% es el aporte de las empresas autoproductoras; finalmente, 721.660 MWh, que representa el 5% es la contribución de energía bruta de los generadores que disponen ciertas empresas distribuidoras del país.

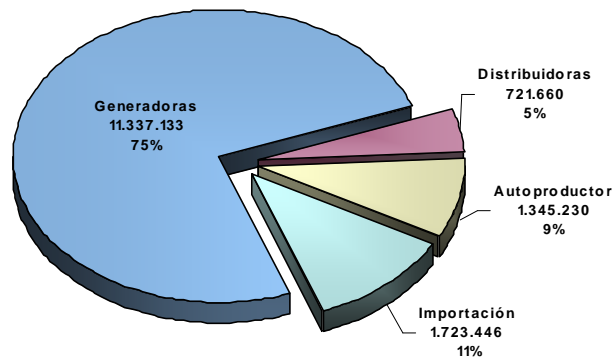
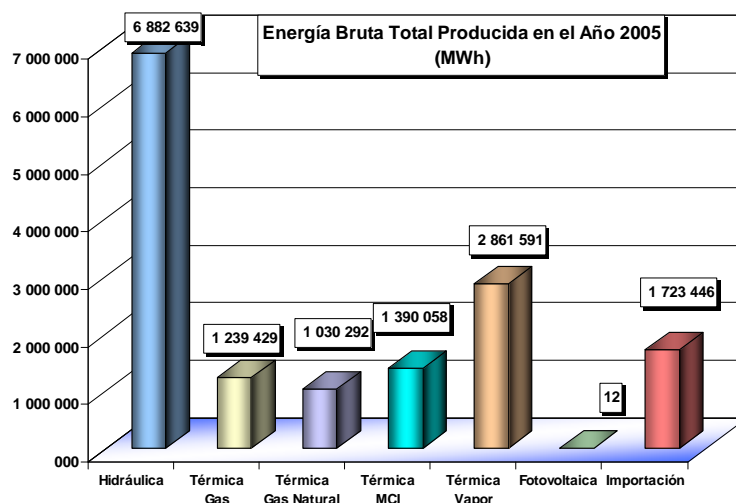


Fig. 3 Energía Bruta Producida e Importada en el Año 2005

En cambio, la distribución de la Energía Bruta Total Producida en el Año 2005 en MWh, de acuerdo al tipo de fuente primaria, se indica en las figura 4.



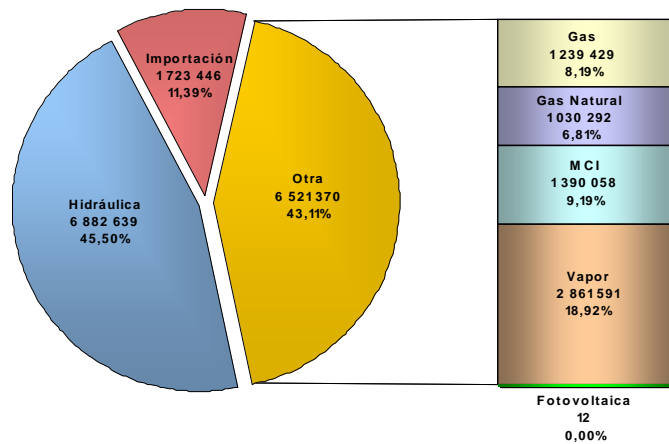


Fig. 4 Energía Bruta Total Producida e Importada en el Año 2005 por Tipo de Fuente Primaria

### 1.1.2 Patrones de Consumo

En lo que respecta a los patrones de consumo de energía eléctrica del país en el año 2005, analizando desde la etapa de generación, se puede notar en la figura 5, el aporte de los sistemas de generación: hidráulico, térmico a gas, térmico gas natural, térmico motor de combustión interna (MCI), térmico a vapor, fotovoltaico e importación. En este gráfico se puede deducir la variación del aporte de las centrales hidráulicas en concordancia con la época de precipitaciones de lluvia en los afluentes de las mencionadas centrales. Así, en los meses de marzo a julio, las centrales hidráulicas representan aproximadamente el 60% de la energía bruta total, mientras que en el período de agosto a febrero, corresponde aproximadamente al 35%, siendo más crítico el mes de octubre con el 26%, en el año 2005. La segunda fuente de energía en importancia son las centrales térmicas a vapor, con un aporte promedio del 25%. Considerando que los costos internos de las centrales térmicas son mucho mayores a las centrales hidráulicas, aspecto que se trata posteriormente en la sección 4, se evidencia parte de la crisis energética del país, ya que el costo de la energía se encarece en gran parte del año al depender del parque térmico, que en algunos casos no abastece las necesidades internas, por lo que en los últimos años ha sido necesario recurrir a la importación, que evidentemente es la más cara de todas. A este drama se suma la

falta de inversión en centrales hidráulicas y la pérdida del rendimiento de las existentes, debido al incremento de sedimentos y también debido a la pérdida de los caudales de agua, que en gran medida son consecuencia de las alteraciones climáticas, desertificación de los páramos y por el calentamiento global.

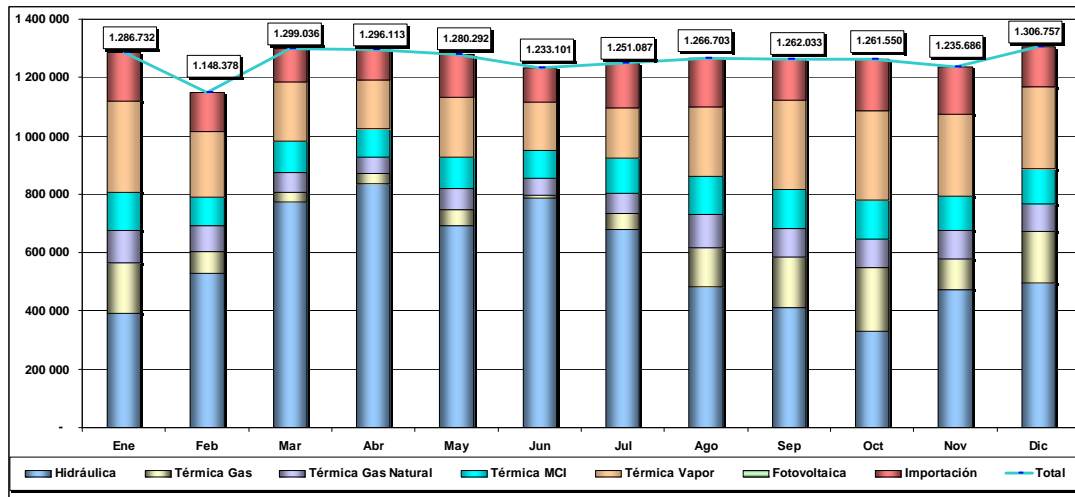


Fig. 5 Energía Bruta Mensual Producida en el Año 2005 en MWh

En la figura 6, se muestra la energía entregada al Mercado Eléctrico Mayorista (M.E.M.), por tipo de central en el año 2005 en MWh, que corresponde a la Energía Bruta menos las pérdidas existentes hasta las empresas distribuidoras.

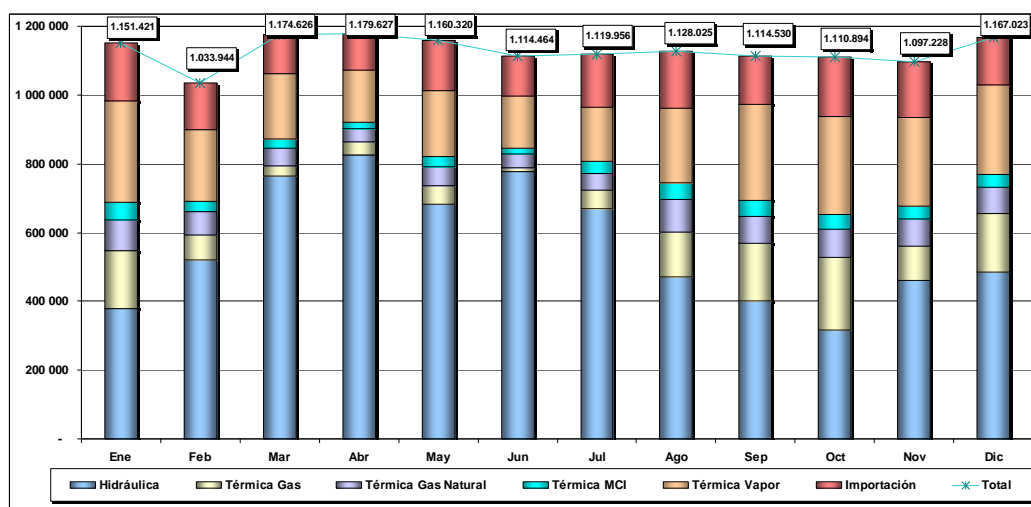


Fig. 6 Energía Entregada al M.E.M. por Tipo de Central en el Año 2005 (MWh)

Cabe acotar que el CONELEC, establece esencialmente dos tipos de clientes: regulados y no regulados. Los primeros corresponden al sector residencial, comercial, industrial, alumbrado público y otros (escenarios deportivos, instituciones públicas, etc.) que compran la energía a la empresa distribuidora de su localidad de acuerdo a un pliego tarifario predefinido. Mientras que clientes no regulados son los usuarios que no obedecen a la aplicación tarifaria de acuerdo con el tipo de servicio entregado por las empresas distribuidoras: grandes consumidores, compras entre distribuidores, exportación.

