

**COMISIÓN NACIONAL DE ENERGIA CNE**

---

República Dominicana

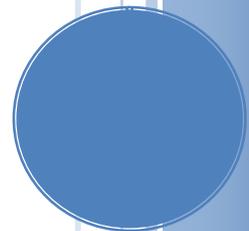
Proyecto de Asistencia Técnica al Sector Energía

Préstamo BIRF No. 7217-DO

**DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DE LÍNEAS  
ESTRATÉGICAS SOBRE EL USO RACIONAL DE  
ENERGÍA (URE) EN REPÚBLICA DOMINICANA**

*Informe Final*  
*Ing. Odón de Buen R.*  
*Consultor*

---



## GLOSARIO

---

°C = Grados centígrados  
BPE = Barriles de petróleo equivalente  
CO<sub>2</sub> = Bióxido de Carbono  
CONARTIA = Comisión Nacional de Reglamentos Técnicos de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines  
CNE = Comisión Nacional de Energía Dominicana  
CNNYSC = Comisión Nacional de Normas y Sistemas de Calidad  
Conae = Comisión Nacional para el Ahorro de Energía  
CPC = Concentradores parabólicos compuestos  
CRI = Índices de rendición de color  
CSA = Calentador solar de agua  
DIGENOR = Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad  
DO = Diesel  
ESCO = Empresa de Servicios Energéticos  
ER = Energías renovables  
EER = Energy Efficiency Ratio  
FB = Fundación Bariloche  
Gal = Galones  
GEF = Fondo Ambiental Global  
GLP = Gas licuado de petróleo  
IDEE = Instituto de Economía Energética  
IPLV = valor integrado del comportamiento a cargas parciales  
KJ = Kilo joules  
KTep = Miles de toneladas de petróleo equivalente  
Kg = Kilogramos  
kWh = Kilo watts hora  
LCF = Lámpara Fluorescente Compacta  
LEDs = Díodos emisores de luz  
Lm = Lumen  
Lt = Litros  
m<sup>2</sup> = Metros cuadrados  
m<sup>3</sup> = Metros cúbicos  
MDL = Mecanismo de Desarrollo Limpio  
MW = Mega watt  
MWh = Mega watt hora  
NRECA = National Rural Electric Cooperative Association  
One = Oficina Nacional de Estadística de República Dominicana  
ONGs = Organismos no gubernamentales  
PEN = Programa Energético Nacional  
PIB = Producto interno bruto  
PROFER = Programa de fomento a las energías renovables  
PyMEs = pequeñas y medianas empresas  
República Dominicana = República Dominicana  
SIE = Sistema de interconexión eléctrica  
SEIyC = Secretaría de Estado de Industria y Comercio  
CNNySC = Comisión Nacional de Normas y Sistemas de Calidad  
SWERA = Solar and Wind Energy Resource Assessment  
TR = Tasa de retorno

---

## **GLOSARIO**

---

URE = Uso racional de energía

US\$ = Dólares americanos

USAID = Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos

W = Watt

---

# INDICE (figuras, tablas y contenido)

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la oferta total de energía en la República Dominicana (2001-2005). .....	1
Figura 2. Oferta total de energía primaria en la República Dominicana, por energéticos 2005 .....	2
Figura 3. Oferta total de energía secundaria en la República Dominicana, por energéticos 2005 .....	3
Figura 4. Evolución de la producción e importación de energía primaria en la República Dominicana. ....	4
Figura 5. Evolución de la importación de energía primaria en la República Dominicana. ....	5
Figura 6. Composición por energético de energía secundaria importada en la República Dominicana (2005) .....	6
Figura 7. Evolución de la importación de energía secundaria en la República Dominicana (2001-2005) .....	6
Figura 8. Evolución de erogaciones por importación de energía primaria y secundaria en la República Dominicana (2001-2005) .....	8
Figura 9. Evolución del consumo de energía de la República Dominicana (1973-2005) .....	10
Figura 10. Consumo total de energía de la República Dominicana por tipo de energía (2005) .....	11
Figura 11. Evolución del consumo total de energía de la República Dominicana por tipos de los principales combustibles (1973-2005) .....	11
Figura 12. Porcentajes por tipo de hidrocarburos en el consumo final de energía de la República Dominicana (2005) .....	12
Figura 13. Evolución del consumo de hidrocarburos en la República Dominicana. (1973-2005) .....	12
Figura 14. Evolución la intensidad energética de la República Dominicana (1985-2005) .....	13
Figura 15. Evolución la intensidad energética per cápita de la República Dominicana (1985-2005) .....	13
Figura 16. Distribución sectorial del consumo final de energía en República Dominicana (2005) .....	14
Figura 17. Porcentajes de consumo por combustible en el sector transporte (2005) .....	15
Figura 18. Evolución del consumo por combustible en el sector transporte (2001-2005) .....	16
Figura 19. Porcentajes de consumo por tipo de energético en el sector residencial (2005) .....	18
Figura 20. Consumo por tipo de energético y por contexto urbano y rural en el sector residencial (2004). ....	19
Figura 21. Evolución del consumo final de los principales energéticos en el sector residencial en la República Dominicana (2001-2005) .....	21
Figura 22. Porcentajes de consumo final por tipo de energético en el sector industrial (2005) .....	22
Figura 23. Consumo final de energía por subsector y por tipo de energético en el sector industrial (2005) .....	23
Figura 24. Porcentajes de consumo por tipo de energético en el sector comercial, servicios y público (2005) .....	24
Figura 25. Consumo por subsector y por tipo de energético en el sector comercial, servicios y público (2005) .....	25

---

## INDICE (figuras, tablas y contenido)

---

Figura 26. Evolución proyectada de consumo total de energía con tasas estimadas por la Fundación Bariloche y datos de 2005. ....	30
Figura 27. Evolución de los ahorros de energía de consumo final por sectores. ....	36
Figura 28. Evolución de las emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas por el consumo de energía final por sectores.....	36
Figura 29. Evolución del consumo final de energía sin y con URE. ....	37
Figura 30. Evolución de emisiones de CO <sub>2</sub> sin y con URE .....	37
Figura 31. Perfil anual de temperaturas promedio máxima, mínima y media en Santo Domingo.....	74
Figura 32. Perfil anual de precipitación media mensual en Santo Domingo. .	75
Figura 33. Perfil anual de media del viento en Santo Domingo.....	76
Figura 34. Energéticos para el calentamiento de agua en el sector residencial (2005) .....	91
Figura 35. Cantidad necesaria de energía para elevar la temperatura de un volumen dado de agua (KJoules). ....	92
Figura 36. Energéticos para el calentamiento de agua en el sector comercial, servicios y público (2005). ....	95
Figura 37. Porcentajes de consumo por tipo de energético en el sector residencial (2005).....	104
Figura 38. Consumo final de energía por tipo de energético y por contexto urbano y rural en el sector residencial (2004). ....	104
Figura 39. Evolución del consumo de los principales energéticos en el sector residencial en la República Dominicana (2001-2005) .....	106
Figura 40. Porcentajes de consumo por combustible en el sector transporte (2005) .....	113
Figura 41. Evolución del consumo final de energía en el sector transporte en KTEP (2005) .....	114
Figura 42. Evolución del consumo final de energía en el sector transporte en volumen de ventas (BEP) (2005) .....	114
Figura 43. Cantidad de vehículos, según tipo (2001 a 2005) .....	115
Figura 44. Crecimiento porcentual del parque vehicular (2001 a 2005).....	116
Figura 45. Consumo de combustibles por tipo de vehículo, República Dominicana, 2005 (en porcentajes) .....	117
Figura 46. Porcentaje de automóviles por tipo de combustible utilizado (2005) .....	118
Figura 47. Porcentaje de vehículos de transporte de personas por tipo de combustible utilizado (2005) .....	119
Figura 48. Promedios de rendimientos vehiculares 2007 para diferentes tipos de vehículos, por cantidad de cilindros.....	120
Figura 49. Porcentajes de movilidad y consumo de energía de distintos vehículos (2005) .....	122
Figura 50. Consumo de combustible para mover un pasajero 100 km (Galones) .....	129
Figura 51. Superficie sembrada de caña de azúcar en la República Dominicana 1986-2002) .....	132
Figura 52. Porcentajes de consumo final por tipo de energético en el sector industrial (2005) .....	137
Figura 53. Porcentajes de consumo por tipo de energético en el sector industrial (2005). ....	137
Figura 54. Porcentajes de consumo de electricidad en el sector industrial (2004). ....	138
Figura 55. Consumo de electricidad del sector industrial.....	138

---

## **INDICE (figuras, tablas y contenido)**

---

Figura 56. Porcentajes de consumo por tipo de energético en el sector comercial, servicios y público (2005). .....	140
Figura 57. Consumo por subsector y por tipo de energético en el sector comercial, servicios y público (2005). .....	141
Figura 58. Consumo de electricidad del sector comercios y servicios. ....	141
Figura 59. Distribución porcentual de motores eléctricos según su potencia en el sector industrial. ....	148
Figura 60. Distribución porcentual del consumo de energía en motores eléctricos del sector industrial.....	149
Figura 61. Estructura porcentual del consumo de los motores eléctricos en el sector industrial por uso de los motores.....	150
Figura 62. Valores de EER para el universo de equipos de aire acondicionado registrados en el programa Energy Star. ....	175
Figura 63. Evolución del consumo unitario de un refrigerador de 15 pies cúbicos entre 1993 y 2003.....	177
Figura 64. Perfil de eficiencia de un motor eléctrico respecto al porcentaje de carga plena.....	192
Figura 65. Perfil de flujo versus potencia requerida por modos de control de flujo. ....	192
Figura 66. Perfil de eficiencia de un motor eléctrico respecto al porcentaje de carga plena.....	203
Figura 67. Perfil de flujo versus potencia requerida por modos de control de flujo. ....	203
Figura 68. Diagrama de un motor .....	205
Figura 69. Evolución de eficiencias en motores eléctricos (Motor 30CP, 4 polos, abierto).....	209
Figura 70. Comparación de eficiencias nominales a plena carga para motores de inducción cerrados de 4 polos. ....	210
Figura 71. Rendimientos de combustible por tipos de vehículos .....	214
Figura 72. Costo de Energía Evitada por sustitución de lámpara incandescente de 60 Watts por Lámpara Compacta Fluorescente de 15 Watts (6,000 horas de vida, 115 \$RD).....	222
Figura A. Estructura de combustibles para generación eléctrica en República Dominicana. ....	226

---

# INDICE (figuras, tablas y contenido)

---

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Oferta de energía primaria en República Dominicana por origen (2005) .....	3
Tabla 2. Precio promedio por barril importado energía primaria 2001-2005 (US\$) .....	5
Tabla 3. Valor estimado de las importaciones de energía primaria 2001-2005 (Millones US\$) .....	5
Tabla 4. Precio promedio de energía secundaria 2001-2005 (US\$/barril).....	7
Tabla 5. Valor de la importación de energía secundaria 2001-2005 (Millones de US\$) .....	7
Tabla 6. Participación en términos de energía útil de cada tipo de vehículo en el consumo de energía del sector transporte (2005) .....	16
Tabla 7. Parque vehicular activo en la República Dominicana (2001 y 2005). 17	
Tabla 8. Cantidad de hogares urbano y rural en República Dominicana (2002) .....	18
Tabla 9. Consumo de energía por fuente y uso final en el sector residencial (2001) (KTep).....	19
Tabla 9a. Consumo de energía por fuente y uso final en el sector residencial (2001) (Unidades Propias) .....	20
Tabla 10. Estructura del consumo energético residencial por usos y nivel de ingreso (%) (SIEN-2001).....	21
Tabla 11. Autoabastecimiento de electricidad en el sector industrial de la República Dominicana (2001).....	24
Tabla 12. Estimados en mejoras en rendimientos por usos finales para los sectores residencial urbano, hoteles, restaurantes y otros comercios, servicios y público .....	29
Tabla 13. Medidas consideradas y ahorros estimados para el sector transporte. ....	34
Tabla 14. Ahorros estimados de energía y de emisiones de CO <sub>2</sub> .....	35
Tabla 15. Datos relativos a edificios gubernamentales de oficinas en República Dominicana .....	59
Tabla 16. Arreglos típicos de luminarias estándar y eficientes.....	59
Tabla 17. Arreglos típicos de luminarias estándar y eficientes.....	60
Tabla 18 Instrumentos aplicables para el ahorro de energía en iluminación ..	62
Tabla 19. Instrumentos aplicables para el ahorro de energía en conservación de alimentos .....	68
Tabla 20. Consumo de energía para aire acondicionado y ventilación en la República Dominicana (2005).....	70
Tabla 21. Consumo de energía para aire acondicionado y ventilación en el sector residencial de la República Dominicana (2005) .....	70
Tabla 22. Consumo de energía para aire acondicionado y ventilación en para el sector comercial, servicios y público en la República Dominicana (2005).....	71
Tabla 23. Consumos estimados por equipos operando 4,000 horas al año. ...	79
Tabla 24. Datos de equipos en el mercado en la República Dominicana.....	80
Tabla 25. Datos relativos a edificios gubernamentales de oficinas en República Dominicana .....	81
Tabla 26. Instrumentos aplicables para el ahorro de energía en aire acondicionado .....	88
Tabla 27. Consumo de energía estimado para calentamiento de agua para sectores Residencial y Comercios, Servicios y Público (2005) (KTeps) .....	90
Tabla 28. Consumos unitarios de energía útil para calentamiento de agua en el sector residencial urbano .....	91

---

## INDICE (figuras, tablas y contenido)

---

Tabla 29. Supuestos para la evaluación de los calentadores solares usados en el sector residencial .....	93
Tabla 30. Resultados de evaluación de los calentadores solares domésticos .	94
Tabla 31. Supuestos para la evaluación de los calentadores solares usados en el sector comercios, servicios y público .....	95
Tabla 32. Resultados de evaluación de los calentadores solares comerciales, de servicio y públicos .....	96
Tabla 33. Instrumentos aplicables para calentamiento solar de agua .....	102
Tabla 34. Usos finales de la leña y del gas LP en el sector residencial (2001) (KTep).....	105
Tabla 35. Usos finales de la leña y del gas LP en el sector residencial rural (2001) (KTep).....	105
Tabla 36. Estructura del consumo final de energía por combustibles para cocción por nivel de ingreso en el sector Residencial (2001) (En porcentajes).....	106
Tabla 37. Consumo unitario diario de leña para cocción.....	107
Tabla 38. Aumento estimado de consumo de GLP por vivienda rural .....	108
Tabla 39. Aumento estimado de consumo de GLP por vivienda rural .....	108
Tabla 40. Costo estimado del consumo de GLP por vivienda rural .....	108
Tabla 41. Instrumentos aplicables para el ahorro para sustitución de leña..	111
Tabla 42. Cantidad de vehículos, según tipo (2005).....	115
Tabla 43. Consumo de combustible por tipo de vehículo en República Dominicana, 2005 (en millones de galones).....	117
Tabla 44. Cantidad y tipo de vehículos, según combustible utilizado (2005)	118
Tabla 45. Rendimientos de combustible para autobuses nuevos .....	120
Tabla 46. Estimados de variables determinantes de consumo de energía por tipo de vehículo (2005) .....	121
Tabla 47. Recorridos diarios, ocupación promedio de vehículos, parque y recorrido total por pasajero estimados para la República Dominicana (2005) .....	122
Tabla 48. Estimados de ahorro de combustible por mejora en el rendimiento de combustibles de vehículos particulares. ....	127
Tabla 49. Estimados de ahorro de combustible por mejora en el rendimiento de combustibles de conchos .....	128
Tabla 50. Estimados de ahorro de combustible por introducción de vehículos híbridos .....	129
Tabla 51. Estimados de ahorro de combustible por sustitución de movilidad en automóvil privado por autobús. ....	130
Tabla 52. Estimados de ahorro de combustible por sustitución de conchos por autobús. ....	131
Tabla 53. Estimados de ahorro de combustible por sustitución de conchos por autobús y con mejora de rendimiento de combustibles en autobús. ....	131
Tabla 54. Medidas a ser aplicadas en la República Dominicana .....	134
Tabla 55. Instrumentos aplicables para el ahorro de energía en transporte .....	134
Tabla 56. Autoabastecimiento de electricidad en el sector industrial de la Republica Dominicana (2001).....	139
Tabla 57. Relación de estimado de consumo de combustibles para autoabastecimiento eléctrico y consumo total por subsectores industriales.	142
Tabla 58. Estimado de ahorro de energía primaria por realizar el autoabastecimiento actual por cogeneración.....	143

---

## INDICE (figuras, tablas y contenido)

---

Tabla 59. Estimado de ahorro de energía primaria por autoabastecimiento total con cogeneración (alta eficiencia en la red y mediana eficiencia en el autoabastecimiento). .....	144
Tabla 60. Estimado de ahorro de energía primaria por autoabastecimiento total con cogeneración (baja eficiencia en la red y alta eficiencia en el autoabastecimiento). .....	145
Tabla 61. Instrumentos aplicables para el ahorro de energía en cogeneración .....	146
Tabla 62. Estructura del parque de motores en el sector industrial.....	149
Tabla 63. Potencial de ahorro de energía y monetario por cambio a motor eléctrico eficiente, según capacidad de motor. ....	151
Tabla 64. Potencial de ahorro de energía por sustitución total de motores eléctricos a eficientes en el sector industrial .....	152
Tabla 65. Instrumentos aplicables para el ahorro de energía en aire acondicionado .....	154
Tabla 66. Estimación, por tipo de lámpara, de la potencia en Watts necesaria para 600 lúmenes.....	170
Tabla 67. Arreglos típicos de luminarias estándar y eficientes.....	171
Tabla 68. Potencia en Watts necesaria para 600 lúmenes .....	172
Tabla 69. Potencia en Watts necesaria para 600 lúmenes .....	173
Tabla 70. Comparación del consumo de energía de refrigeradores con y sin norma en México (en KWh/mes) .....	176
Tabla 71. Características de diversos materiales aislantes.....	180
Tabla 72. Potencia en Watts necesaria para 600 lúmenes .....	181
Tabla 73. Arreglos típicos de luminarias estándar y eficientes.....	183
Tabla 74. Principales tipos de compresores de acuerdo al medio de condensación .....	188
Tabla 75. Características de diversos materiales aislantes.....	194
Tabla 76. Eficiencias de sistemas de generación de electricidad con y sin cogeneración .....	200
Tabla 77. Opciones de generación de electricidad en sistemas de microgeneración con combustibles fósiles.....	202
Tabla 78. Eficiencia Nominal para "NEMA-Premium™" .....	209
Tabla 79. Rendimientos unitarios de producción de materia prima (maíz y caña de azúcar) y de bioetanol.....	217
Tabla 80. Requerimientos de aislamiento mínimo (Valor R) para edificios no residenciales – elementos opacos.....	220
Tabla 81. Precios y características de lámparas de uso doméstico en República Dominicana (precios de Julio de 2007) .....	221
Tabla A. Coeficientes de emisión de CO <sub>2</sub> debidas al consumo de combustibles (IPCC, 1997).....	225
Tabla B. Factores de emisión generación eléctrica, República Dominicana ..	226
Tabla C. Poder calorífico de los combustibles (2000) .....	227