En la figura 7 se indica el patrón de consumo de los clientes regulados, que suman 9.044.378 MWh, de los 13.552.057 MWh entregados al M.E.M., que corresponde al 66.74%. El restante 33.26%, corresponde a los clientes no regulados, que básicamente corresponde al sector industrial que contrata directamente el servicio energético.

De la energía consumida por los clientes regulados, se detalla:

<b>CLIENTE REGULADO</b>	<b>% CONSUMO DE ENERGÍA</b>
Residencial	40.93
Comercial	21.72
Industrial	19.78
Alumbrado Público	7.91
Otros	9.66
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>

Tabla 1 tipo de clientes: Fuente Suplemento institucional del CONELEC

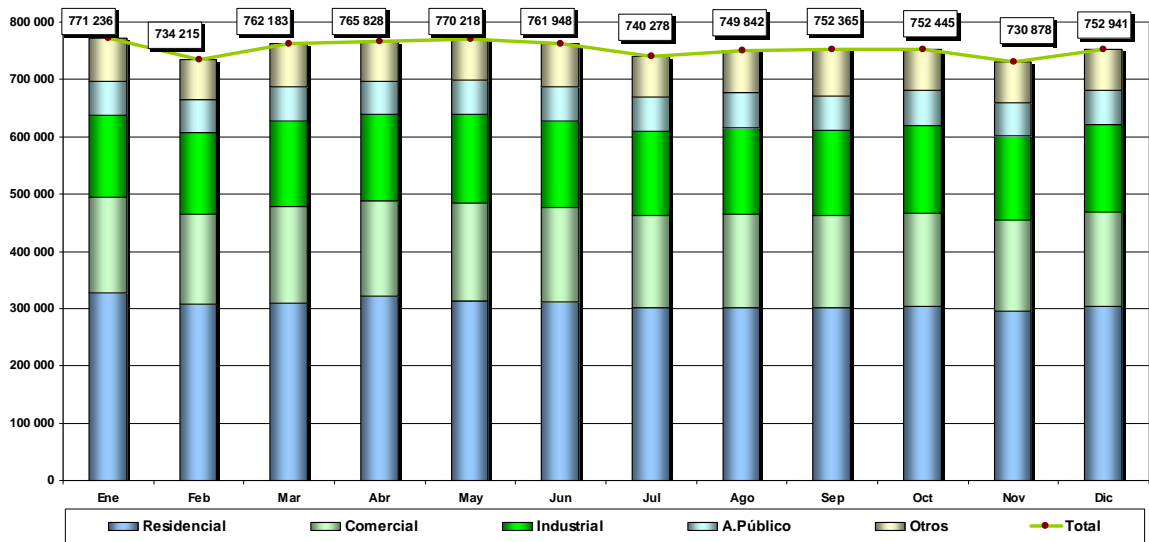


Fig. 7 Energía Total Facturada a Clientes Regulados de Empresas Distribuidoras en el Año 2005 (MWh)

Sin embargo, para conocer a ciencia cierta, el patrón de consumo energético en el país, se debe sumar el porcentaje de los clientes no regulados, que como se dijo anteriormente, corresponden a los grandes consumidores del sector industrial, que contabilizan el 33.26% de la energía total entregada al M.E.M., sumado a la energía del sector industrial regulado, la siguiente tabla es una mejor radiografía del patrón de consumo energético del Ecuador en porcentaje, en el año 2005. Ver la figura 8.

CLIENTE	% CONSUMO DE ENERGÍA
Industrial	46.46
Residencial	27.32
Comercial	14.50
Alumbrado Público	5.27
Otros	6.45
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>

Tabla 2. Patrón Energético del Ecuador.: Fuente Suplemento Institucional del CONELEC.

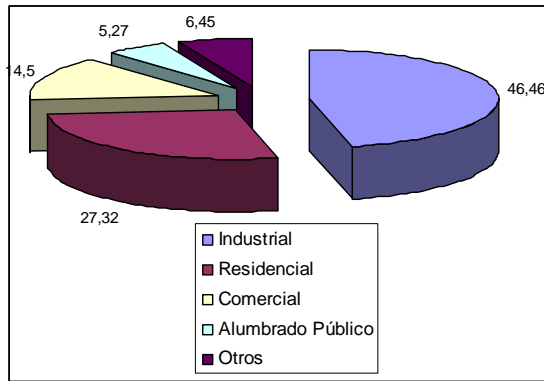
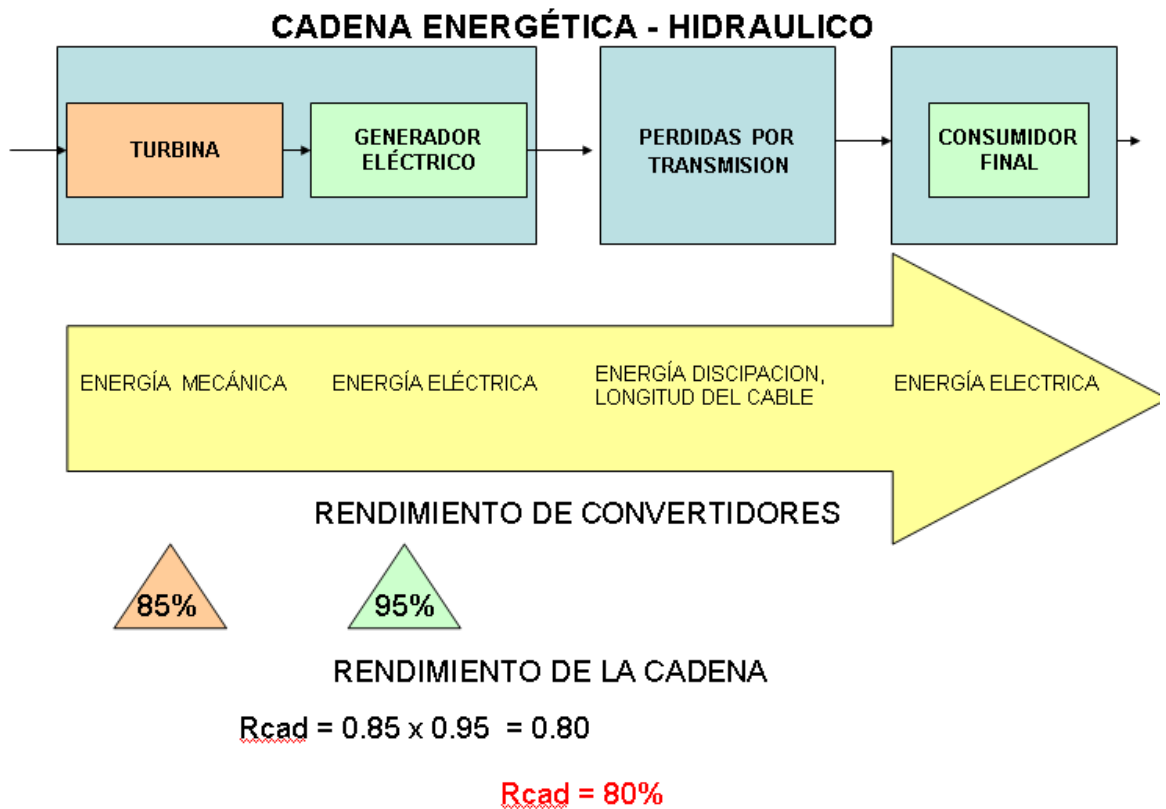


Fig. 8 Patrón Energético del Ecuador en el Año 2005

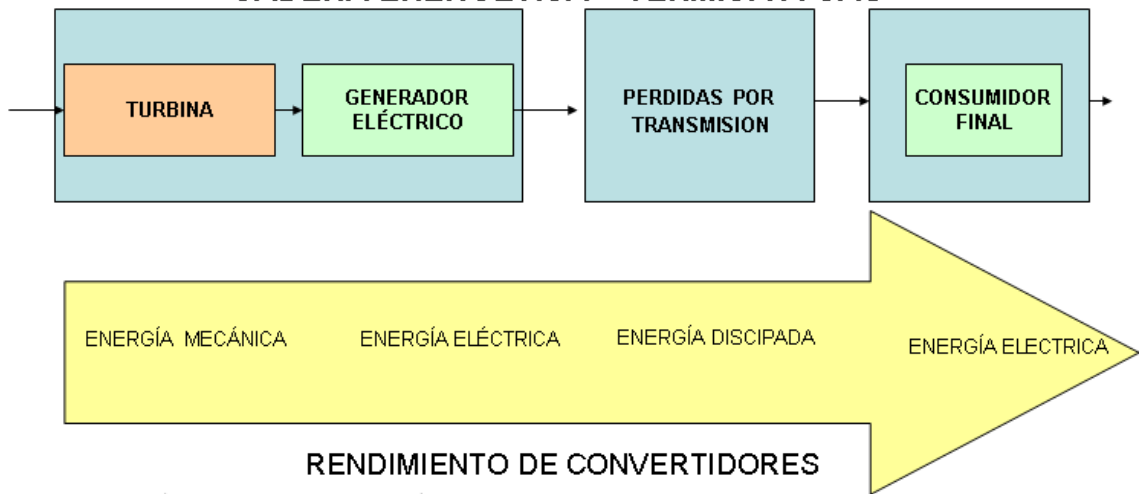
## 1.2 CADENAS ENERGÉTICAS DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE ENERGÍA DEL ECUADOR

2

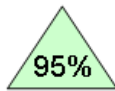


<sup>2</sup> WILSON Jerry D., "Física con Aplicaciones", Interamericana, México, 1984

### CADENA ENERGÉTICA – TERMICA A GAS



RENDIMIENTO DE CONVERTIDORES

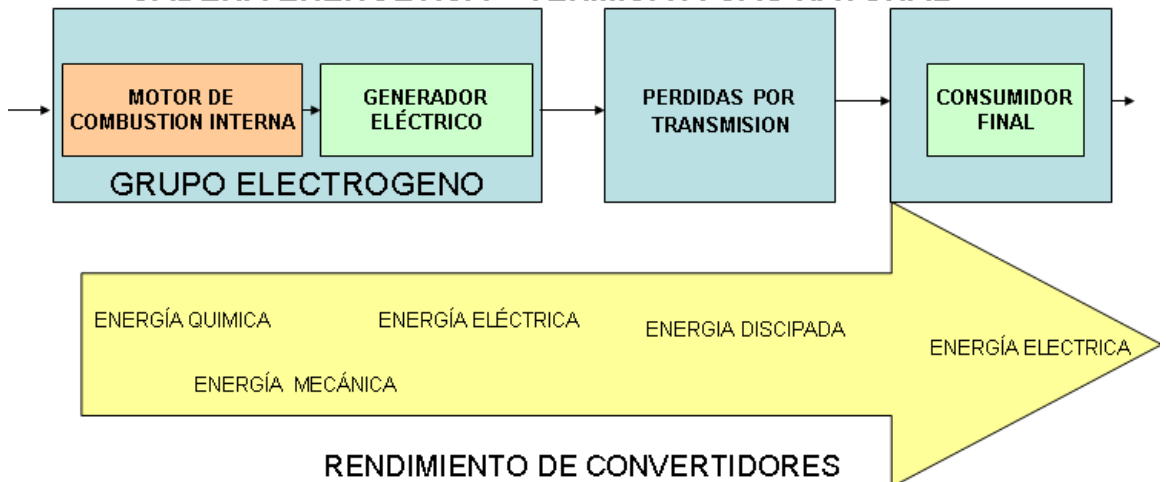


RENDIMIENTO DE LA CADENA

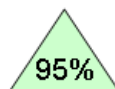
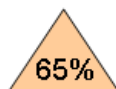
$$R_{cad} = 0.85 \times 0.95 = 0.81$$