---

# INDICE (figuras, tablas y contenido)

---

## ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO .....	i
Alcance .....	i
Fundamentos .....	i
Potencial de ahorro estimado .....	i
Inversiones necesarias .....	i
Acciones necesarias .....	ii
Resumen de inversiones necesarias .....	iv
Resumen de los ahorros estimados .....	v
Evolución de los ahorros de energía en consumo final por sectores .....	v
Evolución del consumo final de energía sin y con URE. ....	vi
I.    OBJETIVOS DE LA CONSULTORÍA .....	a
II.   ALCANCE DEL TRABAJO .....	A
1.    CONTEXTO ENERGÉTICO DE LA REPÚBLICA DOMINICANA .....	1
1.1.    Oferta total de energía.....	1
1.1.a    Oferta de energía primaria .....	1
1.1.b    Oferta de energía secundaria .....	2
1.2    Importación de energía .....	3
1.2.a    Importación de energía primaria .....	4
1.2.b    Importación de energía secundaria .....	5
1.3    Conclusiones .....	8
2.    CONSUMO DE ENERGÍA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA.....	10
2.1.    Consumo por energéticos .....	10
2.2.    Intensidad energética .....	13
2.3.    Consumo final de energía por sectores .....	14
2.4    Sector Transporte .....	15
2.5    Sector Residencial .....	17
2.6.    Sector Industrial .....	21
2.7    Sector Comercial, Servicios y Público .....	24
2.8    Conclusiones .....	26
3.    POTENCIALES DE USO RACIONAL DE ENERGÍA (URE) EN LA REPÚBLICA DOMINICANA .....	28
3.1    Proyecto de Prospectiva de la Demanda de Energía de la Fundación Bariloche.....	28
3.2.    Comentarios.....	30
4.    PROYECCIONES DE IMPACTO DEL USO RACIONAL DE ENERGÍA Y REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO <sub>2</sub> POR PROGRAMAS DE USO RACIONAL DE ENERGÍA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA 2007-2016. ....	32
4.1.a    Sector Residencial .....	32
4.1.b    Sector hoteles, restaurantes y otros comercios, servicios y público .....	33
4.1.c    Sector Industrial .....	33
4.1.d    Sector Transporte .....	34
4.2    Proyecciones de ahorros de energía estimados y de reducción de emisiones. ....	35

---

## **INDICE (figuras, tablas y contenido)**

---

5.	BARRERAS Y LIMITACIONES PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA Y LA POLÍTICA PÚBLICA .....	39
5.1.	Las perspectivas de los potenciales de ahorro.....	39
5.2.	Las barreras identificadas.....	40
5.2.a.	Barreras técnicas .....	40
5.2.b.	Barreras económicas .....	41
5.2.c.	Barreras sociales.....	42
5.2.d.	Barreras institucionales.....	43
6.	LA POLÍTICA PÚBLICA PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA (URE).....	46
6.1.	Los motivos de la política pública.....	46
6.2.	Instrumentos de política pública más comunes. ....	46
6.3.	Líneas de acción .....	49
6.4.	El Plan Energético Nacional 2004-2015.....	50
7.	AHORRO DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN EN LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIO SERVICIOS Y PÚBLICOS .....	54
7.1.	El consumo de energía eléctrica para iluminación en la República Dominicana. ....	54
7.2.	Potencial en el sector residencial .....	54
7.3.	Un programa orientado al sector residencial.....	56
7.4.	Sector hoteles, restaurantes y otros comercios, servicios y público .....	58
7.4.a	Un programa orientado al recambio de luminarias en el sector comercios, servicios y público. ....	60
7.5.	Conclusiones y Recomendaciones .....	61
8.	CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA. ....	64
8.1.	El consumo de energía eléctrica para conservación de alimentos en el sector residencial de la República Dominicana. ....	64
8.2	Potencial de ahorro de energía .....	64
8.3.	Un programa orientado al sector residencial.....	65
8.4.	Conclusiones y recomendaciones.....	65
9.	AIRE ACONDICIONADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA .....	70
9.1.	El consumo de energía eléctrica para aire acondicionado en la República Dominicana.....	70
9.1.a	Sector residencial.....	70
9.1.b	Sector comercial, servicios y público .....	71
9.2	Los factores determinantes de la necesidad de aire acondicionado	71
9.2.a	Sector residencial.....	72
9.2.b	En el sector comercial y de servicios .....	72
9.3	El clima en República Dominicana.....	73
9.3.a	Temperatura .....	74
9.3.b	Humedad relativa y evaporación en República Dominicana. ....	74
9.3.c	Viento .....	75
9.3.d	Radiación solar .....	76
9.4	Reglamento General de Edificaciones .....	77
9.5.	Potenciales de ahorro de energía .....	78
9.5.a.	Sector residencial.....	78

---

## INDICE (figuras, tablas y contenido)

---

9.5.a.1	Energía que se puede ahorrar .....	78
9.5.a.2.	Precio de la energía .....	79
9.5.a.3.	Costo de la modificación.....	79
9.5.b.	Sector comercial, servicios y público .....	81
9.6	Acciones para el ahorro y uso eficiente de energía en aire acondicionado.....	82
9.6.a.	Un programa orientado al sector residencial.....	82
9.6.b	Un programa orientado al sector comercios, servicios y público...	84
9.7	Normas/Códigos para la Construcción .....	85
9.8	Conclusiones y recomendaciones.....	87
10.	CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR EN LA REPÚBLICA DOMINICANA .....	90
10.1.	Calentamiento de agua en la República Dominicana .....	90
10.2	Disponibilidad de energía solar en la República Dominicana .....	90
10.3	El potencial de aprovechamiento de la energía solar para calentamiento de agua en la República Dominicana.....	90
10.3.a	Sector residencial urbano .....	91
10.3.b	Sector comercios, servicios y público. ....	94
10.4	Las barreras al uso de la energía solar para calentamiento de agua. ....	96
10.5.	La experiencia internacional en políticas de fomento.....	97
10.6.	Las acciones relevantes en la República Dominicana .....	97
10.6.a.	El Proyecto PROFER.....	97
10.6.b.	Ley No. 57-07 de Incentivo a las Energías Renovables y Regimenes Especiales.....	98
10.7.	Acciones de fomento del calentamiento solar de agua.....	99
10.7.a.	Instrumentos, líneas de acción y acciones específicas .....	99
10.7	Conclusiones y recomendaciones.....	101
11.	SUSTITUCIÓN DE LA LEÑA EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA .....	104
11.1	Consumos por hogar para cocción en el sector rural .....	106
11.2	Sustitución de la leña por GLP.....	107
10.2.a	Diferencia en eficiencias energéticas de uso entre leña y GLP ...	107
11.2.b	Aumento estimado en consumo de GLP .....	107
11.2.c	Inversión .....	108
11.2.d	Un programa de sustitución .....	109
11.3	Conclusiones y Recomendaciones .....	110
12.	USO RACIONAL DE ENERGÍA EN EL SECTOR TRANSPORTE EN REPÚBLICA DOMINICANA .....	113
12.1	Consumo de combustible.....	113
12.1.a	Estructura por consumo de combustibles .....	113
12.1.b	Parque vehicular .....	114
12.1.c	Estructura de consumo de combustibles por tipo de vehículos...	116
12.2	Rendimiento de combustible .....	119
12.3	Movilidad .....	121
12.4.	Las alternativas de acciones para el URE en el sector transporte	123
12.4.a	Medidas tecnológicas aplicables a los vehículos.....	123
12.4.b	Mejoras en la eficiencia energética de los vehículos.....	123
12.4.c.	Instrumentos económicos para el fomento .....	123

---

## INDICE (figuras, tablas y contenido)

---

12.4.d	Instrumentos regulatorios. ....	124
12.4.e	Otras medidas .....	125
12.5	Medidas de ahorro y uso eficiente de la energía aplicables el transporte en República Dominicana. ....	125
12.6	Potenciales de ahorro de energía en la República Dominicana por medidas tecnológicas aplicables a los vehículos .....	126
12.6.a	Mejora en el rendimiento de combustibles de vehículos particulares .....	126
12.6.b	Mejora en el rendimiento de combustibles de conchos .....	127
12.6.c.	Introducción de vehículos híbridos .....	128
12.6.d	Mejora y ampliación de la capacidad de transporte público .....	129
12.6.e	Sustitución de movilidad en automóvil privado por autobús. ....	130
12.6.f	Sustitución de conchos por autobús. ....	130
12.6.g.	Uso del etanol .....	131
12.7	Conclusiones y recomendaciones. ....	133
13.	APROVECHAMIENTO DE LA COGENERACIÓN EN LA REPÚBLICA DOMINICANA .....	136
13.1	Sectores con posibilidades de aprovechamiento .....	136
13.2	Sector Industrial .....	136
13.2.a.	Consumo de electricidad .....	137
13.2.b	Autoabastecimiento eléctrico .....	139
13.3.	Sector Comercial, Servicios y Público .....	140
13.4	Las oportunidades para la cogeneración en la República Dominicana .....	141
13.4.a	Autoabastecimiento actual con cogeneración .....	142
13.4.b	Autoabastecimiento total con cogeneración .....	143
13.4.c	Autoabastecimiento total con cogeneración: alta eficiencia en la red y mediana eficiencia en el autoabastecimiento. ....	143
13.4.d	Autoabastecimiento total con cogeneración: baja eficiencia en la red y alta eficiencia en el autoabastecimiento. ....	144
13.5	Conclusiones y recomendaciones .....	145
14.	MOTORES ELÉCTRICOS EN EL SECTOR INDUSTRIAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA .....	148
14.1.	El consumo de energía eléctrica para motores eléctricos en el sector industrial de la República Dominicana .....	148
14.2	Potenciales de ahorro de energía .....	150
14.3	Acciones para el ahorro y uso eficiente de la energía en motores eléctricos .....	152
14.4	Conclusiones y recomendaciones .....	154
15.	PROGRAMA DE NORMALIZACION PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA .....	156
15.1	Una reflexión inicial .....	156
15.2	Algunas definiciones importantes .....	156
15.3	La Normalización en la República Dominicana .....	157
15.3.a	El sistema de normalización .....	157
15.3.b	La Comisión Nacional de Normas y Sistemas de Calidad (CNNySC) .....	158
15.3.c	La Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad (DIGENOR) .....	158

---

## **INDICE (figuras, tablas y contenido)**

---

15.3.d	El proceso de elaboración de normas .....	159
15.3.e	La participación de los consumidores.....	162
15.3.f	Organismo de Acreditación .....	163
15.4.	Normas que serían de utilidad en la República Dominicana .....	163
15.5	Etiquetado en equipos nuevos en el mercado .....	164
15.6	Conclusiones y recomendaciones.....	164
<b>SECTOR RESIDENCIAL .....</b>		<b>168</b>
La tecnología de iluminación .....		168
Lámparas .....		168
Balastos .....		170
Luminarias .....		171
Controles .....		171
Lámparas fluorescentes .....		171
Lámparas incandescentes. ....		172
LED (Light Emmiting Diode).....		173
Aire acondicionado.....		173
Refrigeradores y neveras .....		176
Calentadores solares.....		178
VIDRIO.....		179
Materiales aislantes.....		180
<b>SECTOR COMERCIOS Y SERVICIOS .....</b>		<b>181</b>
Lámparas de descarga de alta intensidad y de baja presión de sodio. ....		181
Balastos.....		182
Luminarias .....		183
Controles para iluminación.....		184
Aire acondicionado .....		184
Esquema de Unidad Central o de Enfriadora de Agua (Chiller).....		188
Torres de Refrigeración .....		190
Ventiladores.....		191
Variadores de velocidad .....		192
Materiales aislantes.....		193
Sistemas de protección solar.....		195
Calentadores solares.....		196
<b>INDUSTRIA.....</b>		<b>198</b>
Cogeneración .....		198
Generación Distribuida .....		201
Variadores de velocidad .....		203
Motores Eléctricos .....		204
Partes de un Motor.....		204
Tipos de motores eléctricos.....		205
Motores de corriente alterna.....		205
Motores de inducción .....		205
Motores sincrónicos.....		206
Motores de colector.....		206
Potencia de un motor eléctrico.....		206
Eficiencia de un motor eléctrico .....		206
<b>TRANSPORTE .....</b>		<b>211</b>
Mejoras en la eficiencia energética de los vehículos.....		211

---

## **INDICE (figuras, tablas y contenido)**

---

Vehículos Híbridos.....	213
Vehículos a gas natural .....	215
Vehículos con Etanol .....	217
Vehículos con Biodiesel .....	218
Confort térmico y Temperatura Efectiva.....	219
Normas, reglamentos y códigos de construcción.....	220
International Energy Conservation Code 2004 .....	220
Costo de la energía conservada. Un ejemplo: el caso de la iluminación en los hogares en República Dominicana .....	221
Costo de energía evitada por lámparas compactas fluorescentes. ....	221
 METODOLOGÍA PARA CALCULAR EMISIONES DE CO <sub>2</sub> POR LA GENERACIÓN Y EL CONSUMO DE ENERGÍA EN REPÚBLICA DOMINICANA.....	 225
1. Emisiones por tipo de combustibles .....	225
2. Emisiones provenientes del sector eléctrico .....	225
3. Emisiones provenientes de la combustión en el sector transporte .....	226

---

---

---

# RESUMEN EJECUTIVO

---

## RESUMEN EJECUTIVO

### Alcance

El presente trabajo se concentra en el análisis del consumo final de la energía en la República Dominicana.

### Fundamentos

Para el desarrollo de éste trabajo, se ha partido de bases de datos disponibles en la Comisión Nacional de Energía y en otros organismos del sector energético dominicano; de documentos sobre distintos aspectos de los diversos sectores de consumo y de equipamiento en la República Dominicana accesados a través de la CNE y por Internet; de un conjunto de entrevistas con actores relacionados al tema; de visitas a centros de venta de equipos de uso final; y de información varia obtenida de diversas fuentes en el mundo.

### Potencial de ahorro estimado

El potencial de ahorro de energía de la República Dominicana equivale a, cuando menos, el 16% de su consumo actual.

Sector/ Medidas	Ahorro Estimado de Energía por año (En Ktep)	Consumo del concepto (Ktep)	Porcentaje sobre el total del concepto (%)
RESIDENCIAL (TOTAL)	355	1,452	25.7
COMERCIOS Y SERVICIOS (TOTAL)	34	239	14.2
INDUSTRIAL (TOTAL)	238	991	24
TRANSPORTE (TOTAL)	180	2,180	8.3
<b>TOTAL</b>	<b>807</b>	<b>5,020</b>	<b>16.1</b>

### Inversiones necesarias

Para lograr el ahorro estimado se requieren inversiones (sin incluir cogeneración) de hasta 1,600 millones de dólares donde la mayor parte (67%) corresponde a inversiones en transporte.

## Resumen ejecutivo

---

Sector/Medidas	Energía (En KTep/año)	Inversión total (millones de US\$)
<b>RESIDENCIAL</b>	<b>355</b>	<b>208</b>
<b>COMERCIOS Y SERVICIOS</b>	<b>34</b>	<b>146</b>
<b>INDUSTRIAL</b>	<b>238</b>	<b>6.9 (no incluye cogeneración)</b>
<b>TRANSPORTE</b>	<b>180</b>	<b>1,237</b>
<b>Total</b>	<b>807</b>	<b>1,660</b>

### Acciones necesarias

Algunas de las medidas necesarias se pueden implantar con instrumentos de política existentes, pero otras no. Para ello es fundamental que se fortalezcan instituciones y se generen instrumentos de política hoy inexistentes en la República Dominicana.

1. Fortalecer la capacidad de gestión en URE de la CNE. Esto se refiere
  - a. Capacidad de desarrollar estudios de prospección específicos para entender mejor la demanda de energía y afinar el diseño de los instrumentos y los programas.
  - b. Capacidad de interlocución con el gran universo de actores involucrados en el URE (usuarios, empresas energéticas, proveedores de productos y servicios, otros organismos del gobierno y de otros países, organismos financieros y las universidades).
  - c. Capacidad de manejo y seguimiento de los programas internos del gobierno.
  - d. Capacidad de manejar los programas de información y capacitación.
2. Establecer normas y reglamentación técnica para equipos y sistemas, en particular para lámparas ahorradoras, refrigeradores y neveras, sistemas de calentamiento solar y edificios de todo tipo.
3. Fortalecer la capacidad de DIGENOR en términos de desarrollo de normas de eficiencia energética, de sistemas de evaluación de la conformidad y de reconocimiento mutuo con sistemas de normalización de otros países. Esto debe incluir una fuerte alianza con la CNE.
4. Establecer, a través de las empresas eléctricas de distribución, sistemas de venta y recuperación de pagos para que se pueda aprovechar la capacidad de comercialización de estas empresas y sus bajos costos de transacción.

## ***Resumen ejecutivo***

---

5. Aprovechar, fortalecer y/o crear fondos especializados para las inversiones en industria, transporte, comercios y servicios, y acceso de la población rural al gas LP. Esto incluye el fomento del esquema de contratos por desempeño (ESCOs).
6. Fortalecer la capacidad local de consultoría, en particular la orientada al sector industrial y comercial y de servicios.
7. Será necesario el uso de subsidios para el acceso al gas LP en el sector rural. Estos subsidios incluyen apoyos para compra de las estufas y los tanques (y accesorios) y para el gas LP.
8. Aprovechar las ventajas de la Ley No 57-07 para fomentar el uso de la energía solar para el calentamiento de agua.
9. Aprovechar el poder de compra del Estado para promover mercados de productos y servicios.

Para lograr el ahorro estimado en este documento, se requiere de un esfuerzo sostenido y flexible que puede tomar en realizarse, cuando menos seis años.