$$R_{cad} = 81\%$$

### CADENA ENERGÉTICA – TERMICA A GAS NATURAL



RENDIMIENTO DE CONVERTIDORES

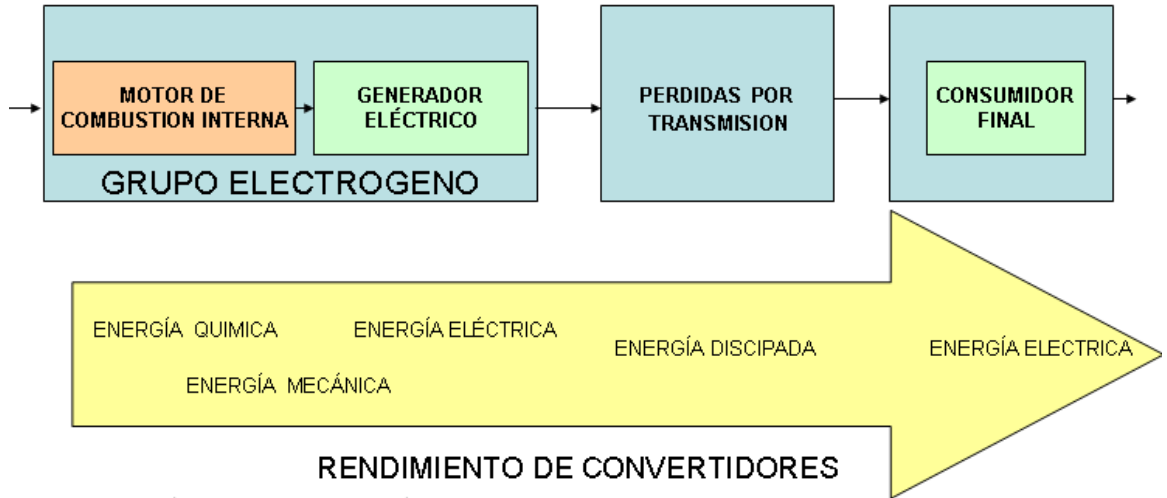


RENDIMIENTO DE LA CADENA

$$R_{cad} = 0.65 \times 0.95 = 0.62$$

$$R_{cad} = 62\%$$

### CADENA ENERGÉTICA – MOTOR COMBUSTION INTERNA



RENDIMIENTO DE CONVERTIDORES

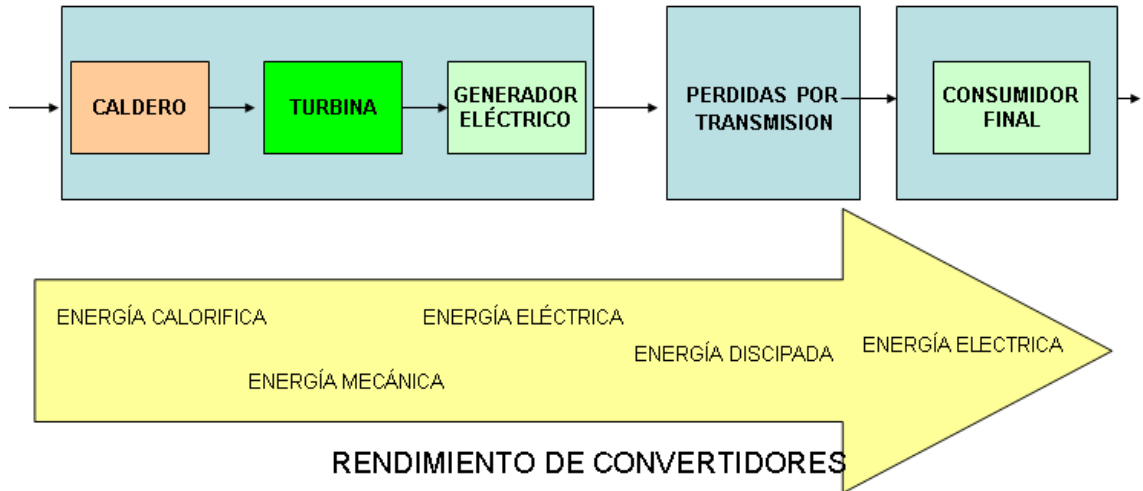


RENDIMIENTO DE LA CADENA

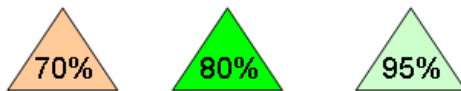
$$R_{cad} = 0.40 \times 0.95 = 0.38$$

**$R_{cad} = 38\%$**

### CADENA ENERGÉTICA – TÉRMICA A VAPOR



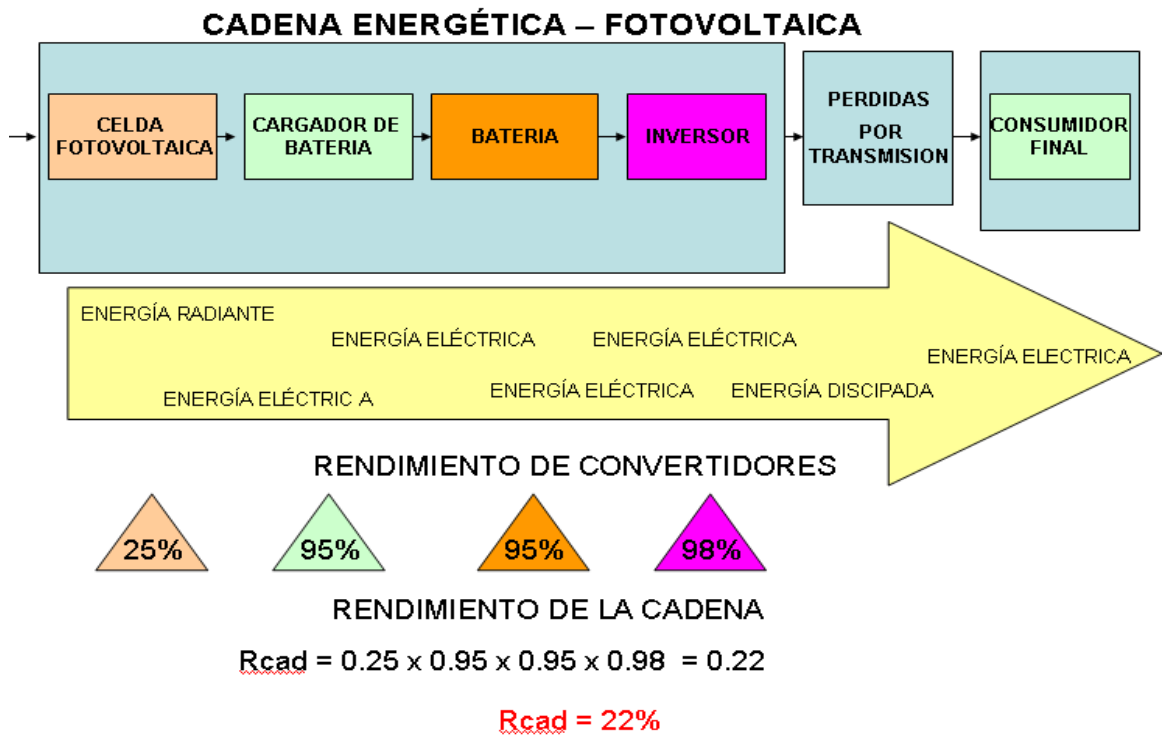
RENDIMIENTO DE CONVERTIDORES



RENDIMIENTO DE LA CADENA

$$R_{cad} = 0.70 \times 0.80 \times 0.95 = 0.53$$

**$R_{cad} = 53\%$**



## 1.3 INDICADORES ENERGÉTICOS

### 1.3.1 Pérdidas de Energía y Eficiencia Energética

Las pérdidas existentes desde los generadores hasta el M.E.M, corresponde a la diferencia entre la energía bruta y la energía entregada al M.E.M. cuantificadas en **10.41%** de la energía bruta total.

En lo que respecta a las pérdidas de energía en las diferentes etapas funcionales por cada empresa distribuidora corresponde al **23.87%** de la energía total recibida. Las mismas que se dividen en dos grupos: pérdidas técnicas y no técnicas. Las pérdidas técnicas corresponden al 10.10%, mientras que las no técnicas son el 13.77%. En la figura 9 se detalla la distribución de estas pérdidas.

PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN LAS DIFERENTES ETAPAS FUNCIONALES POR EMPRESA DISTRIBUIDORA EN EL AÑO 2005 (MWh)

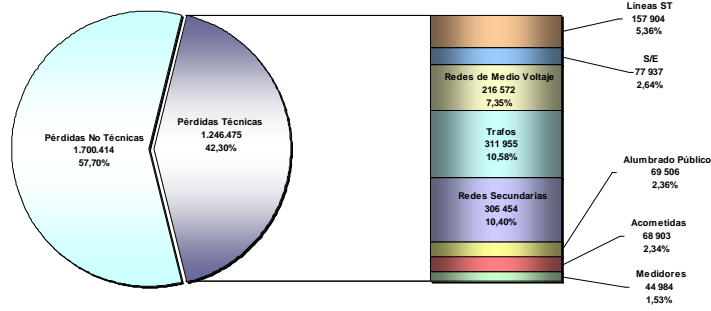


Fig. 9 Pérdidas de Energía de las Empresas Distribuidoras en el Año 2005

También se debe considerar las pérdidas ocasionadas en las líneas de transmisión de alta tensión desde las generadoras hasta las subestaciones, las mismas que al finalizar el año 2005 fueron del **3,39%** de la energía total recibida por el Sistema Nacional de Transmisión, equivalentes a 416.160,34 MWh.

En la figura 10, se muestra en barras la diferencia entre la energía recibida y entregada por el S.N.T. (Sistema Nacional de Transmisión) y el porcentaje mensual de las pérdidas.<sup>3</sup>

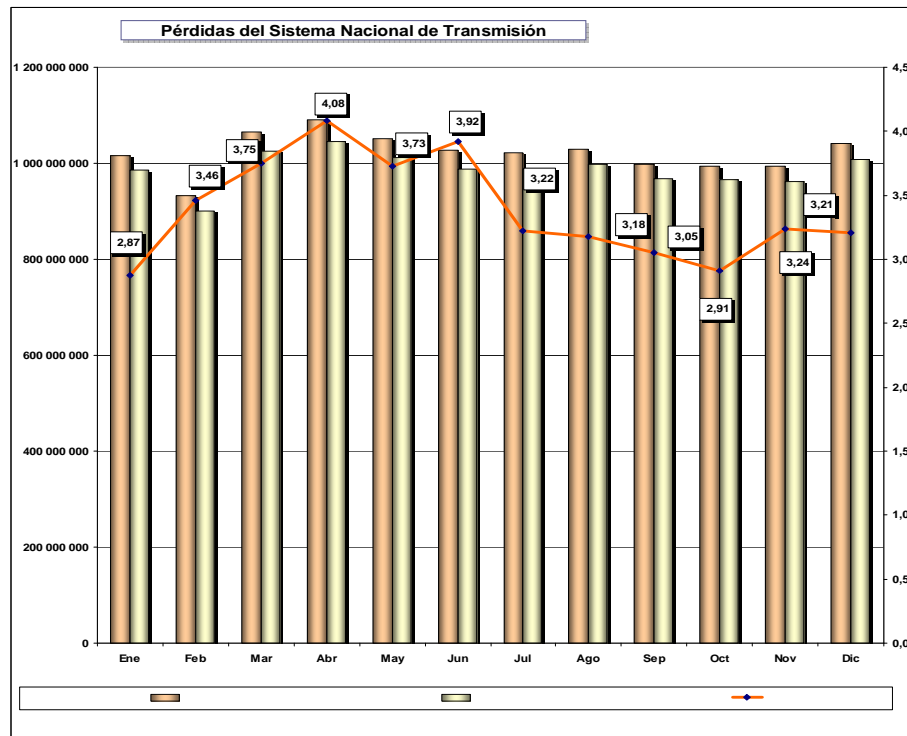


Fig. 10 Pérdidas del S.N.T. en el Año 2005

<sup>3</sup> CONELEC, “Estadísticas del Sector Eléctrico Ecuatoriano”, 2005.

Hasta aquí, las pérdidas de energía en el sector eléctrico son:

<b>Descripción</b>	<b>% Pérdida</b>
Energía perdida de los generadores al punto de entrega	10,41
Energía perdida en el uso	23,87
Energía perdida en el transporte	3,39
<b>TOTAL:</b>	<b>37,67</b>

Sin embargo el aspecto más importante en el análisis de las pérdidas, con miras a la obtención de un balance energético desde las fuentes primarias, consiste en aplicar la eficiencia de las cadenas energéticas de los diferentes tipos de generadores existentes en el parque eléctrico del país, con relación a la energía bruta suministrada por cada tipo de generador. Como se muestra en la siguiente tabla:

<b>TIPO DE CENTRAL</b>	<b>ENERGÍA BRUTA EN MWh</b>	<b>EFICIENCIA DE LA CADENA</b>	<b>ENERGÍA DE LA FUENTE PRIMARIA EN MWh</b>
Hidráulica	6882639,00	0,80	8603298,75
Térmica a Gas	1239429,00	0,81	1530159,26
Térmica a Gas Natural	1030292,00	0,62	1661761,29
Térmica MCI	1390058,00	0,38	3658047,37
Térmica a Vapor	2861591,00	0,53	5399228,30
Fotovoltaica	13,00	0,22	59,09
Importación	1723446,00	0,38	4535384,21
<b>TOTAL:</b>	<b>15127468,00</b>		<b>25387938,27</b>

La eficiencia promedio de las centrales se la obtiene de la relación salida/entrada, es decir, total de la energía bruta/total de la energía de la fuente primaria.

Eficiencia Promedio de las Centrales = Energía Bruta/Energía Fuente Primaria	
Fracción	0,60
%	<b>59,59</b>

Por lo tanto, las pérdidas referidas al total de la energía de la fuente primaria, se indican a continuación:

Descripción	% Pérdida
Energía perdida de la fuente primaria	40,41
Energía perdida de los generadores al punto de entrega	6,25
Energía perdida en el uso	14,32
Energía perdida en el transporte	2,39
<b>TOTAL:</b>	<b>63,37</b>

Es decir, que del 100% de las fuentes primarias, el **63,37%** son pérdidas, mientras que el 36,63% es energía útil. Ver figura 11

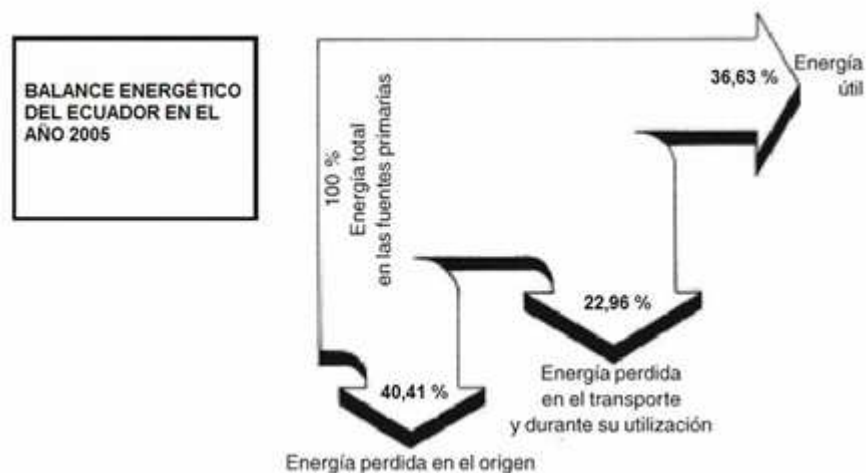


Fig. 11 Balance Energético del Ecuador en el Año 2005: Fuente Investigación Personal,

### **1.3.2 Intensidad Energética**

Teniendo en cuenta que la intensidad energética se la obtiene en términos del PIB. (Producto Interno Bruto), entendiéndose como la energía consumida para obtener un dólar de riqueza. O en términos Per Cápita, correspondiendo a la energía consumida por habitante. De acuerdo a las estadísticas proporcionadas por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), el PIB. del Ecuador en el año 2005 fue de 31.722 Millones de USD<sup>4</sup>, y con el dato de la energía total entregada al M.E.M. igual a 13.552.057 MWh, por lo tanto, el Índice Energético en MWh/Millones de USD es:

$$\mathbf{IE=427,21 \text{ MWh/Millones de USD}}$$

La intensidad energética per cápita, se obtiene de la relación energía/No. Habitantes. De acuerdo al INEC, la población proyectada al 2005, es de 13.210.382 habitantes.

$$\mathbf{IE=1,02 \text{ MWh/Habitantes}}$$

## **1.4 EFECTO DE LAS POLÍTICAS ENERGÉTICAS Y MARCOS REGULATORIOS**

### **1.4.1 El Sector Energético en el Ecuador**

El desarrollo del sector eléctrico tuvo su auge en la décadas de los 1980 y 1990 mediante la construcción de las grandes centrales de generación hidroeléctrica y termoeléctrica y del sistema nacional de transmisión. Esta responsabilidad la asumió el Estado a través del INECEL. La introducción de la política de privatización en 1996, con la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, apoyada por

---

<sup>4</sup> [www.expreso.ec/especial-economico.html](http://www.expreso.ec/especial-economico.html)

las tendencias desreguladoras mundiales eliminó el INECEL, escindiéndolo en varias empresas de generación y la de transmisión. Desde ese año a la fecha ninguna nueva planta de generación ha entrado en servicio, evidenciando el total fracaso de la política neoliberal, por lo que hubo que recurrir a la interconexión con Colombia en condiciones no muy ventajosas para el país. Las medidas de promoción para las energías renovables propuestas en esta Ley no han servido para motivar la participación de inversionistas interesados. En la Ley no se menciona en lo absoluto el tema de eficiencia y ahorro energético.

El principal problema por el que pasa el sector eléctrico es la falta de decisión de los gobernantes de turno de enfrentar y resolver los problemas, en especial el originado por la distribución eléctrica de la ciudad de Guayaquil, debido al temor de que estas medidas pudieran desestabilizar su permanencia en el poder.

La aplicación de tarifas políticas que no reflejan los costos reales está llevando al sector a la bancarrota. A esto se suma el hecho de que las empresas eléctricas han venido siendo un botín político de los gobiernos de turno, a pesar de que varias veces se intentó entregar la administración a empresas privadas; la fuerza de los sindicatos eléctricos se opuso, en desmedro de la calidad del servicio. El déficit de las empresas eléctricas, sumado a sus altas pérdidas, obliga a tomar acciones inmediatas.

Las leyes competentes que regulan el sector eléctrico son:<sup>5</sup>

1. Ley del Régimen del Sector Eléctrico.
2. Ley Orgánica de Defensa del Consumidor.
3. Ley de Modernización del Estado, Privatizaciones y Prestación de Servicios Públicos por parte de la iniciativa privada.
4. Ley para la Constitución de Gravámenes y Derechos Tendientes a Obras de Electrificación

---

<sup>5</sup> <http://www.conelec.gov.ec/pages/textos.php?menu=12&submenu=52&submenu2=91#>

En la Ley del Régimen del Sector Eléctrico, se determina las funciones de del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC).