**Resumen de inversiones necesarias**

<b>Sector/medidas</b>	<b>Número de medidas</b>	<b>Inversión unitaria (US\$)</b>	<b>Inversión total (millones de US\$)</b>
<b>RESIDENCIAL</b>	-	-	<b>207.5</b>
Iluminación	3.4 millones de lámparas	<b>3.8</b>	<b>13.0</b>
Sustitución de leña por GLP para cocción	770,000 estufas	<b>150.0</b>	<b>115.5</b>
Calentamiento de agua con energía solar	9,000 sistemas (16,200 m2)	<b>600.0 (por m2)</b>	<b>9.7</b>
Conservación de alimentos	300,000 refrigeradores	<b>120.0 (costo incremental)</b>	<b>36.0</b>
Acondicionamiento ambiental	125,000 equipos	<b>277.0 (costo incremental)</b>	<b>33.3</b>
<b>COMERCIOS Y SERVICIOS</b>	-	-	<b>145.9</b>
Aire acondicionado	5,600 sistemas de 5 Ton	<b>2,280.0</b>	<b>12.8</b>
Iluminación	180, 000 luminarias	<b>55.0</b>	<b>9.8</b>
Calentamiento de agua	270 mil m2	<b>445 (por m2)</b>	<b>120.0</b>
<b>INDUSTRIAL</b>			<b>n.d,</b>
Cogeneración	-	-	<b>n.d</b>
Motores Eléctricos	58,258 equipos	<b>148.9(Costo incremental promedio)</b>	<b>8.7</b>
<b>TRANSPORTE (Varias)</b>	-	-	<b>1,236.6</b>
Mejora en el rendimiento de combustibles de vehículos particulares	67,378	<b>2,000 (Costo incremental)</b>	<b>270.0</b>
Mejora en el rendimiento de combustibles de conchos	8,151 autos	<b>4,000.0</b>	<b>32.6</b>
Introducción de vehículos híbridos	33,689 autos híbridos	<b>3,000.0 (Costo incremental)</b>	<b>810.0</b>
Sustitución de movilidad en automóvil privado por autobús	340 autobuses	<b>100,000.0</b>	<b>34.0</b>
Sustitución de conchos por autobús	900 autobuses	<b>100,000.0</b>	<b>90.0</b>

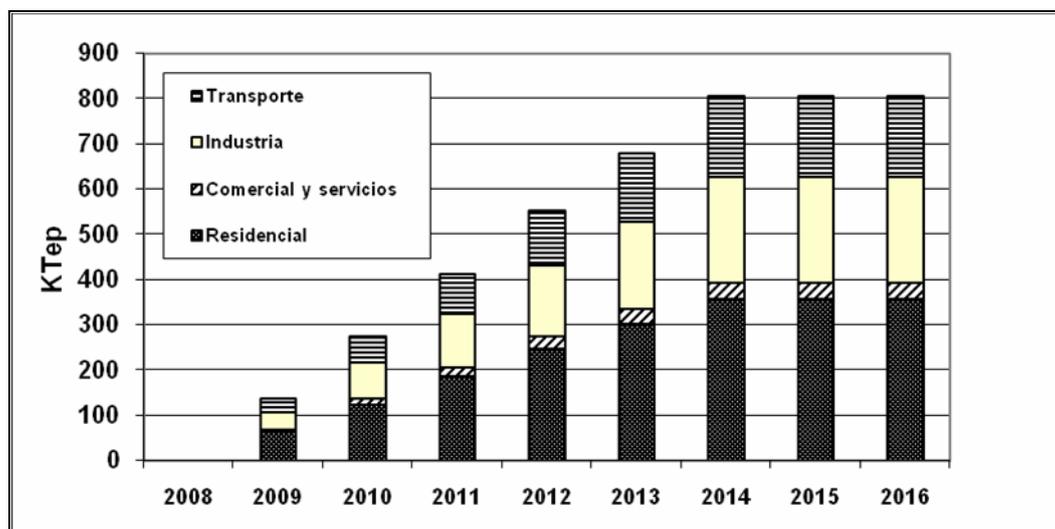
*n.d.: no definido*

## Resumen de los ahorros estimados

Medidas consideradas y ahorros estimados en consumo final.

Sector/ Medidas	Ahorros estimados			Consumo del concepto (KTep)	% sobre el total del concepto	Período en el que se aprovecha el potencial (años)
	Electricidad (GWh)	Energía (En KTep)	Emisiones CO <sub>2</sub> (En Miles de Ton)			
<b>RESIDENCIAL (TOTAL)</b>	<b>790</b>	<b>355</b>	<b>1,869.6</b>	<b>1,452</b>	<b>24.5</b>	<b>-</b>
Iluminación	110	9	85.7	55	16.4	4
Sustitución de leña por GLP para cocción	-	281	1,289.9	1,042	27.0	6
Calentamiento de agua con energía solar	-	6	45.9	44	13.7	6
Conservación de alimentos	180	16	118.6	61	26.2	4
Acondicionamiento ambiental	500	43	329.5	187	23.0	6
<b>COMERCIOS Y SERVICIOS (TOTAL)</b>	<b>230</b>	<b>34</b>	<b>211.2</b>	<b>239</b>	<b>16</b>	<b>-</b>
Aire acondicionado	90	8	59.3	44	17.7	6
Iluminación	80	7	92.7	13	54.0	4
Calentamiento de agua	-	19	59.2	29	66.6	6
<b>INDUSTRIAL</b>	<b>211</b>	<b>234</b>	<b>1,824.8</b>	<b>991</b>	<b>24</b>	<b>-</b>
Cogeneración	-	220	1,685.8	991	22	6
Motores Eléctricos	211	18	139.0	273	6.6	6
<b>TRANSPORTE (Varias)</b>	<b>-</b>	<b>180</b>	<b>376.3</b>	<b>2,180</b>	<b>8.3</b>	<b>6</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1,231</b>	<b>807</b>	<b>4,282</b>	<b>5,020</b>	<b>16</b>	<b>6</b>

## Evolución de los ahorros de energía en consumo final por sectores

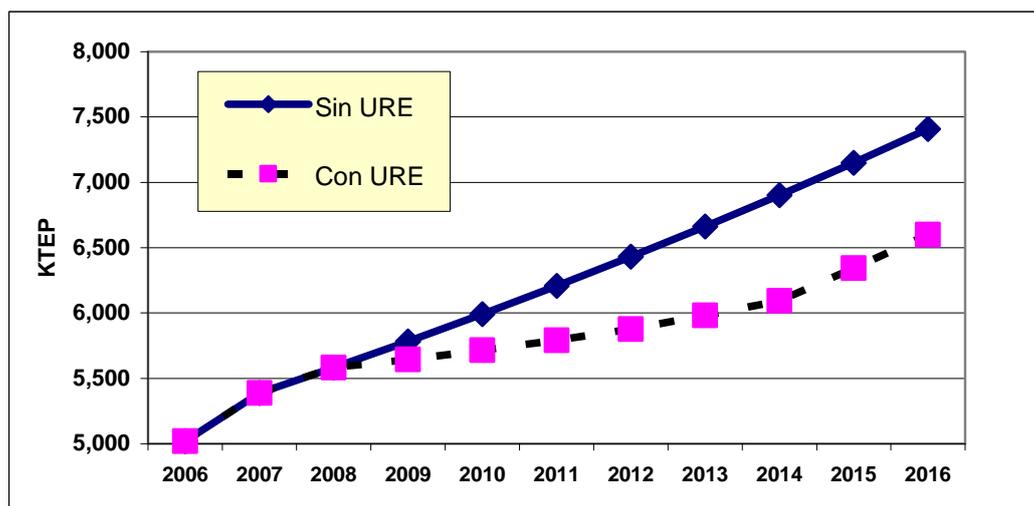


## Resumen ejecutivo

---

En una perspectiva a diez años (al año 2016) y para el cual se ha considerado (de acuerdo a los trabajos de la Fundación Bariloche) una tasa de crecimiento promedio anual del consumo de energía de 3.6%, el consumo final sin uso racional de energía (URE) llegaría a poco menos de 7,500 KTEp por año en 2016, mientras que con URE ese valor sería de 6,600 KTEp.

### Evolución del consumo final de energía sin y con URE.



---

## OBJETIVOS DE LA CONSULTORÍA

---

**I. OBJETIVOS DE LA CONSULTORÍA**

1. Elaborar el diagnóstico sobre el uso de la energía en los diferentes sectores de consumo final: transporte, residencial, industria, comercio, servicios y gobierno. A la luz de este nuevo diagnóstico, revisar las políticas vigentes definidas para promover el uso racional de energía, su pertinencia, relevancia actual y evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos planteados.
2. Elaborar los lineamientos estratégicos para establecer un programa de URE para el periodo 2005-2020, diferenciando los objetivos a largo y mediano plazo de las metas a dos años. Se identificarán las acciones a tomar y los instrumentos para alcanzar los objetivos específicos de cada tarea y se hará una programación donde se indiquen cuándo y cómo se deben tomar cada una de dichas acciones.

---

## ALCANCE DEL TRABAJO

---

## **II. ALCANCE DEL TRABAJO**

El consultor seleccionado deberá elaborar la estrategia de URE del PEN 2005-2020. En particular, deberá cumplir las actividades que se describen a continuación:

1. Elaborar el diagnóstico sobre el uso de la energía en los sectores de consumo final (industria, transporte, residencial, comercio, servicio y comercio) y establecer el potencial de un programa de URE.
2. Formular las políticas de URE para el PEN 2005-2020. Cada una de las medidas identificadas en el diagnóstico propio y en el del PEN 2004-21015 deberán examinarse. Basado en la identificación de los principales problemas, se debe formular un conjunto de programas, políticas, acciones, tareas, incentivos e instrumentos orientados a implementar un programa de URE, para todos los sectores económicos.
3. Dar especial énfasis a los siguientes programas de URE:
  - Políticas y mecanismos institucionales y financieros para propiciar el transporte público masivo.
  - Incentivos tributarios para la introducción de vehículos más eficientes y desestimular aquellos de alto consumo, particularmente en el parque privado.
  - Programa de etanol y biodiesel para uso automotor: selección de la tecnología de producción, estimación de costo por galón, metas de sustitución en el período 2005-2020 y porcentaje de mezcla, programa de actividades, acciones e instrumentos para su desarrollo y normatividad requerida.
  - Programa de instalación masiva de colectores solares, sustituyendo GLP y DO en calentamiento de agua, y sustitución de luminarias incandescentes en los sectores: residencial urbano, hoteles, restaurantes, comercio, servicios y gobierno.
  - Diseñar los lineamientos para un programa de normalización, certificación y etiquetado de los artefactos para el sector residencial que especifique el consumo energético y permita la comparación entre las alternativas disponibles en el mercado.
  - Lineamientos para un programa de mayor eficiencia en el consumo de aire acondicionado mediante mejores equipos y aislamientos y cambios en prácticas y patrones de uso.
  - Establecer lineamientos para un programa de eficiencia en conservación de alimentos mediante sustitución de equipos y cambios en los hábitos de utilización.

## *Alcance del trabajo*

---

- Para los hogares rurales deberá diseñarse un programa de gas LP para el campo, con el objetivo de promover su uso y sustituir la leña en cocción.
- Programa para incentivar la cogeneración como forma de usar eficientemente el calor residual de los procesos industriales. En particular, en la industria azucarera, la cogeneración con bagazo en calderas de alta presión permitirá el incremento de la producción de vapor de proceso y capacidad de generación.
- Elaborar un inventario de equipos eficientes e innovaciones tecnológicas que resulten más eficientes en el futuro próximo en cada sector económico, cuya aplicación pueda tener impacto en el nivel de consumo energético del país y considerados en los programas de URE. Desarrollar una ficha técnica para cada tecnología, estableciendo sus características, ventajas y desventajas frente a tecnologías convencionales, fecha aproximada de introducción al mercado en condiciones comerciales y factibilidad y potencial de uso en República Dominicana.
- Identificación de fuentes de financiamiento internacional y uso de los mecanismos de desarrollo limpio (bonos de carbono).
- Caracterización, análisis y valoración de impactos ambientales y externalidades asociados a los programas de URE y de las tecnologías analizadas. Así mismo, definir los factores y riesgos ambientales que caracterizan cada tipo de proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y emergencia.
- Formular un escenario de desarrollo de los programas de URE seleccionados, estimando el impacto en la sustitución de hidrocarburos, tanto para generación eléctrica como en otros sectores de uso final, en particular el transporte con la introducción del etanol carburante y el biodiesel. Este escenario deberá año por año definir la sustitución de combustibles esperada, la potencia en MW y la electricidad en MWh ahorradas, de tal forma que pueda ser considerado dentro de uno de los escenarios de demanda alternativos.
- Lineamientos para una ley de incentivos al uso racional de energía.

---

CONTEXTO ENERGÉTICO DE LA REPÚBLICA  
DOMINICANA

---

## 1. CONTEXTO ENERGÉTICO DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

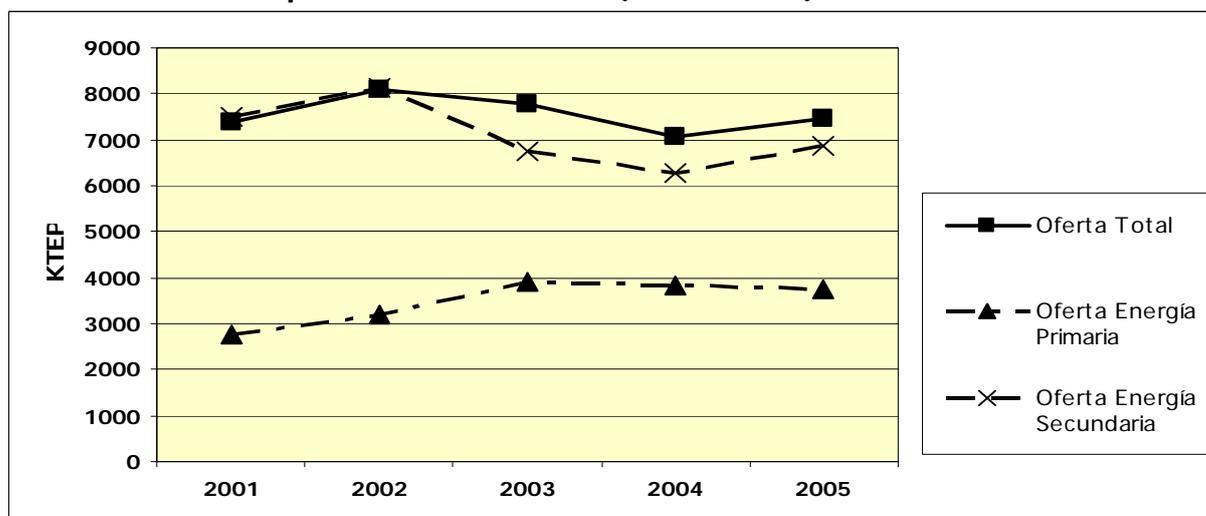
Para definir las mejores políticas de uso racional de la energía (URE) es muy importante entender el contexto energético global de un país. Por lo mismo, a continuación se hace una breve descripción y análisis de la oferta y de la demanda energética de la República Dominicana.

### 1.1. Oferta total de energía

La oferta total de energía en República Dominicana en 2005 fue de 7,389 Miles de Toneladas de Petróleo Equivalente (KTep por sus siglas en inglés).<sup>1,2</sup>

Esta oferta se ha mantenido relativamente constante en los últimos cinco años alrededor de un valor de 7,500 KTep por año (Fig. 1).

Figura 1. Evolución de la oferta total de energía en la República Dominicana (2001-2005).



Fuente: CNE, Balances de Energía 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005

#### 1.1.a Oferta de energía primaria

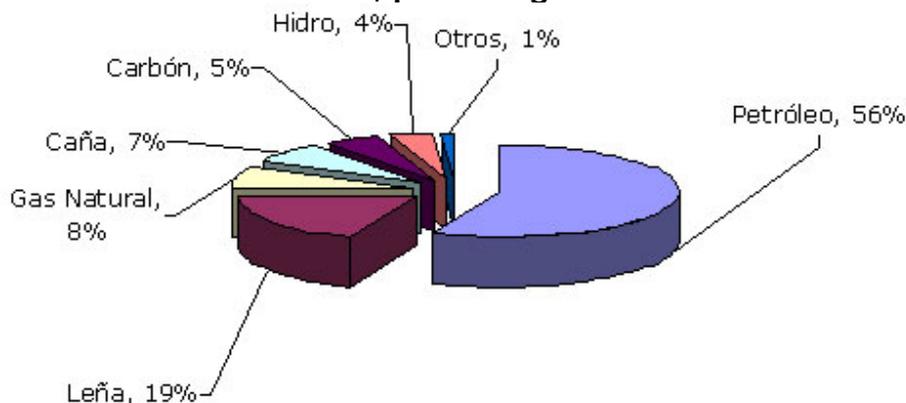
La fuente de energía primaria más importante fue el petróleo (56%, esto es, 2104.21 KTep), seguido de la leña (19% lo que correspondió a 699.25 KTep), del gas natural (8%, lo que significa

<sup>1</sup> CNE, Balance de Energía 2005

<sup>2</sup> Una Tonelada de Petróleo Equivalente es igual a 11.7 Barriles de Petróleo Equivalente (BPE).

302.20 KTep) y de los productos de caña (7%, 261.80 KTep); lo que junto con el carbón mineral (5%, 184.79), la hidroelectricidad (4%, 163.09 KTep) y, la energía solar y otras biomasas (1%, 28.41 KTep), dan un total de 3743.75 KTep de oferta de energía primaria en el país (Fig. 2).

**Figura 2. Oferta total de energía primaria en la República Dominicana, por energéticos 2005**



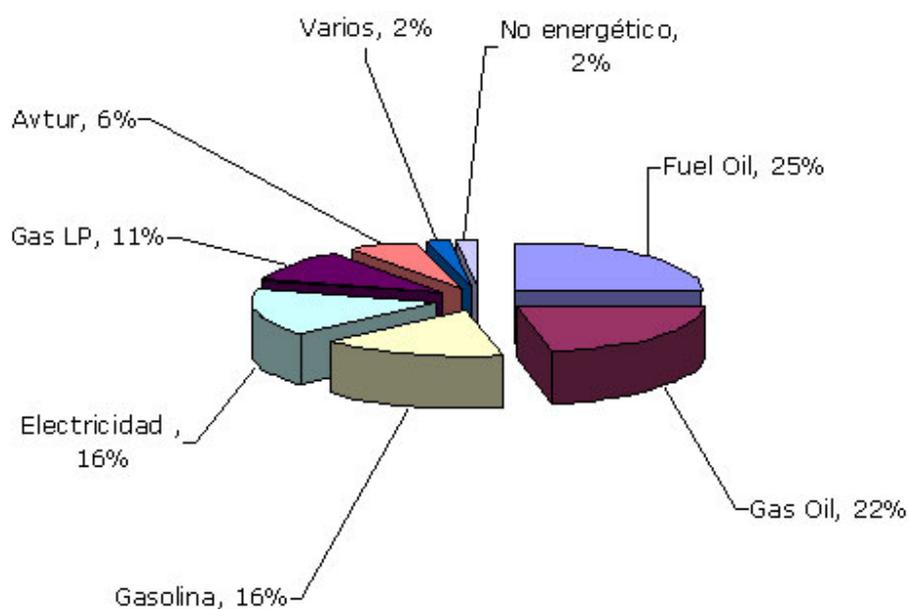
Fuente: CNE, Balance de Energía 2005

De este total, 2,797 KTep (75%) se van a transformación. A su vez, 2,591 KTep del mismo total (69%) se va a refinerías, mientras que 185 KTep (alrededor del 5%) se va a generación de electricidad (en centrales eléctricas y autoprodutores).