## **CONELEC**

Las funciones más importantes de este organismo son:

- a) Regular el sector eléctrico y velar por el cumplimiento de las disposiciones legales reglamentarias y demás normas técnicas de electrificación del país de acuerdo con la política energética nacional;
- b) Elaborar el plan de electrificación, basado en el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales. Para el efecto mantendrá actualizado el inventario de los recursos energéticos del país, con fines de producción eléctrica. Este plan tendrá el carácter de referencial;
- c) Preparar y proponer para su aprobación y expedición por parte del Presidente de la República el Reglamento General y los reglamentos especiales que se requieran para la aplicación de esta Ley;
- d) Aprobar los pliegos tarifarios para los servicios regulados de transmisión y los consumidores finales de distribución, de conformidad con lo establecido en el Capítulo VIII de esta Ley;
- e) Dictar regulaciones a las cuales deberán ajustarse los generadores, transmisor, distribuidores, el CENACE y clientes del sector eléctrico. Tales regulaciones se darán en materia de seguridad, protección del medio ambiente, normas y procedimientos técnicos de medición y facturación de los consumos, de control y uso de medidores, de interrupción y reconexión de los suministros, de acceso a inmuebles de terceros, de riesgo de falla y de calidad de los servicios prestados; y las demás normas que determinen la Ley y los reglamentos. A estos efectos las

sociedades y personas sujetas a su control, están obligadas a proporcionar al CONELEC, a información técnica y financiera que le sea requerida;

f) Publicar as normas generales que deberán aplicar al transmisor y a los distribuidores en sus respectivos contratos, para asegurar el libre acceso a sus servicios asegurando el pago del correspondiente peaje;

g) Dictar las regulaciones que impidan las prácticas que atenten contra la libre competencia en el sector eléctrico, y signifiquen concentración de mercado en desmedro de los intereses de los consumidores y de la colectividad, según el artículo 38 de esta Ley;

h) Elaborarlas bases para el otorgamiento de concesiones de generación, transmisión y distribución de electricidad mediante los procedimientos establecidos en la Ley;

i) Convocar a participar en procedimientos de selección para el otorgamiento de concesiones y adjudicar los contratos correspondientes;

j) Resolver la intervención, prórroga o caducidad y la autorización para la cesión o el reemplazo de las concesiones, en los casos previstos en la Ley;

k) Regular el procedimiento para la aplicación de las sanciones que correspondan por violación de disposiciones legales, reglamentarias o contractuales, asegurando que las partes ejerzan debidamente su derecho a la defensa sin perjuicio del derecho de ellas de acudir a los órganos jurisdiccionales competentes;

l) Presentaren el primer trimestre de cada año al Presidente de la República, un informe sobre las actividades del año anterior y sugerencias sobre medidas a adoptar en beneficio del interés público, incluyendo la protección de los clientes y el desarrollo del sector eléctrico;

m) Sin perjuicio de lo señalado en el artículo 7 de esta Ley, precautelar la seguridad e intereses nacionales y asumir, a través de terceros, las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica cuando los obligados a ejecutar tales actividades y servicios rehúsen hacerlo, hubieren suspendido el servicio de forma no justificada o lo presten en condiciones que contravengan las normas de calidad establecidas por el CONELEC o que constituya incumplimiento de los términos del contrato de concesión, licencias, autorización o permiso, por cualquier causa o razón que fuere salvo caso fortuito o fuerza mayor. Para ello, el CONELEC autorizará la utilización por parte de terceros de los bienes propios de generadores, transmisor y distribuidores, debiendo si fuere el caso, reconocer en favor de los propietarios los pagos a que tuviesen derecho por el uso que se haga de sus propiedades.

Esta delegación será solamente temporal hasta tanto se realice un nuevo proceso de concesión que permita delegar a otro concesionario la prestación del servicio dentro del marco de esta Ley y sus reglamentos;

n) Otorgar permisos y licencias para la instalación de nuevas unidades de generación de energía y autorizar la firma de contratos de concesión para generación, transmisión o distribución al Director Ejecutivo del CONELEC de conformidad a lo que señale el Reglamento respectivo;

ñ) Formular y aprobar el presupuesto anual de gastos y requerimiento de recursos del CONELEC, y remitirlo al Ministerio de Finanzas para su integración y consolidación, en cumplimiento a lo establecido en la Ley de Presupuestos del Sector Público;

o) Constituir servidumbres necesarias para la construcción y operación de obras en el sector eléctrico;

p) Declarar de utilidad pública o de interés social de acuerdo con la Ley y proceder a la expropiación de los inmuebles que se requiera para los fines del

desarrollo del sector eléctrico, en los casos estrictamente necesarios y para la ejecución de obras directamente vinculadas con la prestación de servicios.

En todos los casos, determinará para estos efectos las medidas necesarias para el reasentamiento de los propietarios de los predios afectados, compensaciones, según lo determine el Código Civil Ecuatoriano; y,

q) Ejercer las demás atribuciones que establezca esta Ley y su reglamentación.

## **1.5 TENDENCIAS DEL USO DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS EN EL SECTOR PRODUCTIVO**

Las necesidades energéticas actuales de tipo “comercial” son cubiertas en un 60% por los hidrocarburos, que provienen de un recurso no renovable y perecedero como es el petróleo.

Actualmente, los requerimientos de energía comercial sobrepasan la oferta disponible, haciéndose necesaria la importación de algunos hidrocarburos (diesel y GLP).

Las actividades relacionadas con el sector hidrocarburífero (exportación, transformación, transporte y uso de la energía), han provocado y causan los mayores problemas ambientales de alcance local que soporta el país.

Existen requerimientos energéticos no cubiertos, principalmente en el sector rural, los cuales se reflejan en el estancamiento y aún más en la disminución del nivel de vida de la población.

En la figura 12, se muestra la tendencia del uso de la energía en el sector industrial y doméstico.

## Usos energéticos en sector industrial y doméstico

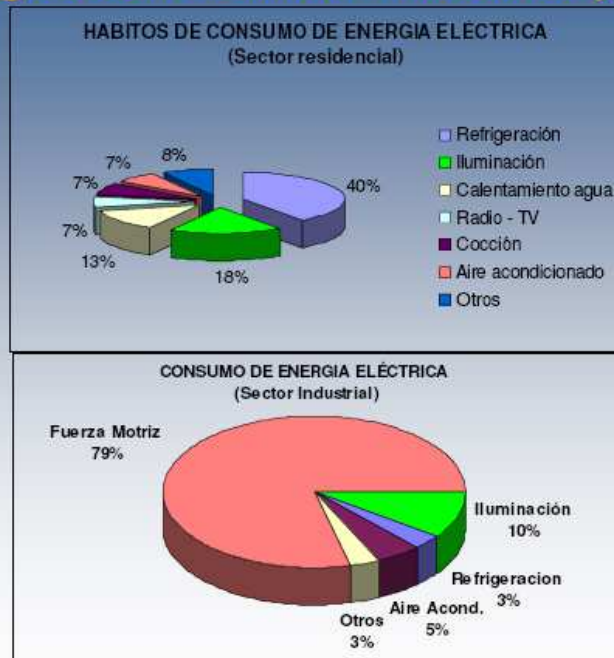


Fig. 12 Uso Energético en el Sector Industrial y Doméstico: Fuente CONELEC.

### 1.6 IMPACTO AMBIENTAL Y TENDENCIAS EN EL USO Y DESARROLLO DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES<sup>6</sup>

El clima siempre ha variado, el problema del cambio climático es que en el último siglo el ritmo de estas variaciones se ha acelerado de manera anómala, a tal grado que afecta ya la vida planetaria. Al buscar la causa de esta aceleración, algunos científicos encontraron que existe una relación directa entre el calentamiento global o cambio climático y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), provocado principalmente por las sociedades industrializadas.

<sup>6</sup> [www.todoambiente.com](http://www.todoambiente.com)

### **1.6.1 Calentamiento Global y Efecto Invernadero.**

Un fenómeno preocupa al mundo: el calentamiento global y su efecto directo, el cambio climático, que ocupa buena parte de los esfuerzos de la comunidad científica internacional para estudiarlo y controlarlo, porque, afirman, pone en riesgo el futuro de la humanidad.

¿Por qué preocupa tanto? Destacados científicos coinciden en que el incremento de la concentración de gases efecto invernadero en la atmósfera terrestre está provocando alteraciones en el clima. Coinciden también en que las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) han sido muy intensas a partir de la Revolución Industrial, momento a partir del cual la acción del hombre sobre la naturaleza se hizo intensa.

#### **Originalmente, un fenómeno natural**

El efecto invernadero es un fenómeno natural que permite la vida en la Tierra. Es causado por una serie de gases que se encuentran en la atmósfera, provocando que parte del calor del sol que nuestro planeta refleja quede atrapado manteniendo la temperatura media global en +15° centígrados, favorable a la vida, en lugar de -18 ° centígrados, que resultarían nocivos.

Así, durante muchos millones de años, el efecto invernadero natural mantuvo el clima de la Tierra a una temperatura media relativamente estable y permitía que se desarrollase la vida. Los gases invernadero retenían el calor del sol cerca de la superficie de la tierra, ayudando a la evaporación del agua superficial para formar las nubes, las cuales devuelven el agua a la Tierra, en un ciclo vital que se había mantenido en equilibrio.

Durante unos 160 mil años, la Tierra tuvo dos periodos en los que las temperaturas medias globales fueron alrededor de 5° centígrados más bajas de las actuales. El cambio fue lento, transcurrieron varios miles de años para salir de la era glacial. Ahora, sin embargo, las concentraciones de gases invernadero en la atmósfera están creciendo rápidamente, como consecuencia de que el mundo

quema cantidades cada vez mayores de combustibles fósiles y destruye los bosques y praderas, que de otro modo podrían absorber dióxido de carbono y favorecer el equilibrio de la temperatura.

Ante ello, la comunidad científica internacional ha alertado de que si el desarrollo mundial, el crecimiento demográfico y el consumo energético basado en los combustibles fósiles, siguen aumentando al ritmo actual, antes del año 2050 las concentraciones de dióxido de carbono se habrán duplicado con respecto a las que había antes de la Revolución Industrial. Esto podría acarrear consecuencias funestas para la vida planetaria.

En la figura 13 se ilustra el fenómeno del calentamiento global.

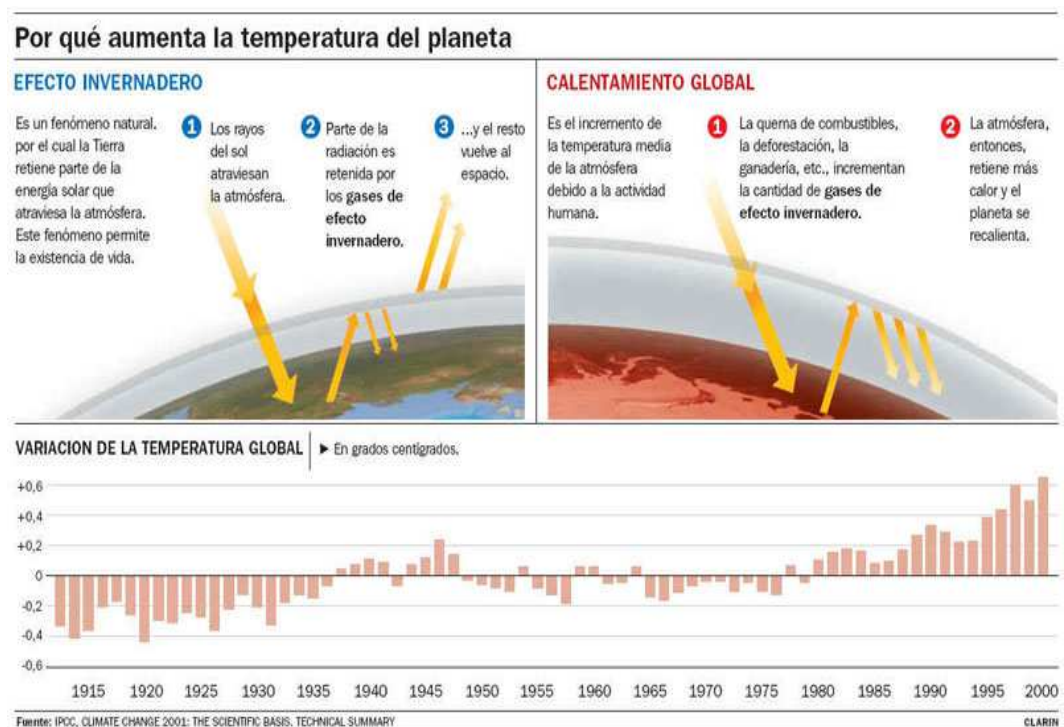


Fig. 13 Fenómeno del Calentamiento Global: Fuente [www.todoambiente.com](http://www.todoambiente.com)

## **1.6.2 Potencial Energético de fuentes alternativas en el Ecuador<sup>7</sup>**

### **1.6.2.1 Energía solar fotovoltaica.**

#### **Aplicación principal.**

Suministro de servicio eléctrico básico en centros de salud, escuelas y viviendas localizadas en áreas rurales dispersas y aisladas de la red eléctrica.

#### **Caracterización del sector.**

Existen varias empresas que comercializan este tipo de sistemas y existe un desarrollo tecnológico nacional para ciertos elementos de los sistemas fotovoltaicos como controles, soportes y acumuladores convencionales.

#### **Penetración.**

Instalaciones de carácter demostrativo en el ámbito rural, cuya principal iniciativa ha sido el Programa de ERD del MEM, que cuenta con más de 619 sistemas instalados con una potencia total de 209 KW.

#### **Potencia.**

Se encuentra en Galápagos, la región Amazónica y en general en áreas rurales aisladas, para usos descentralizados y de baja potencia.

Otro ámbito es el de la conexión a red con rentabilidades interesantes a partir de la tarifas del nuevo reglamento 004/04(28.37 c\$/KWh)

---

7. [www.fao.org/docrep/T2363S/t2363s0u.htm](http://www.fao.org/docrep/T2363S/t2363s0u.htm)

### **1.6.2.2 Energía solar térmica**

#### **Aplicación principal.**

Calentamiento de agua para uso doméstico, aunque tiene la desventaja de competir con los métodos tradicionales de producir agua caliente que aún son relativamente económicos.

#### **Caracterización del sector.**

Presencia local de fabricantes con capacidad de producir y comercializar sistemas con buenas prestaciones.

#### **Penetración.**

- No hay censo de instalaciones disponibles, aunque se ha detectado una mayor implantación en el sector residencial y hotelero y los proyectos singulares siguientes:
- Diseño y construcción de 50 sistemas solares para calentamiento de agua en viviendas del Programa de vivienda “Solanda”, ejecutado con la Junta Nacional de vivienda.
- Diseño y construcción de 11 sistemas solares para calentamiento de agua en viviendas “Aldea del Niño” de la ciudad de Ambato y 20 en Quito.
- Diseño y construcción de 8 sistemas solares para calentamiento de (duchas) en varias escuelas y colegios del país.
- Iniciativas privadas en hoteles de Quito.

#### **Potencial.**

Sector residencial y turístico en todo el país.

### 1.6.2.3 Energía eólica: recursos disponibles

Ecuador por su ubicación en la zona ecuatorial no es una región donde prevalezcan vientos sostenidos ni de alta velocidad. La disponibilidad de este recurso es más bien de carácter localizado, existiendo zonas de gran interés para su aprovechamiento (microzonas con velocidad alta y constante del viento en la región Interandina).

ZONA	PROVINCIA	LOCALIDAD	VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)
INTERANDINA NORTE	CARCHI	El Ángel	6.6
	IMBABURA	Atuntaqui	4.5
		Salinas	7.0
INTERANDINA CENTRAL	PICHINCHA	Tabacundo	5.0
		Machachi	7.1
		Malchingui	6.6
		Olmedo	5.3
	COTOPAXI	Páramo del Cotopaxi	5.9
INTERANDINA SUR	AZUAY	Huascashaca	7.9
	LOJA	Saraguro	5.2
		Yangana	5.5
		Lucardi	5.6
		La Toma	4.8
		Boyacá	5.6
COSTANERA	MANABÍ	Pedernales	4.4
		Guayaquil (Aeropuerto)	4.7
	GUAYAS	Salinas	4.8
		San Joaquín (I. San Cristóbal)	7.9
INSULAR	GALÁPAGOS	Salasaca (I. Santa Cruz)	5.4

Tabla 3 Velocidades de los vientos en el Ecuador: Fuente CONELEC.

### Caracterización del sector.

Presencia de promotores públicos, ha venido analizando el recurso eólico con varias provincias del país (Cotopaxi, Imbabura, Loja, Galápagos), a fin de lograr su aprovechamiento para la generación eléctrica mediante parques eólicos.

### Penetración.

No hay parques eólicos en operación, aunque se han identificado algunos proyectos en marcha:

- Proyecto eólico en Salinas, de la empresa Electrovento, con una potencia de 10MW.

- Proyecto ERGAL, de Elecgalápagos, que comprende la construcción de 3 parques eólicos en S. Cristóbal, Sta. Cruz e Isabela con una potencia global de 7.9 MW.
- Proyecto Loja-Vilonaco, de Enerloja, para construcción de un parque de 15MW.

### **Potencial.**

Pendiente de realización de inventario o atlas eólico para todo el país.