#### *1.1.b Oferta de energía secundaria*

A su vez, la oferta de energía secundaria tuvo como principales componentes al fuel oil (25.5%, 1728 KTep), el gas oil (22.5%, 1530 KTep), la electricidad (16.3%, 1109 KTep), la gasolina (16.2%, 1100 KTep) y el gas LP (11%, 739 KTep); los que, junto con el avtur (6.5%, 444 KTep), kerosene y carbón vegetal –agrupados en “varios”–(0.3%, 22.7 KTep), dieron un total de 6,789 KTep (Fig. 3).

Figura 3. Oferta total de energía secundaria en la República Dominicana, por energéticos 2005



Fuente: CNE, Balance de Energía 2005

### 1.2. Importación de energía

Dado que la República Dominicana no dispone de reservas petroleras ni de gas natural, es altamente dependiente de las importaciones de hidrocarburos ya que de la oferta total el 86% (6,483 KTep) es importado mientras que el resto (999 KTep) es producido en el país. (Tabla 1).

Tabla 1. Oferta de energía primaria y secundaria en República Dominicana por origen (2005)

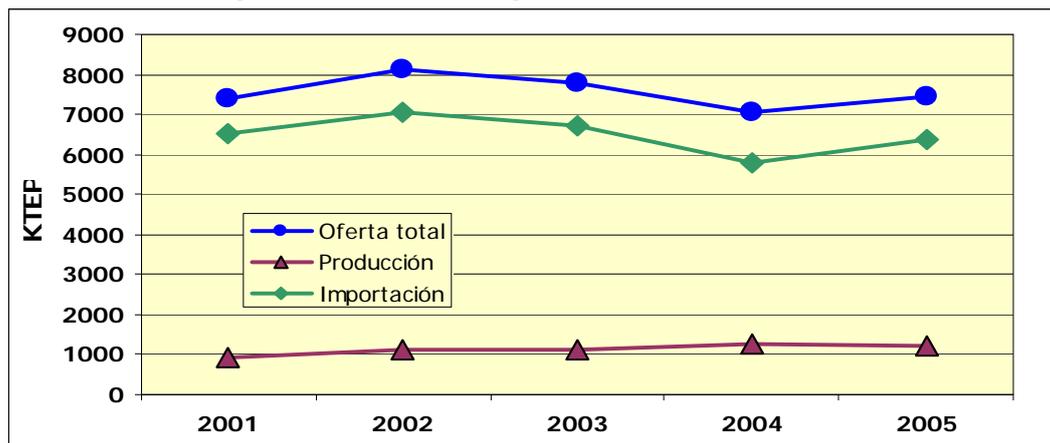
Concepto	KTep
Producción	998.81
Importación	6,482.65
Variación de inventarios	-82.87
No Aprovechada	9.35
<b>OFERTA TOTAL</b>	<b>7,389.24</b>

Esta situación hace que el funcionamiento del sector energético tenga un muy significativo impacto en las cuentas del país con el exterior, en las que además de la importación de energéticos habría que agregar las partidas vinculadas con las remesas de utilidades de las empresas transnacionales que desenvuelven su actividad en dicho sector, así como los servicios financieros relacionados con

préstamos solicitados por el Estado para cubrir requerimientos del mismo.<sup>3</sup>

Esta relación ha variado en los últimos años, aunque la oferta local se ha mantenido relativamente constante (Fig.4).

**Figura 4. Evolución de la producción e importación de energía primaria en la República Dominicana.**



Fuente: CNE, Balances de Energía 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005

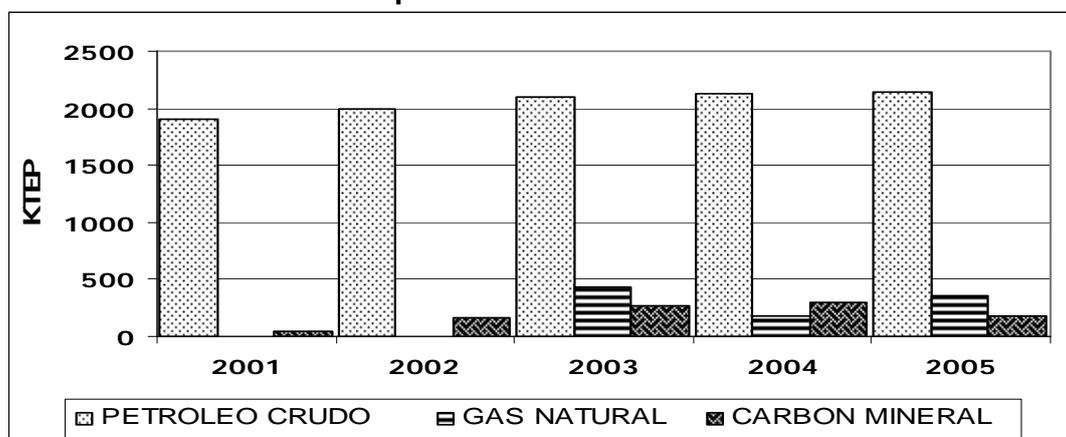
### 1.2.a *Importación de energía primaria*

La mayor parte de la energía primaria que se importa es en forma de petróleo (80% del total). Para el periodo de 2001 al 2005 se importó un promedio anual de 1,900 KTEp (13,690.7 KBep) con una tasa media de crecimiento de 2.3%.

---

<sup>3</sup> Fundación Bariloche, Proyecto de Prospectiva de Demanda de Energía. Informe Final, Noviembre de 2003.

Figura 5. Evolución de la importación de energía primaria en la República Dominicana.



Fuente: CNE, Balances de Energía 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005

Este es un aspecto de gran importancia ya que el precio del barril aumentó a poco más del doble de 2001 a 2005, mientras que el precio internacional del gas natural aumentó en 150% entre 2003 y 2005 (Tabla 2).

Tabla 2. Precio promedio por barril importado energía primaria 2001-2005 (US\$)

Producto	2001	2002	2003	2004	2005
<i>Petróleo Crudo</i>	22.35	24.23	28.97	37.78	52.11
<i>Gas Natural</i>	N.A.	N.A.	16.39	19.56	27.25

Fuente: Banco Central de República Dominicana, <http://www.bancentral.gov.do>

Esto es, la factura por concepto de petróleo y gas natural de la República Dominicana casi se triplicó en cinco años al pasar de 307 a 866 millones de dólares en cinco años (Tabla 3).

Tabla 3. Valor estimado de las importaciones de energía primaria 2001-2005 (Millones US\$)

Producto	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Petróleo Crudo</b>	307	349	439	580	792
<b>Gas Natural</b>	0	0	54	27	74
<b>TOTAL</b>	<b>307</b>	<b>349</b>	<b>365</b>	<b>606</b>	<b>866</b>

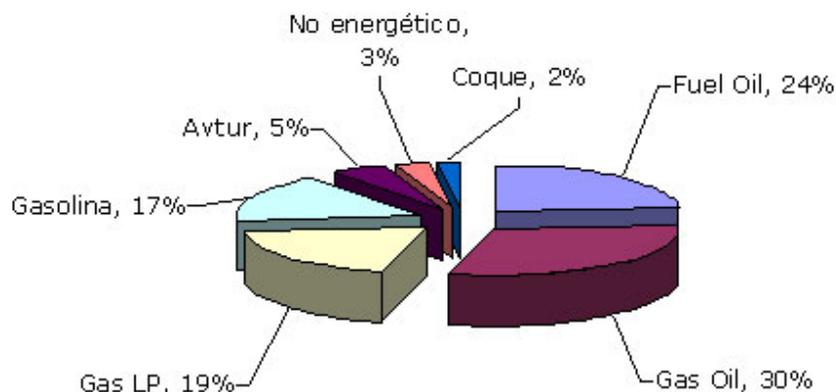
Fuente: Banco Central de República Dominicana, <http://www.bancentral.gov.do>

### 1.2.b Importación de energía secundaria

La importación de energéticos secundarios en 2005 fue de 3,638 KTEp (26,213 KBep). Los combustibles que más importa la República

Dominicana son el gas oil y el fuel oil (30 y 24% respectivamente), siguiéndole el gas licuado de petróleo con un correspondiente 19% y las gasolinas que representan el 17% de estas importaciones. El restante 10% es por la compra de avtur (Fig. 6).

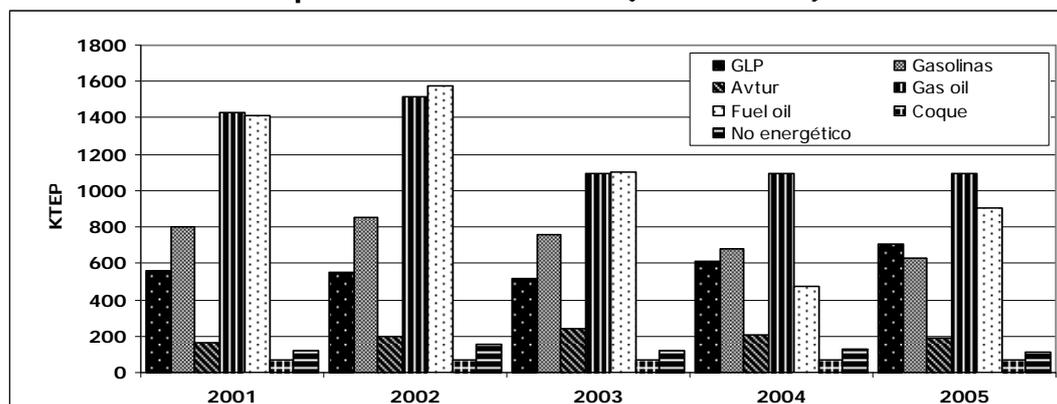
**Figura 6. Composición por energético de energía secundaria importada en la República Dominicana (2005)**



Fuente: CNE, Balance de Energía 2005

Entre los años 2001 y 2005 hay una variación significativa en los volúmenes de importación de energía secundaria por tipo de energía a la República Dominicana, en particular de fuel oil y gas oil (Fig.7).

**Figura 7. Evolución de la importación de energía secundaria en la República Dominicana (2001-2005)**



Fuente: CNE, Balances de Energía 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005

Si se analiza el precio de los energéticos secundarios importados, de 2001 a 2005 se presenta un incremento similar al precio de importación del petróleo (Tabla 4).

**Tabla 4. Precio promedio de energía secundaria 2001-2005  
(US\$/baril)**

Producto	2001	2002	2003	2004	2005
<i>Gas Licuado de Petróleo</i>	23.87	18.76	25.23	33.19	40.17
<i>Gasolina para automóviles</i>	31.31	31.03	36.89	49.12	66.68
<i>Gasolina para Aviación</i>	75.26	62.46	60.34	68.81	70.34
<i>Avtur</i>	32.61	28.39	34.81	47.32	42.77
<i>Gasoil</i>	30.31	28.32	34.45	45.96	68.46
<i>Fueloil</i>	19.58	23.06	26.37	27.19	38.84

Fuente: Banco Central de República Dominicana, <http://www.bancentral.gov.do>

Como resultado el costo para la República Dominicana por la importación de energía secundaria fue de poco más de 1,500 millones de dólares en 2005, lo que representó un aumento de 71% respecto de la factura de 2001 (Tabla 5).

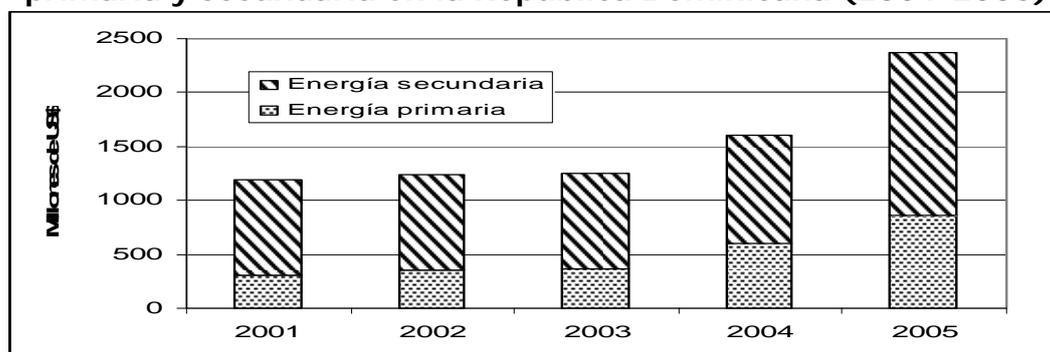
**Tabla 5. Valor de la importación de energía secundaria 2001-2005  
(Millones de US\$)**

Producto	2001	2002	2003	2004	2005
<i>Gas Licuado de Petróleo</i>	141	108	137	213	297
<i>Gasolina para automóviles</i>	202	211	225	268	336
<i>Gasolina para Aviación</i>	1	2	0.5	0.5	1
<i>Avtur</i>	40	16	43	73	100
<i>Gasoil</i>	331	309	270	360	539
<i>Fueloil</i>	185	242	193	86	235
<b>TOTAL</b>	<b>900</b>	<b>888</b>	<b>868.5</b>	<b>1,000.5</b>	<b>1,508</b>

Fuente: Banco Central de República Dominicana, <http://www.bancentral.gov.do>

De manera integrada, el monto erogado por la economía de la República Dominicana por la importación de energía primaria (petróleo, gas natural y carbón) y secundaria (Gas oil, fuel oil, GLP, gasolinas, coque y avtur) se duplicó de 2001 a 2005, llegando a cerca de 2,400 millones de US\$ en el último año (Fig.8).

Figura 8. Evolución de erogaciones por importación de energía primaria y secundaria en la República Dominicana (2001-2005)



Fuente: Elaboración propia.

Para los fines de dimensionar el significado económico de ese monto en la economía de la República Dominicana, puede señalarse que el mismo representaba aproximadamente el 8% del PIB de ese año, el 25.5% del total de las importaciones, el 34% de la importaciones locales de bienes (exceptuando las correspondientes a las Zonas Francas) y un 72% del déficit del balance comercial<sup>4</sup>. Considerando, el nivel de las importaciones de combustibles del año 2001, cada dólar de incremento en el precio internacional del crudo significa para la República Dominicana una erogación adicional de 47 millones de dólares.<sup>5</sup>

### 1.3. Conclusiones

- El petróleo es el energético primario de mayor relevancia en la oferta de energía de República Dominicana; como el país no cuenta con reservas petroleras, ésta situación lo vuelve altamente dependiente de las importaciones de hidrocarburos. Las medidas de URE son, entonces, prioritarias para reducir el impacto económico que el país tiene por estas importaciones.
- La leña, es la segunda fuente de energía en la matriz de oferta energética en la República Dominicana, la cual es la principal fuente de energía de producción local. En este sentido es importante definir acciones para, por un lado y dado que es energía renovable, buscar su uso sustentable y, por otro, buscar sustitutos que eviten los efectos que tiene el abuso del uso de la leña en el medio ambiente local.

<sup>4</sup> Banco Central de República Dominicana, <http://www.bancentral.gov.do>

<sup>5</sup> Fundación Bariloche, Proyecto de Prospectiva de Demanda de Energía. Informe Final, Noviembre de 2003

---

CONSUMO DE ENERGÍA EN LA REPÚBLICA  
DOMINICANA

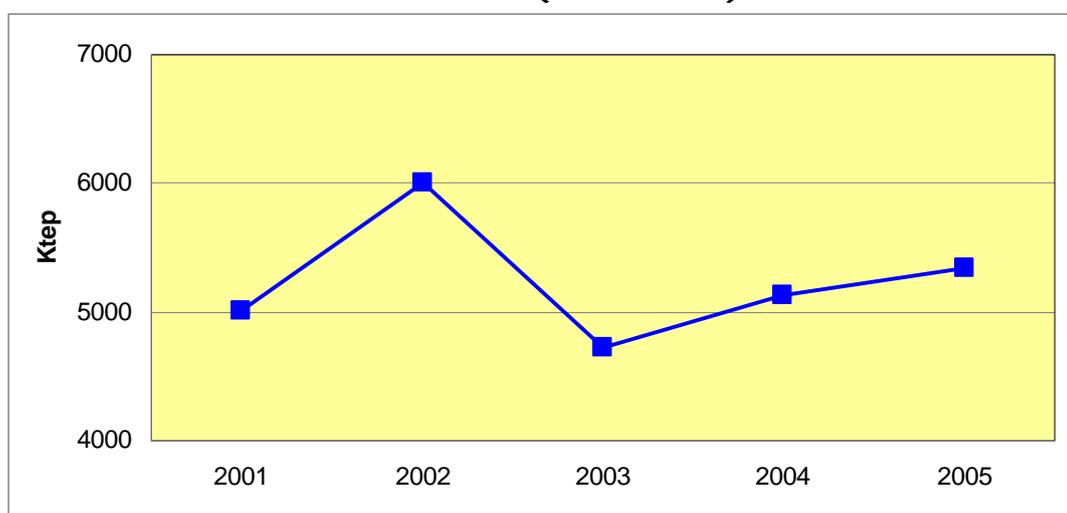
---

## **2. CONSUMO DE ENERGÍA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA**

El consumo total final de energía en la República Dominicana en 2005 fue de 5,265 Ktep, lo cual fue equivalente al 71% de la oferta total de energía.

En una perspectiva de mediano plazo, el consumo total final de energía de la República Dominicana aumentó un 6% de 2001 a 2005 (Fig. 9). Este consumo sufrió una caída como resultado de los problemas económicos que ocurrieron a partir del año 2002.