#### **1.6.2.4 Energía mini hidráulica.**

Existen varias regiones en Ecuador con recursos hidráulicos en abundancia para ser utilizados en la hidrogenación de electricidad. INECEL realizó un completo inventario de recursos hidráulicos llegando a seleccionar 11 cuencas hidrográficas con un potencial teórico de 73390 MW, un potencial técnico de 30000MW y un potencial técnico-económico de 21520MW. De esta potencia el 90% se encuentra en la cuenca Amazónica y el 10% restante en la del Pacífico.

A partir de estos estudios, el ex INECEL elaboró un catálogo de proyectos hidroeléctricos disponibles para su desarrollo con la empresa privada, con 80 proyectos mayores de 10MW (9995MW en total) y 121 centrales de potencia inferior a 10 MW (241MW en total).

Existen 40 minicentrales en operación con una potencia efectiva de 98MW.

El MEM dentro PROMEC ha identificado 111 emplazamientos rurales aptos para ser electrificados mediante mini hidráulica. También esta trabajando en la actualización de la información disponible, habiéndose identificado 8 proyectos a nivel de intercambio, 2 a nivel de prefactibilidad y 3 a nivel de diseño definitivo, de los cuales 10 proyectos tienen una potencia entre 60 y 500 KW y 3 proyectos tienen una potencia entre los 500 y 1000KW.

### 1.6.2.5 Energía Geotérmica

El país por sus características vulcanológicas, acentuadas en las cordilleras, dispone de importantes reservorios geotérmicos, que se manifiestan por la gran cantidad de evidencias termales presentes en superficie, como agua caliente, flujos de lodos, emanaciones de vapor, etc.

De éste, el potencial técnicamente aprovechable sería de 1.450Mtep, y el económicamente aprovechable para generación eléctrica se presume estaría en el orden de 545 Mtep(70.000MW)

Proyectos identificados para aplicaciones térmicas: 11,7Mtep

Proyectos geotermoeléctricos identificados en zonas se alta entalpía.

CHILES CERRO NEGRO	138 MW
CHACHIMBIRO	113 MW
CHALUPAS	283 MW
<b>TOTAL</b>	<b>534 MW</b>

Tabla 4 Potencia de minicentrales: Fuente CONELEC.

### 1.6.2.6 Biomasa: Recurso Disponibles.

El uso de la biomasa y de residuos vegetales con fines energéticos es muy difundido en el país, ya sea para combustión directa (leña o residuos vegetales) carbonización (carbón vegetal) o gasificación (gas pobre). Esta energía satisface una amplia gama de necesidades de carácter doméstico, artesanal e industrial. En el sector rural el consumo de leña y residuos vegetales es representativo.

#### **Proyectos Singulares:**

Instalación de 65 biodigestores en instalaciones ganaderas, proyectos de fogones mejorados para áreas rurales con abastecimiento crítico de leña y proyecto S. Carlos de cogeneración de 35 MW con bagazo(En ejecución).

### Potencial técnico y tecno-económico detectado en Ecuador:

FUENTE	Teórico (ktep/año)	Aprovechable (ktep/año)
R.S.U.	270.3	181.8
Agrícolas	1.487.4	594.9
Agro - industriales	384.1	230.5
Pecuarios	166.3	76.0
Forestales	249.3	74.8
Industria Alcohólica	4.1	3.7
<b>TOTAL</b>	<b>2.561.5</b>	<b>1.161.7</b>

Tabla 5: Potencial técnico y económico del Ecuador en reservas energéticas: Fuente CONELEC.

## 1.7 MEDIDAS PRÁCTICAS PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA<sup>8</sup>

### 1.7.1 Consejos de ahorro de energía en el hogar.

#### Calentador de agua

- El calentador eléctrico de agua representa uno de los mayores gastos de energía, en lo posible utilizar un calentador a gas.
- Mejorar el aislamiento alrededor del depósito y tubería de agua caliente.
- Revisar que no haya fugas de agua.
- Regular el termostato al mínimo.

#### Equipos desconectados

Desconectar equipos electrónicos para eliminar el consumo de energía en espera (stand-by power “vampiros”). Esta energía puede representar cerca del 10% del consumo de energía eléctrica doméstica.

---

<sup>8</sup> [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

## **Refrigeración**

- Revisar la hermeticidad del refrigerador verificando el estado de los cauchos de la puerta. Esto se puede comprobar poniendo una hoja de papel al cerrar la puerta; si ésta cae o se desliza fácilmente cuando se tira de ella, indica que los empaques deben cambiarse
- Colocar el refrigerador en un lugar con suficiente espacio para permitir la circulación del aire por la parte posterior, y lejos de fuentes de calor como la cocina o el sol.
- Evitar abrir frecuentemente la puerta.
- No introducir alimentos calientes.
- Regular el termostato para que no se forme hielo.
- Limpiar periódicamente la parte posterior del refrigerador.
- Antes de comprar una refrigeradora comparar precios, calidad y consumo de energía.

## **Calefacción, ventilación y aire acondicionado**

- Mantener el ventilador en buen estado, limpio y lubricado
- No dejar prendido innecesariamente.
- Limpiar periódicamente las aspas.
- No regular el termostato del aire acondicionado a una temperatura menor que 23°C (73°F)
- No usar el ventilador solo para ventilar, porque el motor consume mucha energía
- Mantener las puertas cerradas del lugar que quiere acondicionar, para evitar que el aire se pierda.

## **Equipos electrodomésticos**

### **Lavadora de ropa**

- Evitar usar agua caliente al lavar.

- Reducir el consumo de energía en el lavado de ropa. Existen detergentes que utilizan menos agua, requieren menos temperatura y ciclos de lavado más cortos.
- Usar sólo el detergente indispensable, el exceso produce mucha espuma y esto hace que el motor trabaje más de lo necesario.

### **Computadora.**

- Si se deja de usar la computadora por un tiempo, apagar el monitor, es como apagar un foco de 75 W.
- Utilizar las opciones para regular el ahorro de energía que tiene cada computador.
- A pesar de que el CPU debe mantenerse encendido para mantener una conexión de Internet, las impresoras, monitores y otros periféricos no necesitan estar encendidos.

### **Plancha.**

- No planchar en la noche y menos en las “horas pico” (18:00-20:00).
- Mantener la superficie de la plancha limpia.
- Planchar la mayor cantidad de ropa en cada sesión.
- Rociar ligeramente la ropa sin humedecer demasiado.
- No dejar la plancha conectada innecesariamente.
- Desconectarla poco antes de terminar para aprovechar el calor remanente

### **1.7.2 Consejos de Ahorro de Energía en el Comercio**

- Establecer una campaña permanente de ahorro de energía en las instalaciones, dentro de lo cual, lo más importante es concienciar al personal.
- Organizar mejor las horas de operación de los equipos.
- Reducir los niveles internos de iluminación aprovechando la iluminación natural. Esto incluye retirar lámparas y la operación manual de interruptores. La separación de luces en dos circuitos permite usar uno de día y ambos en la noche

- Disminuir el uso de elevadores y la velocidad de las escaleras eléctricas.
- Reducir los niveles de ventilación, aumentar la temperatura en los termostatos del aire acondicionado.
- Pintar las paredes y los techos con colores claros para aumentar la reflexión de la luz

### **1.7.3 Consejos de Ahorro de Energía en la Industria**

#### **Aire comprimido**

- Eliminar fugas en sistemas de aire comprimido. El aire comprimido es responsable de un alto consumo de energía en la industria.
- Aumentar la presión del aire de admisión, mantener los filtros limpios y las tuberías libres de obstrucciones.
- Reducir la temperatura del aire de admisión.

#### **Motores eléctricos**

- Realizar acciones de mantenimiento preventivo a los motores de la planta.
- Reemplazar partes en mal estado y lubricar para reducir la fricción. La fricción representa el 10% del consumo de los motores.
- Efectuar correctamente la instalación eléctrica y el montaje de los motores.
- Evitar colocar motores en locales reducidos o lugares que tengan poca ventilación. Un sobrecalentamiento del mismo puede disminuir su eficiencia.
- Instalar motores de velocidad ajustable, en aquellos accionamientos, donde la carga sea variable y se pueda controlar ajustando la velocidad. Por ejemplo en sistemas de bombeo y compresión.
- Instalar en motores de gran capacidad equipos de control de temperatura del aceite de lubricación de cojinetes, a fin de minimizar las pérdidas por fricción y elevar la eficiencia.
- Realizar correctamente la conexión a tierra de los motores.