**Figura 9. Evolución del consumo de energía de la República Dominicana (2001-2005)**



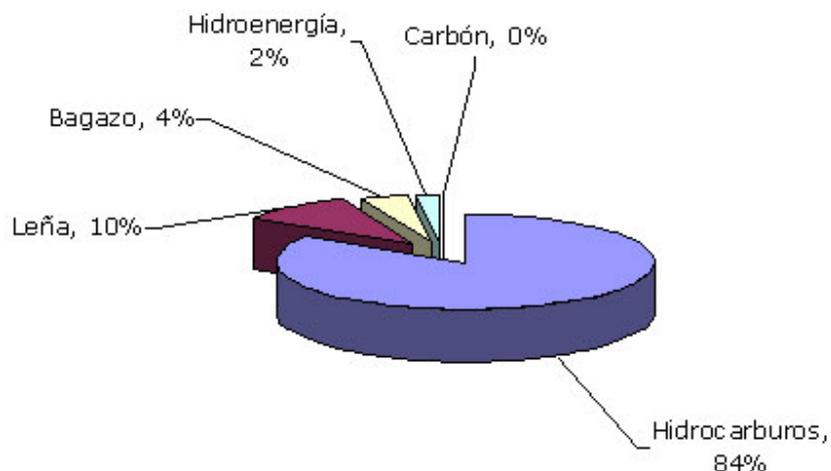
Fuente: CNE

Debe referirse que estas condiciones de los últimos años modifican un patrón de evolución de consumo de energía, lo que junto con las limitaciones que se presentan en cuanto a información detallada (por usos finales) del consumo de energía de la República Dominicana, complican significativamente el ejercicio de definición de potenciales de ahorro.

### **2.1. Consumo por energéticos**

El consumo total final de energía de República Dominicana está dominado por los hidrocarburos, los cuales representan el 84% del consumo, mientras que la leña representó el 10%, el bagazo 4% y la hidroenergía el 2% (Fig.10).

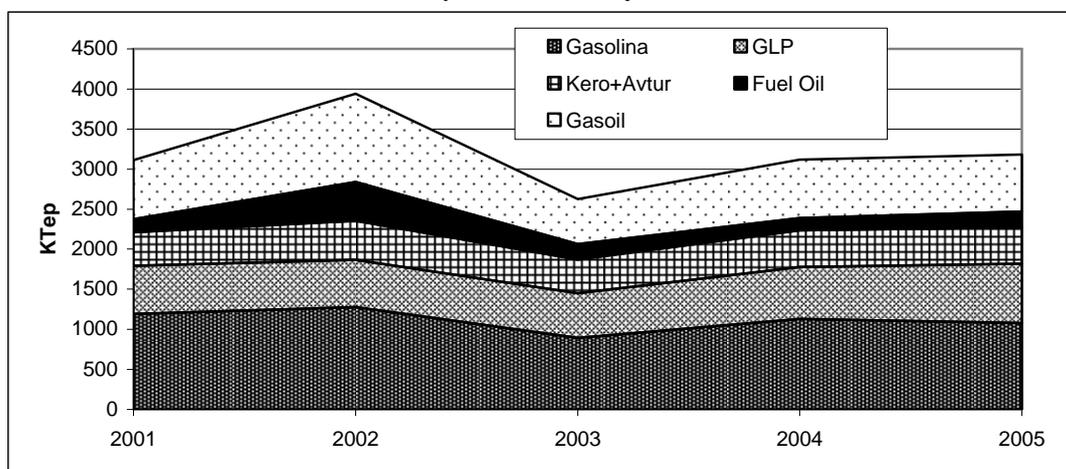
Figura 10. Consumo total de energía de la República Dominicana por tipo de energía (2005)



Fuente: CNE, Balance de Energía 2005

En una perspectiva de los últimos años, es notable el consumo de hidrocarburos y su incremento hasta 2004 (Fig.11).

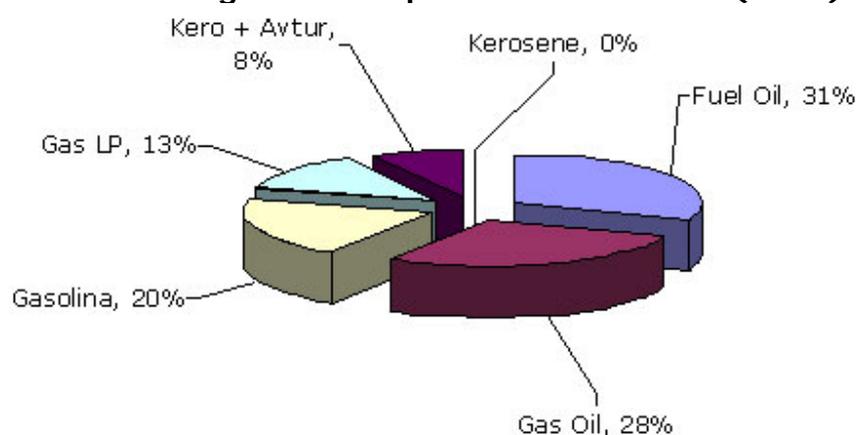
Figura 11. Evolución del consumo total final de energía de la República Dominicana por tipos de los principales combustibles (2001-2005)



Fuente: CNE

En 2005, el consumo de hidrocarburos se compuso en un 31% de fuel oil, 28% de Gasoil, 20% de gasolina, 13% de gas LP y el resto de Kerosene y Avtur (Fig.12).

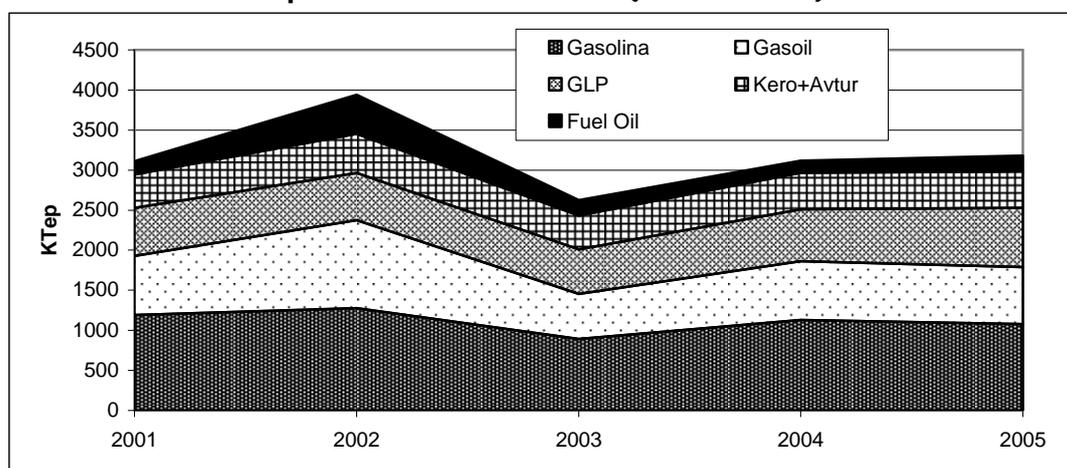
Figura 12. Porcentajes por tipo de hidrocarburos en el consumo final de energía de la República Dominicana (2005)



Fuente: CNE, Balance de Energía 2005

Desglosando el consumo de hidrocarburos en una perspectiva de mediano plazo (2001 a 2005) es evidente que el mayor consumo se da en combustibles para transporte como la gasolina y el gasoil (Fig.13).<sup>6</sup> Esta situación refuerza la necesidad de identificar y llevar a cabo estrategias orientadas al uso racional de energía en el transporte.

Figura 13. Evolución del consumo de hidrocarburos en la República Dominicana. (2001-2005)



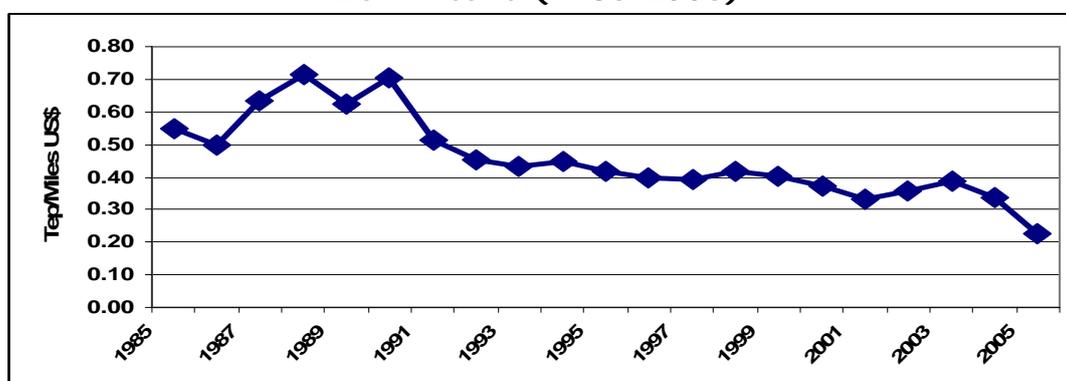
Fuente: CNE

<sup>6</sup> Estos combustibles son también utilizados para generar electricidad en pequeño, para el autoabastecimiento.

## 2.2. Intensidad energética

La intensidad energética indica la cantidad de energía que se requiere para producir una unidad de valor económico. Para la República Dominicana en 2005 por cada mil dólares americanos de Producto Interno Bruto (PIB) se consumieron 228 toneladas equivalentes de petróleo (KTep). Este valor se mantiene más a menos constante de 1993 a 2003 (en alrededor de 400 Tep/Miles US\$) pero disminuye significativamente entre 2003 y 2005, lo cual se explica, fundamentalmente, por una demanda insatisfecha por los apagones ocurridos durante esos años (Fig. 14)

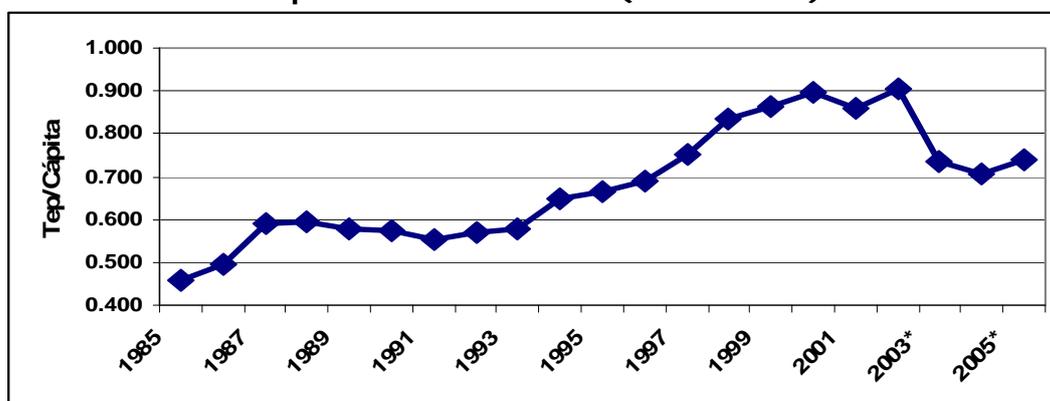
Figura 14. Evolución la intensidad energética de la República Dominicana (1985-2005)



Fuente: Datos de CNE, Elaboración propia

Visto desde la perspectiva del consumo de energía per cápita, éste fue para 2005 de 740 Tep per cápita. Al igual que el indicador por unidad económica producida, éste tiene una caída desde 2002, aunque repunta en 2005 (Fig.15).

Figura 15. Evolución la intensidad energética per cápita de la República Dominicana (1985-2005)

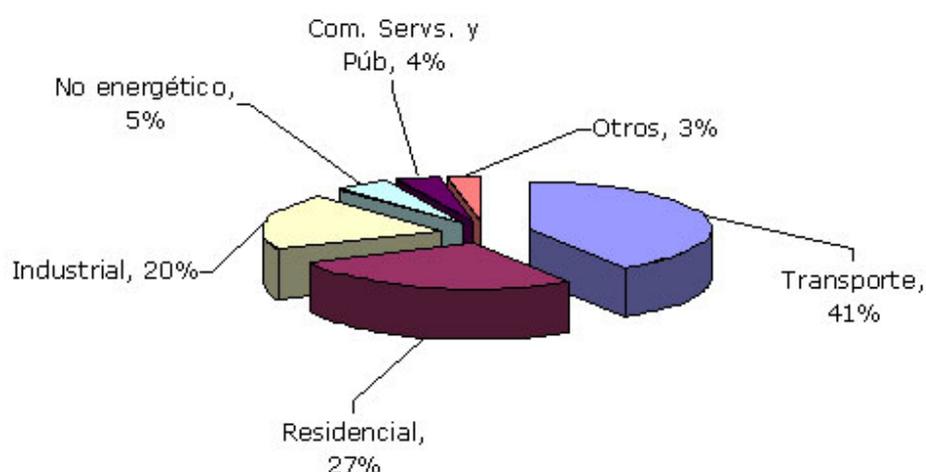


Fuente: Datos de CNE, Elaboración propia

### 2.3. Consumo final de energía por sectores

En 2005, el consumo total final de energía fue de 5,265 KTep. De éste, el sector de mayor consumo fue el del transporte con un 41% del total del país (2,180 KTep), seguido del sector residencial con 28% (1,451 KTep) y el sector industrial con 19% (991 KTep). El consumo no energético representó el 4.5% mientras que el sector comercial, servicios y público el 4.5%. Otros sectores no identificados representaron el 3% (Fig.16).

**Figura 16. Distribución sectorial del consumo total final de energía en República Dominicana (2005)**



Fuente: CNE, Balance de Energía 2005

De acuerdo al Proyecto de Prospectiva de Demanda de Energía preparado en 2003 por la Fundación Bariloche para la CNE,<sup>7</sup> la información disponible para el sector de la energía en la República Dominicana hace casi imposible construir series de consumo por sector. Esto se debe a que la casi totalidad de las fuentes se utilizan simultáneamente en varios sectores de consumo final y/o en consumos finales e intermedios y/o en consumos finales energéticos y en consumo no energético.

Así, la gasolina es utilizada preponderantemente en el transporte pero también en consumos finales no energéticos. A su vez, el GLP se utiliza simultáneamente en transporte, residencial, servicios e industria y el gas oil se emplea en generación de electricidad en el Servicio Público, en la Autoproducción, en usos calóricos en industria y servicios y en el transporte. Por su parte, el fuel oil se emplea

---

<sup>7</sup>Fundación Bariloche, Proyecto de Prospectiva de Demanda de Energía. Informe Final, Noviembre de 2003.9

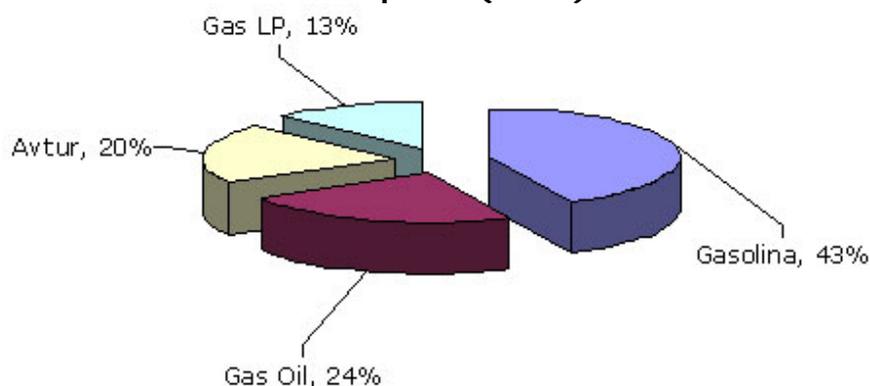
fundamentalmente en la generación eléctrica, principalmente en el Servicio Público, pero también en usos calóricos en la industria.

En consecuencia, salvo por medio de un análisis detallado que incluya encuestas realizadas mediante sondeos estadísticos en los sectores de consumo resulta muy poco confiable la partición de los destinos sectoriales de esos combustibles.

## 2.4 Sector Transporte

El sector transporte fue responsable en 2005 de todo el consumo final de avtur, del 86% del consumo de gasolinas, del 74.5% de consumo de gasoil y del 37% del consumo de gas licuado del petróleo en la República Dominicana. En particular, la gasolina representó el 43% del uso total energético del sector transporte, el gas oil el 24%, el avtur que se utiliza en aviación obtuvo un 20% (444.12 KTep) y el gas licuado del petróleo el restante 13% (Fig.17).

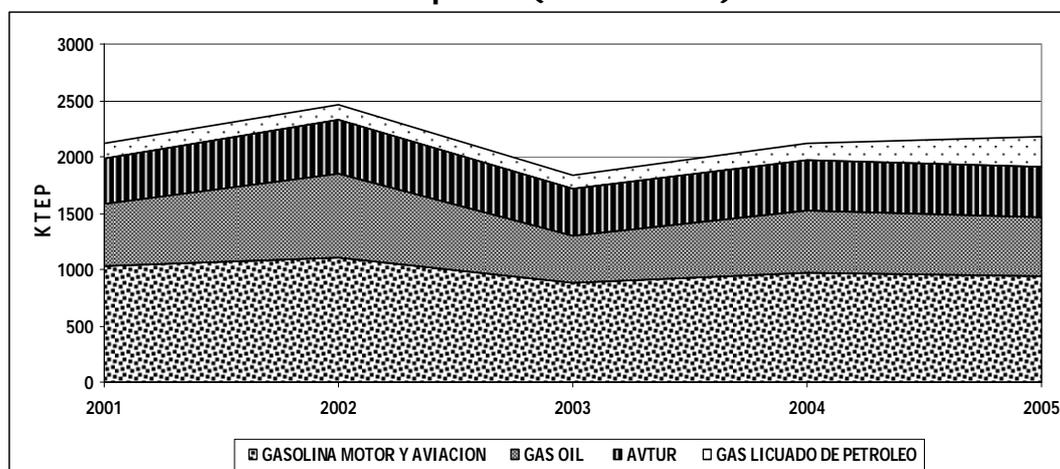
**Figura 17. Porcentajes de consumo por combustible en el sector transporte (2005)**



Fuente: CNE, Balance de Energía 2005

Al analizar el consumo final de energía en el sector transporte de 2001 a 2005 por energético se observa una caída del consumo de la gasolina y del gas oil en 2003 mientras que el Avtur se mantiene constante y aumenta el consumo de GLP (Fig. 18).

**Figura 18. Evolución del consumo por combustible en el sector transporte (2001-2005)**



Fuente: CNE, Balances de Energía 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005

En cuanto a participación por tipo de vehículo, estimaciones hechas para el año 2005 muestran al transporte particular (autos, jeeps, jeepetas, motocicletas y carga liviana) como el más importante consumidor de energía del sector transporte (59.96%), siendo su consumo de más del doble al del transporte público (microbuses particulares, motoconchos, conchos, taxis y autobuses) que participa con el 22.89%, el aerotransporte con el 15.26%, los vehículos de carga pesada (volteo y tractocamiones) con el 1.38% y el resto con el 0.5%. (Tabla 6).

**Tabla 6. Participación en términos de energía útil de cada tipo de vehículo en el consumo de energía del sector transporte (2005)**

Tipo de vehículo	Participación (%)
Autos	25.05
Carga	24.51
Aerotransporte	15.26
Motocicletas	6.98
Microbuses Particulares	6.96
Motoconchos	6.83
Conchos	4.15
Jeep y Jeepetas	3.42
Autobuses	2.14
Micro y Minibuses Públicos	2.13
Volteo y Máquinas pesadas	1.38
Taxis	0.68
Otros particulares	0.51

Fuente: Estimaciones propias

En el año 2005, se tenían matriculados en la Dirección General de Impuestos Internos de la República Dominicana poco más de 2.2 millones de vehículos. Más de la mitad eran motocicletas, 25% correspondía a automóviles y poco más del 12% a vehículos de carga (Tabla 7).

**Tabla 7. Parque vehicular activo en la República Dominicana (2001 y 2005)**

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Vehículos en 2001</b>	<b>Vehículos en 2005</b>	<b>Crecimiento 2001-2005 (%)</b>	<b>% del Total en 2005</b>
<b>Motocicletas</b>	1,188,435	1,179,621	-0.74	52.56
<b>Automóviles</b>	510,200	566,034	10.94	25.22
<b>Carga</b>	252,154	278,405	10.41	12.40
<b>Jeep</b>	76,918	123,993	61.20	5.52
<b>Autobuses</b>	45,644	56,889	24.64	2.53
<b>Máquinas Pesadas</b>	13,348	14,357	7.56	0.64
<b>Volteo</b>	12,808	14,131	10.33	0.63
<b>Otros*</b>	14,925	11,036	-26.06	0.49
<b>Total</b>	2,114,432	2,244,466	6.15	100

Fuente: Dirección General de Impuestos Internos, República Dominicana.

Entre 2001 y 2005 el número total de vehículos registrados creció en 6.2% siendo significativo el crecimiento de los vehículos tipo Jeep (61.2%), autobuses (24.6%), automóviles (10.9%) y carga (10.4%).

## **2.5 Sector Residencial**

De acuerdo a datos oficiales en 2005 vivían en República Dominicana un poco más de 9 millones de personas en 2.14 millones de hogares (para un promedio de habitantes por hogar de 4.2 personas).<sup>8</sup> De estos hogares, el 81% de los hogares están formalmente conectados a la red eléctrica (cuentan con un medidor) y el restante 19% no cuentan con el servicio eléctrico, esto es, casi 2 millones de habitantes.<sup>9</sup> A su vez, y de acuerdo al Censo de Población y Vivienda de 2002, el 64% de los hogares son urbanos (1.37 millones de viviendas) mientras el restante 36% son rurales (0.77 millones de viviendas) (Tabla 8)

---

<sup>8</sup> CNE Serie 1973-2005 y One, República Dominicana en Cifras, 2006

<sup>9</sup> CNE

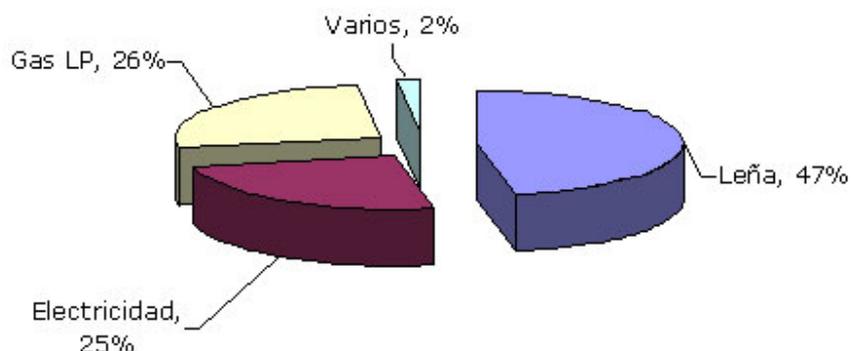
**Tabla 8. Cantidad de hogares urbano y rural en República Dominicana (2002)**

Total de Viviendas	URBANO	RURAL
2'140,000	1'370,000	770,000

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, Oficina Nacional de Estadística, República Dominicana

El consumo final del sector residencial en 2005 fue de 1,451 Ktep y el principal energético fue la leña, el cual representa casi la mitad de la energía consumida por los hogares dominicanos. Por otra parte, el gas y la electricidad representan cada uno cerca de una cuarta parte, mientras que otros energéticos (el carbón vegetal, el kerosene, la energía solar y otras biomasas) representan apenas 2% de la energía utilizada en el sector (Fig. 19).

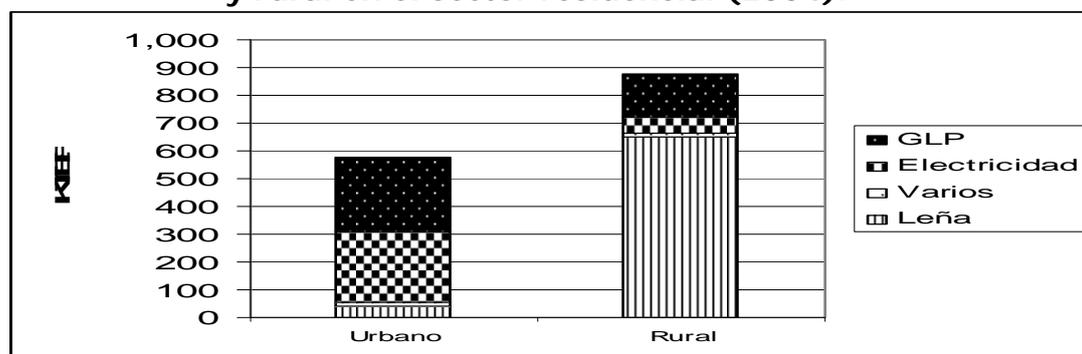
**Figura 19. Porcentajes de consumo por tipo de energético en el sector residencial (2005).**



Fuente: CNE, Balance de Energía 2005

Visto por contexto, el consumo final en los hogares rurales fue (para valores del año 2004) mayor al de los urbanos, esto en la medida del peso del consumo de leña en los primeros (Fig. 20).

Figura 20. Consumo por tipo de energético y por contexto urbano y rural en el sector residencial (2004).



Fuente: CNE, Balance de Energía 2004

Visto por usos finales (en una desagregación hecha para el año 2001) se muestra enorme el peso que tiene la cocción como uso principal de la energía para el sector residencial, esto en la medida que su uso es muy ineficiente y se realiza, mayoritariamente, en hogares rurales (Tablas 9 y 9a). Esta misma desagregación muestra también la importancia del acondicionamiento ambiental como uso final a partir de la electricidad.

Tabla 9. Consumo de energía por fuente y uso final en el sector residencial (2001) (KTEP)

Uso final	GLP	Kerosene	Leña	Carbón	Biomasa	Solar	Electricidad	Subtotal
Iluminación	1	10	-	-	-	-	40	51
Cocción	374	-	429	51	2	-	2	858
Calentamiento de agua	14	-	12	3	-	4	6	39
Conservación de alimentos	-	-	-	-	-	-	56	56
Acondicionamiento ambiental	-	-	-	-	-	-	171	171
Otros	-	-	-	-	-	-	57	57
<b>Total</b>	<b>389</b>	<b>10</b>	<b>441</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>332</b>	<b>1232</b>

**Tabla 9a. Consumo de energía por fuente y uso final en el sector residencial (2001) (Unidades Propias)**

Uso final	GLP kBbl	Kerosene kBbl	Leña kTM	Carbón kTM	Biomasa kTM	Solar	Electricidad GWh
Iluminación	10.5	75.2	-	-	-	-	465.18
Cocción	3,936.8	-	1,191.7	78.5	12.34		23.26
Calentamiento de agua	147.4	-	33.3	4.6		46.5	69.8
Conservación de alimentos	-	-	-	-	-	-	651.25
Acondicionamiento ambiental	-	-	-	-	-	-	1,988.65
Otros	-	-	-	-	-	-	662.88
<b>Total</b>	<b>4094.7</b>	<b>75.2</b>	<b>1225</b>	<b>83.1</b>	<b>12.34</b>	<b>46.5</b>	<b>3861.02</b>

Fuente: IDEE/FB-CNE: Informe Sobre Balances, 2001, P. 135

El consumo de electricidad de los hogares en República Dominicana para 2005 fue de 362.68 Ktep, representando el 25% del consumo total del sector. De esta proporción un poco más del 80%<sup>10</sup> es consumida por hogares urbanos. En los hogares que disponen de energía eléctrica, dicha fuente se destina fundamentalmente a ventilación y acondicionamiento ambiental (34.6%), conservación de alimentos (25.8%), otros artefactos (20.6%) e Iluminación (18.9%). En los hogares que no cuentan con energía eléctrica el uso de iluminación es abastecido con Kerosene y, en menor medida, con GLP.<sup>11</sup>

La estructura de usos del consumo energético residencial está estrechamente vinculada con el nivel de ingreso de los hogares (Tabla 10). En los centros urbanos, el consumo útil de los hogares de altos ingresos más que triplican al correspondiente a los hogares de ingresos bajos. Es decir, que los hogares del estrato de altos ingresos (13% del total urbano) consumen casi tanta energía útil como el conjunto de hogares de ingresos bajos (44% del total urbano).

---

<sup>10</sup> Datos de 2004, fuente Balance Nacional de Energía, República Dominicana, 2004, el Balance Nacional 2005, no contiene el desagregado por usos finales en el sector residencial.

<sup>11</sup> Fundación Bariloche, Proyecto de Prospectiva de Demanda de Energía. Informe Final, Noviembre de 2003

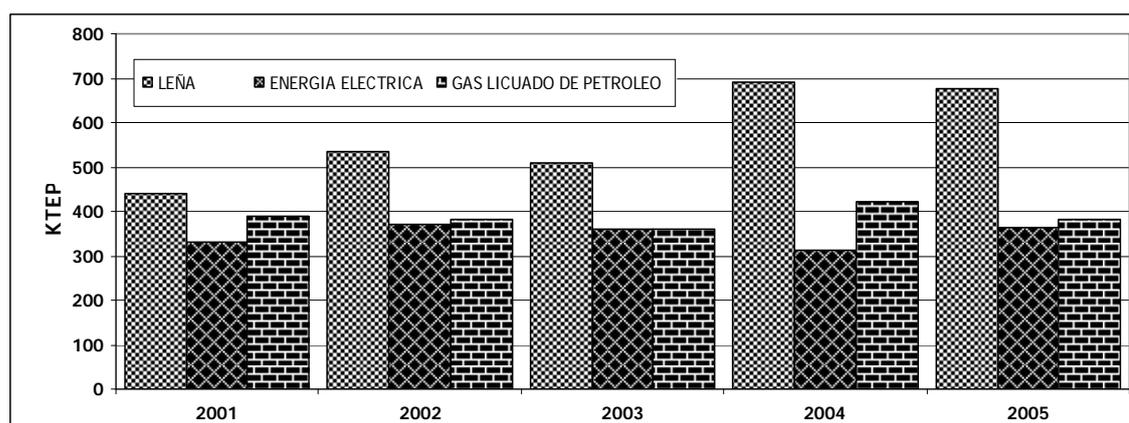
**Tabla 10. Estructura del consumo energético residencial por usos y nivel de ingreso (%) (SIEN-2001)**

Usos	Altos	Medios	Bajos	Promedio
Iluminación	6.4	5.2	6.0	5.9
Cocción	27.6	45.7	70.1	47.8
Calentamiento de agua	6.1	3.6	2.2	4
Conservación de alimentos	5.5	8.4	6.4	6.8
Acondicionamiento ambiental	46.5	29.2	7.9	27.9
Otros artefactos	7.9	7.9	7.4	7.7

Fuente: Informe Final SIEN.

De 2001 a 2005 se registra un aumento significativo del consumo de leña en el sector residencial de la República Dominicana, mientras que el consumo de GLP y electricidad se mantienen prácticamente constantes (Fig. 21).

**Figura 21. Evolución del consumo final de los principales energéticos en el sector residencial en la República Dominicana (2001-2005)**



Fuente: CNE, Balances de Energía 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005

## 2.6. Sector Industrial

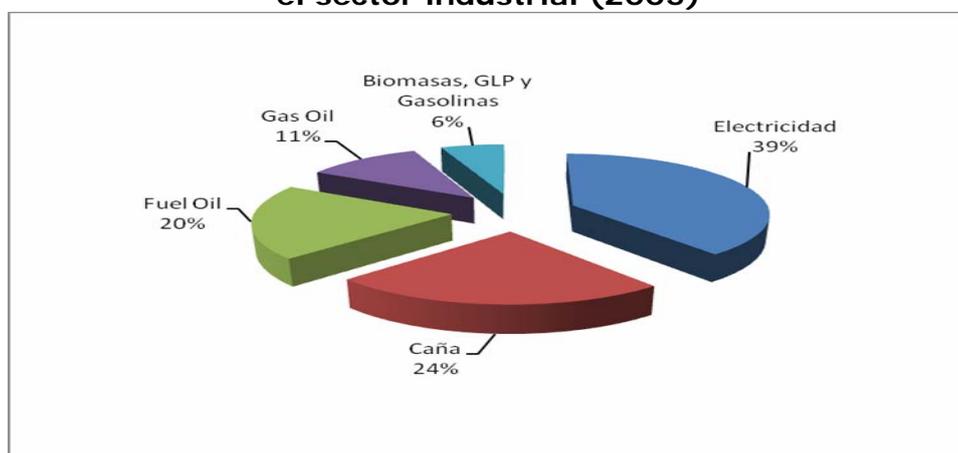
El sector industrial en la República Dominicana está constituido por, entre otras industrias, ingenios azucareros, las alimenticias, las tabacaleras, los fabricantes de textiles y cueros, las cementeras y de cerámica, la de químicos y plásticos, las "zonas francas" y las pequeñas fábricas.

En 2005, el sector industrial consumió 991 KTEp. En términos de su consumo de energéticos, este sector utiliza por completo la oferta de productos de caña y el 86% de la oferta de otras biomásas. Representa a su vez, el 38% del consumo nacional de energía

eléctrica, el 4% de la utilización total del gas licuado del petróleo, el 16% del gasoil del total de todos los sectores, y es el único consumidor de fueloil.

Dentro de la estructura de utilización de los energéticos en la industria en 2005, es el consumo de electricidad (390 KTep) el de mayor importancia, lo cual representa un 39% del consumo total en energía en este sector. Los productos de caña siguen en importancia con un 24% (241 KTep) mientras que el gasoil y fueloil son responsables del 11% y 20% respectivamente. El restante 6% es por el uso de otras biomazas, gas licuado del petróleo y un muy pequeño porcentaje de gasolinas (Fig. 22).

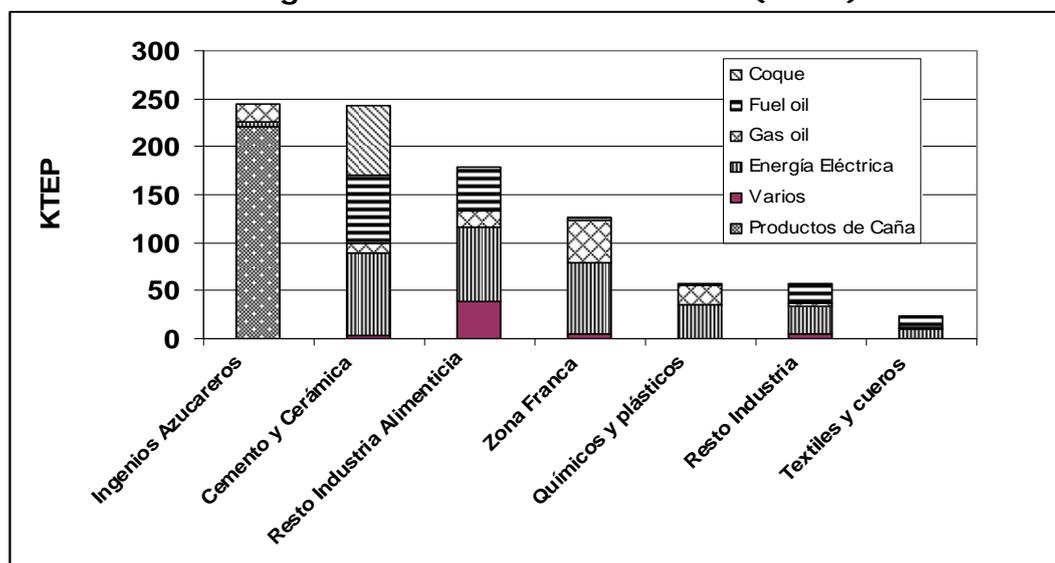
**Figura 22. Porcentajes de consumo final por tipo de energético en el sector industrial (2005)**



Fuente: CNE, Balance de Energía 2005

La industria más importante en consumo de energía es la de los ingenios azucareros (26.7%), seguida muy de cerca por la de cemento y cerámica (26.4%), las industrias alimenticias (17.5%) y las zonas francas (13.7%) (Fig. 23).

Figura 23. Consumo final de energía por subsector y por tipo de energético en el sector industrial (2005).



Fuente: CNE, Balance de Energía 2004

Dentro del análisis del sector industrial, es fundamental mencionar el autoabastecimiento de electricidad en República Dominicana; siendo los ingenios azucareros los que casi por completo generan la energía eléctrica que consumen (97.5%); siguiendo en orden de importancia: otras industrias que se autoabastecen en un 56.7%, la de cemento y cerámica, la de químicos y plásticos y la alimenticia que se autoabastecen en un 48.3, 47.8 y 43.8% respectivamente.

Las industrias de papel e imprenta, la del tabaco y las zonas francas son las que menor autogeneración tienen, no pasando ninguna de ellas, del 20% (Tabla 11).

**Tabla 11. Autoabastecimiento de electricidad en el sector industrial de la República Dominicana (2001)**

Subsector	Capacidad instalada (MW)	Generación (GWh)	Autoabastecimiento como % del uso de electricidad (%)
Zonas francas	576.4	114.4	12.1
Industria alimenticia	445.2	429.3	43.8
Otras industrias	251.1	114.6	56.7
Textiles y cuero	133.9	76.9	61.2
Cemento y cerámica	97.3	516.7	48.3
Papel e imprenta	81.7	27.2	18
Químicos y plásticos	37.4	217	47.8
Ingenios azucareros	27.1	76.4	97.5
Tabaco	6.6	2.3	15.1
TOTAL	1,656.7	1,574.8	39.1

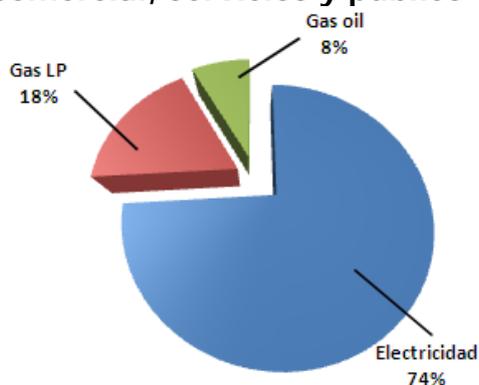
Fuente: IDEE/FB-CNE: Energy Balance Information, 2001, page 200-201.

Resalta de estos análisis la baja capacidad de cogeneración de los ingenios azucareros relativo a otros sectores que no cuentan con un insumo (como la caña) para alimentar su sistema de generación de electricidad.

## 2.7 Sector Comercial, Servicios y Público

En el año 2005, el consumo final de energía del sector comercial, servicios y público fue de 239 Ktep. De ese total casi tres cuartas partes (el 74%) fueron en forma de electricidad, mientras que el GLP representó el 18% y el gas oil el 8% (Fig. 24).

**Figura 24. Porcentajes de consumo por tipo de energético en el sector comercial, servicios y público (2005).**

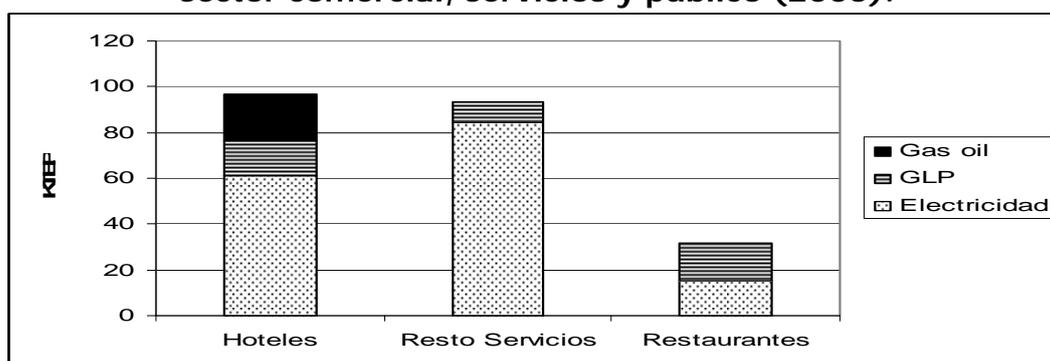


Fuente: CNE, Balance de Energía 2005

El sector comercial, de servicios y público tan sólo representa el 5% del total del consumo de energía final de la República Dominicana y sus consumos en casi todos los energéticos no rebasan el 10% de los totales para todos los sectores, con excepción de la electricidad, a la cual le corresponde el 17% del consumo final total de energía eléctrica en el país.

Por subsectores, los hoteles basan su utilización energética fundamentalmente en electricidad, la cual representa un 63% del consumo de energía de éste subsector; también consumen gas oil y gas licuado de petróleo con un 21 y 13% respectivamente. Los restaurantes consumen en partes iguales gas LP y electricidad. El 90% del consumo final de energía del resto de servicios es en energía eléctrica y el restante 10% en gas licuado del petróleo (Fig. 25).

**Figura 25. Consumo por subsector y por tipo de energético en el sector comercial, servicios y público (2005).**



Fuente: Balance de Energía 2004, República Dominicana

De acuerdo a estudios realizados por la CNE, en conjunto con NRECA (National Rural Electric Cooperative Association) y con el apoyo de USAID, el universo completo de las acometidas del sector público consume 636 GWh/año, 6.5% del total nacional en energía eléctrica. Este universo se puede dividir en dos grandes grupos de acuerdo a su tipo de contrato con las distribuidoras: a) Cortables, que son un total de 2,312 acometidas; y b) No Cortables que cuentan con 4,206 acometidas.

## **2.8 Conclusiones**

- El consumo total de energía en República Dominicana se triplicó en 30 años y los energéticos de mayor crecimiento en el consumo del país son la gasolina y el gasoil.
- El transporte es el sector que más consume energía en el país (41%), seguido por el sector residencial (27%), el sector industrial (20% y el sector comercial, servicios y público (4%).
- Dentro del sector transporte lo que más se utiliza es la gasolina y el gas oil, siendo los autos particulares y el transporte de carga los de mayor consumo.
- La leña es el energético más consumido en el sector residencial, siendo la cocción el uso final con mayor consumo, esto en la medida que su uso es muy ineficiente y ocurre, principalmente, en el sector rural.
- El acondicionamiento de espacios es otro uso final importante y se satisface a partir de electricidad.
- La electricidad es el principal energético consumido en el sector industrial. Las industrias más importantes en consumo de energía son los ingenios azucareros y la de cemento y cerámica.

---

POTENCIALES DE USO RACIONAL DE ENERGÍA  
(URE) EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

---

### **3. POTENCIALES DE USO RACIONAL DE ENERGÍA (URE) EN LA REPÚBLICA DOMINICANA**

#### **3.1 Proyecto de Prospectiva de la Demanda de Energía de la Fundación Bariloche**

En el año de 2003, como parte del Proyecto de Prospectiva de la Demanda de Energía, la Fundación Bariloche estableció para la República Dominicana dos escenarios de demanda de energía. El primero de estos escenarios es de carácter tendencial, que no prevé modificaciones estructurales más allá de las que surjan de decisiones ya tomadas en firme; el segundo escenario refleja un refuerzo de la función reguladora y promotora del Estado y en el cual hay acciones que modifican el escenario tendencial.

Específicamente, el escenario tendencial considera que las medidas para disminuir los consumos de energía por URE no se intensificarán respecto de los programas implementados en el pasado inmediato y se circunscriben al reemplazo de lámparas incandescentes de alto consumo por las de bajo consumo y fluorescentes, en especial en el Sector Comercio, Servicios y Público. Igualmente, a educar a los consumidores respecto de la modalidad de uso de los distintos artefactos que emplean energía y a la mejora en los consumos específicos de energía en los sectores productivos (Industrias) por unidad de Valor Agregado, mediante cambios en la tecnología y en las modalidades de uso.

En el escenario alternativo hay acciones del Estado a través de un Plan Nacional de Uso Racional de la Energía a ser aplicado en todos los sectores, el cual implicaría especialmente realizar auditorías energéticas en los establecimientos industriales, hoteles, grandes comercios y un reordenamiento del sistema de transporte carretero de personas y cargas.

Este escenario supone:

- Mejoras en el rendimiento de los sectores: residencial urbano, hoteles, restaurantes y otros comercios, servicios y público (de acuerdo a los valores de la Tabla 12).

**Tabla 12. Estimados en mejoras en rendimientos por usos finales para los sectores residencial urbano, hoteles, restaurantes y otros comercios, servicios y público**

Período uso	2003 2005	2006 2010	2011 2015	2015 2020	Total 2003 2020
Cocción	Sin cambios	4%	4%	4%	12.5%
Calentamiento de agua	Sin cambios	4%	4%	4%	12.5%
Iluminación	5%	15%	30%	30%	104.1 %

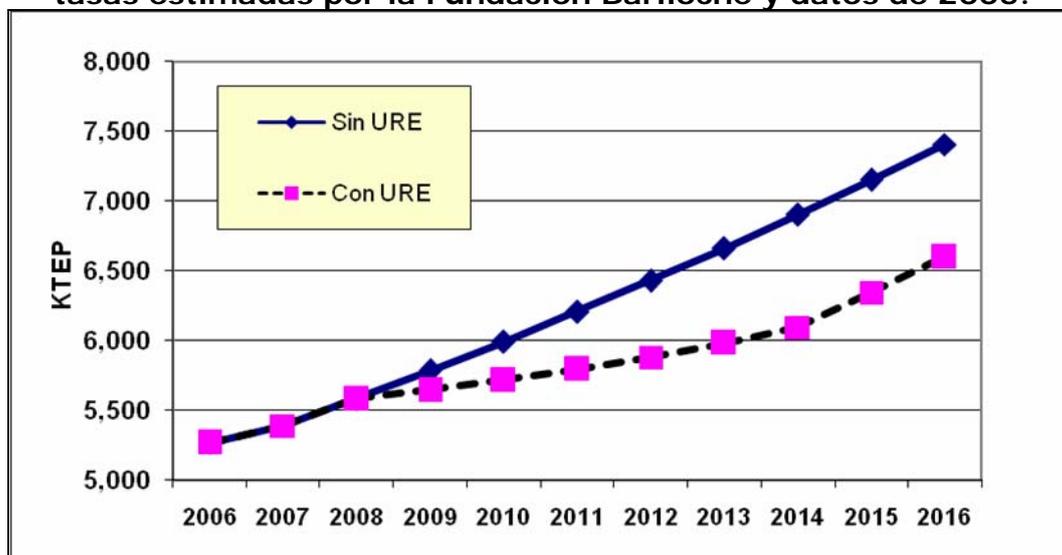
Fuente: Proyecto de Prospectiva de la Demanda de Energía, Fundación Bariloche, 2003

- Igualmente, que la eficiencia de las cocinas de leña aumente al 20% en el año 2015 frente al 10% relevado en el año 2001.
- Mejoras en el sector Transporte. Para este sector se supone que las modificaciones en la tecnología de los motores de los vehículos y aeronaves, nuevos y usados, disminuya el consumo neto por vehículo.

En términos de energía neta, las proyecciones de la Fundación Bariloche a partir de datos de 2001 llevan a que en el año 2015 el consumo total será de 8,233.9 KTep en el escenario tendencial y 6,175.8 KTep en el escenario con acciones del Estado. Esto representa una diferencia de 2,058 KTep entre ambos escenarios (es decir, un potencial de ahorro de 33%). Igualmente, representa tasas anuales de crecimiento promedio de 3.6% para el escenario tendencial y de 1.50% para el que incluye acciones del Estado.

Tomando valores de 2005 (donde el consumo total final de energía—incluido el consumo no energético—fue de 5,265 KTep) y considerando las tasas establecidas por la Fundación Bariloche, el consumo total para 2015 sería de 7,769 KTep para el escenario tendencial, siendo 6% menor al estimado, y 6,202 KTep para el que incluye acciones del Estado, valor ligeramente mayor (0.4%) al estimado por la Fundación Bariloche (Fig. 26).

**Figura 26. Evolución proyectada de consumo total de energía con tasas estimadas por la Fundación Bariloche y datos de 2005.**



Fuente: Proyecto de Prospectiva de la Demanda de Energía, Fundación Bariloche, 2003

### **3.2. Comentarios**

Si al dato real de 2005 se le aplican las tasas estimadas por la Fundación Bariloche, se tiene un decremento en el consumo proyectado para 2015 en poco menos de 465 kTep para el escenario tendencial y un pequeño incremento de 26 KTEP para el escenario con acciones del Estado.

---

PROYECCIONES DE IMPACTO DE USO RACIONAL  
DE ENERGÍA (URE) Y REDUCCIÓN DE  
EMISIONES DE CO<sub>2</sub> POR PROGRAMAS DE USO  
RACIONAL DE LA ENERGÍA EN LA REPÚBLICA  
DOMINICANA 2007-2016

---

#### **4. PROYECCIONES DE IMPACTO DEL USO RACIONAL DE ENERGÍA Y REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> POR PROGRAMAS DE USO RACIONAL DE ENERGÍA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA 2007-2016.**

En el presente estudio se han establecido, en función de la información disponible, una serie de potenciales estimados de reducción de consumo de energía y disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> (o, como es el caso de la leña, de sustitución de energéticos). Estos potenciales, en su caso, serán aprovechados por sendos programas que deben ser diseñados a detalle e implantados a lo largo de varios años.

##### **4.1 Los ahorros estimados.**

A continuación se resumen, por sector y usos finales, los potenciales estimados.

###### *4.1.a Sector Residencial*

- *Iluminación.* Cambiar dos lámparas incandescentes a compactas fluorescentes en cada uno de los más de dos millones de hogares dominicanos puede resultar en ahorros anuales de energía eléctrica por más de 130 mil GWh y de 85,669 Toneladas de CO<sub>2</sub> por año.
- *Aire acondicionado.* Se puede considerar que en el sector residencial se tiene un potencial que puede llegar al 50% del consumo actual. Sin embargo, una estimación conservadora y realista sería ubicar el potencial de ahorro de energía en el 20% del consumo por aire acondicionado, es decir, en cerca de 500 GWh por año y de más de 320,000 Toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas al año.
- *Conservación de alimentos.* Se considera la sustitución de 600 mil refrigeradores para un ahorro de 180 GWh y 118,619 Toneladas de CO<sub>2</sub> por año (300 kWh/año y 198 Kg de CO<sub>2</sub> por refrigerador).
- *Calentamiento solar de agua.* Se considera como potencial de mercado a los hogares que están en los niveles más altos de ingresos, los cuales representan cerca de 190 mil hogares. Este consumo representa 5.5 KTep por año (13.3% del total de energía para calentamiento de agua del sector residencial) y puede ser sustituido con cerca de 70,000 m<sup>2</sup> de calentadores solares. Lo que significaría dejar de emitir 45,931 Toneladas de CO<sub>2</sub> al año.
- *Sustitución de la leña por GLP.* Suponiendo que para todas las 770,000 viviendas que utilizan leña para cocción sustituyeran este energético

por GLP, su consumo en términos energéticos se reduciría a una cuarta parte pero su consumo de GLP aumentaría. De manera acumulada, esto representaría una reducción del consumo energético de leña en el equivalente a 386 KTep por año. De la misma manera, esta sustitución representaría un aumento de 105 KTep por año en el consumo de GLP. Y significaría una disminución en emisiones de CO<sub>2</sub> de más de 1'200,000 Toneladas de CO<sub>2</sub> por año.

*4.1.b Sector hoteles, restaurantes y otros comercios, servicios y público*

- *Iluminación.* El recambio completo de esta tecnología en todos los edificios en RD (suponiendo 940 mil luminarias) representaría un ahorro aproximado de 140 GWh y de 92,000 Toneladas de CO<sub>2</sub> por año.
- *Aire acondicionado.* De acuerdo al estudio de NRECA, se tiene un potencial de ahorro de energía de 6.8% en sistemas de aire acondicionado. Extrapolado al consumo total de este sector el potencial es de cerca de 90 GWh y de 59,000 Toneladas de CO<sub>2</sub> al año.
- *Calentamiento solar de agua.* Sólo el 69% del consumo de energía para calentamiento de agua del sector comercios, servicios y público se rentable sustituir con energía solar, lo cual da un valor de 19.1 KTeps por año, lo cual equivale a un potencial total de 270 mil metros cuadrados. En términos ambientales significaría evitar 59,233 Toneladas de CO<sub>2</sub> por año.

*4.1.c Sector Industrial*

- *Autoabastecimiento actual con cogeneración.* Eliminando al sector de químicos y plásticos (que ya cogenera) se considera que la mejora de eficiencia en el uso de energía primaria por la cogeneración de un 30% a un 70%. Como resultado, se lograría un ahorro cercano a los 220 KTep por año, lo que representaría cerca del 22% de su consumo total actual. Esto en emisiones de CO<sub>2</sub> representa dejar de emitir 1'685,799 Toneladas de CO<sub>2</sub> por año.
- *Motores Eléctricos.* De acuerdo a varios estudios en sectores industriales y extrapolando al sector industrial de República Dominicana, se tiene un potencial de ahorro de energía de un poco más de 211 GWh (18 KTep) y 139 Toneladas de CO<sub>2</sub> por año, por el re-cambio completo de motores.

*Proyecciones de impacto del uso racional de energía y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por programas de uso racional de energía en la República Dominicana 2007-2016*

4.1.d Sector Transporte

Las medidas para el transporte se describen en la Tabla 13.

**Tabla 13. Medidas consideradas y ahorros estimados para el sector transporte.**

Medida	Descripción	Impacto	KTEP/año	Ton de CO <sub>2</sub>
<b>Mejora en el rendimiento de combustibles de vehículos particulares</b>	Sustitución del 10% de los vehículos más ineficientes por vehículos con una mejora de rendimiento de combustible de 30%	Ahorro de <b>4.7</b> millones de galones de combustible por año	<b>13.47</b>	<b>29,938</b>
<b>Mejora en el rendimiento de combustibles de conchos</b>	Obligación de renovación del parque de conchos por vehículos de modelo más reciente (mejora en rendimiento promedio de 100%)	Ahorro de <b>17.0</b> millones de galones de combustible por año	<b>48.72</b>	<b>67,809</b>
<b>Introducción de vehículos híbridos</b>	Sustitución del 5% del parque actual de automóviles privados por vehículos híbridos	Ahorro de <b>6.0</b> millones de galones de combustible por año	<b>17.20</b>	<b>47,115</b>
<b>Sustitución de movilidad en automóvil privado por autobús</b>	5% de los viajes que se realizan en automóvil particular se realizan en autobús	Ahorro de <b>5.6</b> millones de galones de combustible por año	<b>16.05</b>	<b>66,960</b>
<b>Sustitución de conchos por autobús de mayor eficiencia</b>	Sustitución del 100% de los conchos por autobuses con mejora de 20% en eficiencia	Ahorro de <b>30.0</b> millones de galones de combustible por año	<b>85.98</b>	<b>164,485</b>

En total, se estima un potencial de ahorro de energía de un poco más de 800 Ktep, lo cual representa cerca del 16% del consumo final actual, los sectores con mayor potencial son el residencial con la sustitución de leña y el industrial con la cogeneración.

El potencial de ahorro de energía conlleva a un potencial en reducción de emisiones de un poco más de 6 millones de Toneladas de CO<sub>2</sub> por año, donde resalta significativamente la reducción que se logra por la sustitución de leña en los hogares rurales (Tabla 14).

*Proyecciones de impacto del uso racional de energía y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por programas de uso racional de energía en la República Dominicana 2007-2016*

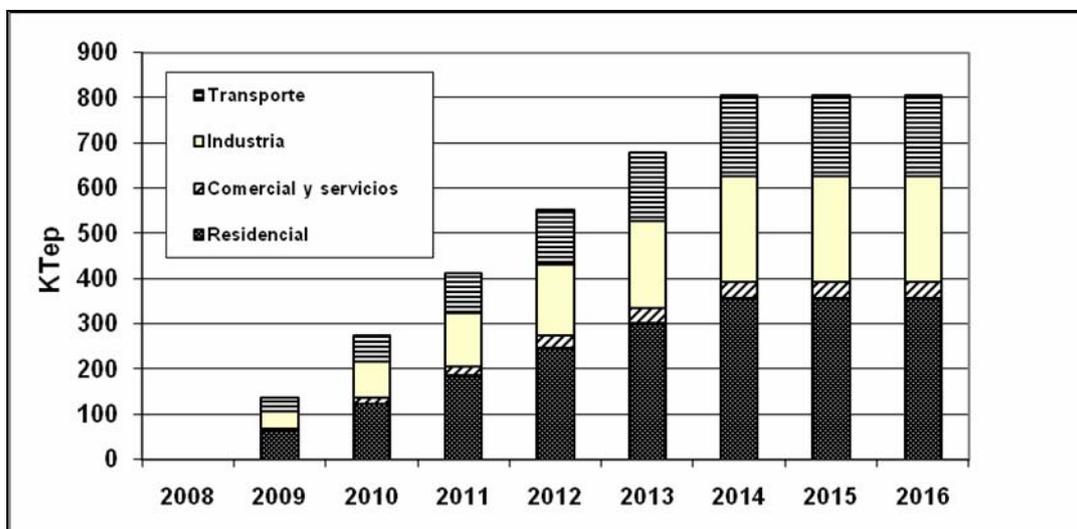
**Tabla 14. Ahorros estimados de energía y de emisiones de CO<sub>2</sub>**

Sector/ Medidas	Ahorros estimados			Consumo del concepto (KTep)	% sobre el total del concepto	Período en el que se aprovecha el potencial (años)
	Electricidad (GWh)	Energía (En KTep)	Emisiones CO <sub>2</sub> (En Miles de Ton)			
<b>RESIDENCIAL (TOTAL)</b>	<b>790</b>	<b>355</b>	<b>1,869.6</b>	<b>1,452</b>	<b>24.5</b>	<b>-</b>
Iluminación	110	9	85.7	55	<b>16.4</b>	<b>4</b>
Sustitución de leña por GLP para cocción	-	281	1,289.9	1,042	<b>27.0</b>	<b>6</b>
Calentamiento de agua con energía solar	-	6	45.9	44	<b>13.7</b>	<b>6</b>
Conservación de alimentos	180	16	118.6	61	<b>26.2</b>	<b>4</b>
Acondicionamiento ambiental	500	43	329.5	187	<b>23.0</b>	<b>6</b>
<b>COMERCIOS Y SERVICIOS (TOTAL)</b>	<b>230</b>	<b>34</b>	<b>211.2</b>	<b>239</b>	<b>16</b>	<b>-</b>
Aire acondicionado	90	8	59.3	44	<b>17.7</b>	<b>6</b>
Iluminación	80	7	92.7	13	<b>54.0</b>	<b>4</b>
Calentamiento de agua	-	19	59.2	29	<b>66.6</b>	<b>6</b>
<b>INDUSTRIAL</b>	<b>211</b>	<b>234</b>	<b>1,824.8</b>	<b>991</b>	<b>24</b>	<b>-</b>
Cogeneración	-	220	1,685.8	991	<b>22</b>	<b>6</b>
Motores Eléctricos	211	18	139.0	273	<b>6.6</b>	<b>6</b>
<b>TRANSPORTE (Varias)</b>	<b>-</b>	<b>180</b>	<b>376.3</b>	<b>2,180</b>	<b>8.3</b>	<b>6</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1,231</b>	<b>807</b>	<b>4,282</b>	<b>5,020</b>	<b>16</b>	<b>6</b>

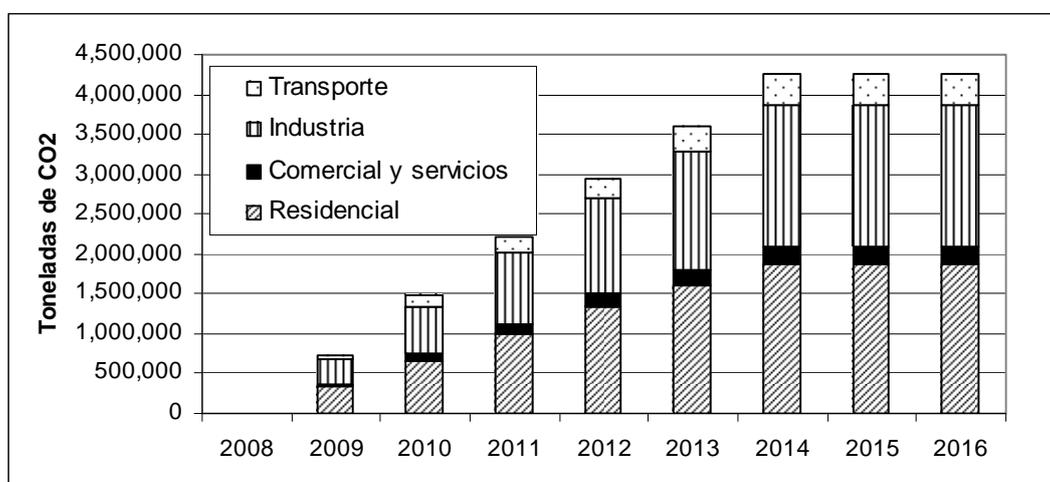
**4.2 Proyecciones de ahorros de energía estimados y de reducción de emisiones.**

Visto en el tiempo, los ahorros de energía y la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas deberán ocurrir de manera progresiva al irse poniendo en funcionamiento los diversos programas (Figura 27 y 28).

**Figura 27. Evolución de los ahorros de energía de consumo final por sectores.**



**Figura 28. Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas por el consumo de energía final por sectores**

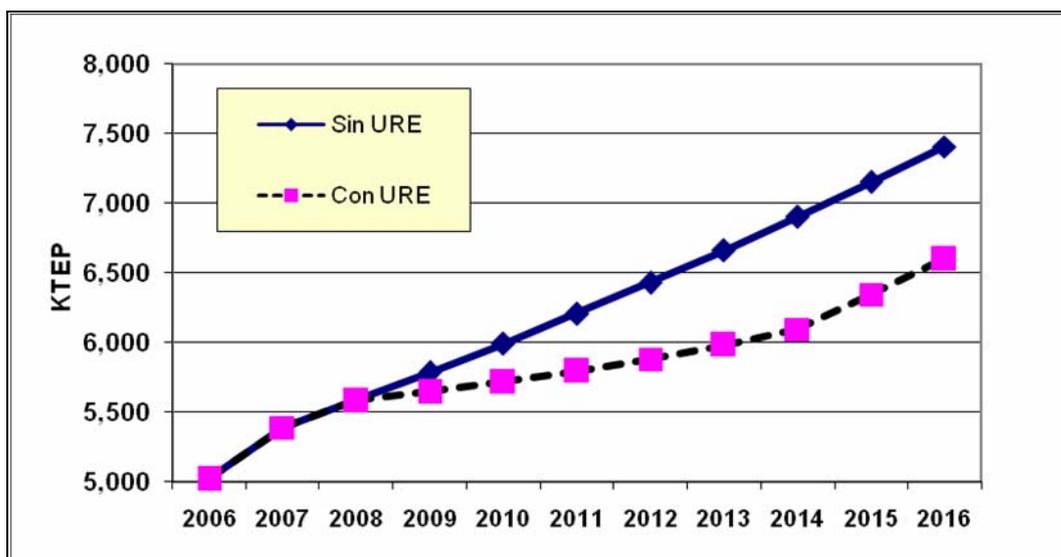


En una perspectiva a diez años (al año 2016) y para el cual se ha considerado (de acuerdo a los trabajos de la Fundación Bariloche) una tasa de crecimiento promedio anual del consumo de energía de 3.6%, el consumo final sin uso racional de energía (URE) llegaría a poco más de 7,400 KTep por año en 2016, mientras que con URE ese valor sería de 6,600 KTep (Fig. 29).

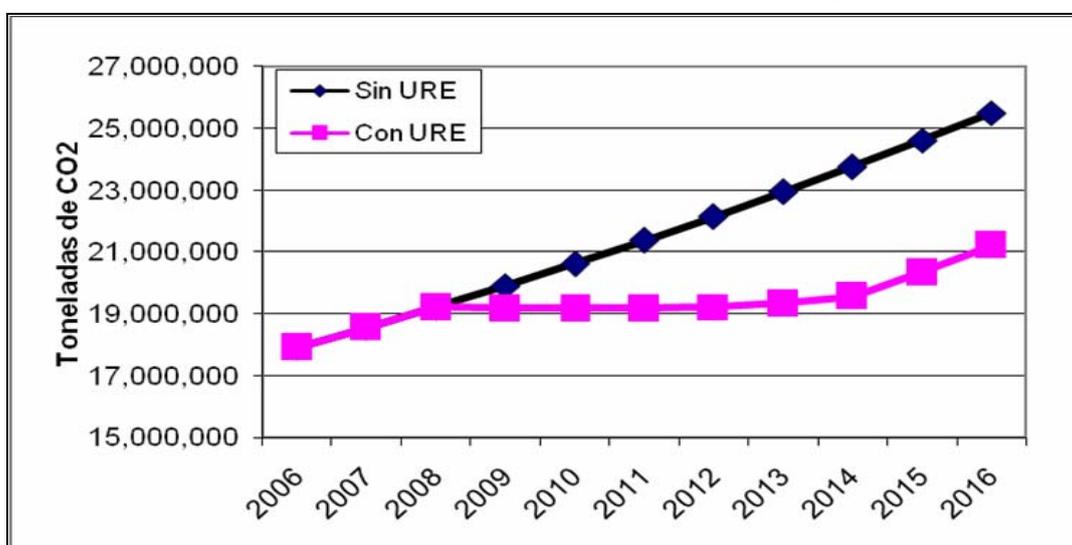
*Proyecciones de impacto del uso racional de energía y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por programas de uso racional de energía en la República Dominicana 2007-2016*

En la misma perspectiva, las emisiones de CO<sub>2</sub> que se tendrían sin URE llegarían a más de 25 millones de toneladas por año en 2016, mientras que con URE ese valor disminuye a 21 millones de toneladas (Fig.30)

**Figura 29. Evolución del consumo final de energía sin y con URE.**



**Figura 30. Evolución de emisiones de CO<sub>2</sub> sin y con URE**



---

BARRERAS Y LIMITACIONES PARA EL USO  
RACIONAL DE LA ENERGÍA EN LA REPÚBLICA  
DOMINICANA Y LA POLÍTICA PÚBLICA

---

## **5. BARRERAS Y LIMITACIONES PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA Y LA POLÍTICA PÚBLICA**

### **5.1. Las perspectivas de los potenciales de ahorro.**

En general, pero particularmente para economías en desarrollo, el potencial de ahorro de energía es muchas veces alto, pero no siempre es posible aprovecharlo por un conjunto de razones.

En este sentido, es importante distinguir los tres niveles en los que se puede clasificar el potencial de ahorro de energía de un país o región: técnico, rentable y factible.

- **Técnico.** Este potencial está determinado por la diferencia entre el consumo de los equipos actualmente instalados—y con los que se entrega un servicio de energía (como refrigeración, iluminación, movimiento)—y el que consumirían, para un mismo nivel de servicio, los de mayor eficiencia en el mercado. En este sentido, entre mejor y más amplio el acceso a los equipos más eficientes, mayor el potencial de ahorro técnico de energía en una economía.
- **Rentable.** Es la fracción del potencial técnico que está determinado por la rentabilidad de la inversión en el equipo más eficiente o en el gasto en la mejora de prácticas, y es función de un conjunto de variables: el costo de la medida (cambio de equipo o mejora de operaciones), la cantidad de energía ahorrada, el costo de esa energía y las expectativas de retorno de inversión de los usuarios de energía que realizan la inversión. En este sentido, si los equipos en el mercado son caros y el costo de la energía es bajo (como ocurre cuando existe algún tipo de subsidio) el potencial rentable es considerablemente más bajo que el técnico.
- **Factible.** Este es una fracción del potencial rentable y está determinado por la calidad<sup>12</sup> de las instituciones que se involucran en el fomento de las alternativas y de la información disponible para los usuarios. Es la opinión del autor que las instituciones y la información tienen gran valor en el aprovechamiento de energía de una economía ya que, pudiendo haber los equipos y el conocimiento que permiten mayor eficiencia en el mercado, quienes tienen las oportunidades rentables pueden no estar aprovechándolas por desconocimiento o por falta de elementos para comparar alternativas y decidirse por aquellas de menor consumo de energía. La existencia de una agencia gubernamental confiable, accesible y activa, particularmente en países

---

<sup>12</sup> En este sentido referimos el término “calidad” como sinónimo de eficiencia y efectividad, pero también de variedad y alcance en las instituciones.

en desarrollo, puede tener una gran rentabilidad social<sup>13</sup>, precisamente porque a un costo social marginal bajo puede tener resultados de valor muy superior.<sup>14</sup> Igualmente, la existencia de organismos que representen los intereses de los diversos grupos sociales y económicos (ya sea como oferentes o compradores de los productos y servicios que llevan al ahorro de energía) facilita su articulación con los programas orientados a esos grupos específicos.

Así, el que existan oportunidades de ahorro de energía depende de qué esté instalado y cómo se opera, pero el que no se aprovechen cabalmente esos potenciales implica la existencia de un conjunto de barreras que impiden el aprovechamiento de estos potenciales.

## **5.2. Las barreras identificadas**

En la República Dominicana se presentan un conjunto de barreras al desarrollo de medidas de ahorro de energía en todos los sectores de su economía. Algunas de estas barreras se presentan en cualquier economía pero otras son muy particulares al contexto dominicano. En este sentido resaltan las identificadas en la Estrategia de Eficiencia Energética para la República Dominicana que preparó USAID en 2003 para el Gobierno Dominicano a través de la CNE.<sup>15</sup>

Para los propósitos de este trabajo se identifican estas barreras bajo las cuatro categorías: (a) técnicas, (b) económicas, (c) institucionales y (d) sociales.

### *5.2.a. Barreras técnicas*

- *Desconocimiento de la tecnología para un uso más eficiente de la energía.* Una de las principales barreras a la adopción de tecnologías que llevan a una mayor eficiencia energética es el hecho de que muchos de sus posibles usuarios las desconocen, ya sea parcialmente (llevando a la desconfianza) o completamente. En este sentido, cabe señalar que por tecnología para un uso más eficiente de la energía se incluyen desde herramientas de diseño, hasta equipos de medición y control (pasando, por supuesto, por materiales y equipos).

---

<sup>13</sup> Rentabilidad social es referida como el uso de recursos públicos (como son los impuestos) que tiene un retorno positivo por la suma de beneficios a la sociedad.

<sup>14</sup> Para 2002 la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía de México, nada más en el valor del petróleo que evitó se consumiera desde 1995 (no incluye electricidad ni capacidad de generación evitada), ha generado ahorros con valor de 20 a 1 sobre su costo fiscal (Conae. Informe de Labores 2002. Pag. 10).

<sup>15</sup> Estrategia de Eficiencia Energética para la República Dominicana

## ***Barreras y limitaciones para el uso racional de la energía en la República Dominicana y la Política Pública***

---

- *Desconocimiento de los beneficios de la tecnología para un uso más eficiente de la energía.* En otros casos, aún y cuando se conozca la tecnología, los usuarios pueden no tener información suficiente o tener información inadecuada sobre los beneficios económicos y por el uso de equipos y sistemas con mayor eficiencia energética.
- *Poca capacidad de medición de variables relacionadas al consumo de energía en instalaciones.* La limitada capacidad instalada para medir con frecuencia y precisión parámetros relacionados al uso de energía (como potencia, energía, temperatura, presión, velocidad) lleva a que esta se desperdicie con facilidad.
- *Falta de equipos modernos para auditorías energéticas en el país.* La limitada disponibilidad de equipos utilizados para realizar diagnósticos y/o auditorías energéticas (que permiten establecer potenciales de ahorro de energía) lleva a que esta actividad no se realice con la frecuencia y profundidad que los potenciales de ahorro de energía indican.
- *Riesgos por apagones.* El hecho de que en la República Dominicana no se tenga una calidad de servicio eléctrico adecuada lleva a que los usuarios eviten gastos en tecnología sobre la cual consideran puede haber efectos negativos por apagones o baja calidad de la energía eléctrica.

### *5.2.b. Barreras económicas*

- *Alto costo inicial relativo de los equipos y sistemas de uso eficiente de energía.* Esto se debe a que los equipos más eficientes son generalmente más caros (como es el caso de lámparas ahorradoras o de vehículos de alto rendimiento) que limita su demanda por parte de los usuarios y, por lo tanto, su comercialización extensiva y compra por parte de los usuarios.
- *Alto costo de la transacción para proyectos pequeños.* El costo de transacción se refiere al costo de llevar a cabo una medida de ahorro de energía (que es adicional a de la medida per-se) y puede ser mucho más alto que la propia medida y hacer que la rentabilidad de la misma sea insuficiente para hacer la inversión.
- *Fácil acceso a equipos de segunda mano poco eficientes.* El que se puedan conseguir con facilidad equipos de segunda mano (desde electrodomésticos hasta automóviles) a precios bajos (relativo a equipos nuevos más eficientes) lleva a que la población los prefiera por ser una vía de acceso de bajo costo inicial a los servicios que estos equipos ofrecen (confort, movilidad).
- *Falta de financiamiento en términos adecuados, en especial para las PyMEs.* Las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) no tienen acceso

a financiamiento en condiciones que les sean atractivas para hacer inversiones que pueden ser percibidas como riesgosas.

- *Volatilidad en la tasa cambiaria.* Aún y cuando la tasa cambiaria se ha mantenido relativamente estable en los últimos dos años, el percibir un riesgo por este factor lleva a castigar la rentabilidad exigida a proyectos cuyos costos o retornos están en función del valor de una moneda extranjera (dólares o euros).
- *Altos aranceles sobre importación de tecnología para la eficiencia energética.* Para un país netamente importador de tecnología la existencia de aranceles para tecnología relacionada a la eficiencia energética la encarece, le quita mercado y, por lo mismo, reduce las inversiones para un uso más eficiente de la energía.
- *Subsidios a los usuarios.* Los subsidios hacen que haya rentabilidad mínima o nula en medidas de ahorro de energía y que, más bien, sirvan para fomentar el desperdicio de la misma.

#### *5.2.c. Barreras sociales*

- *Necesidades sociales insatisfechas.* En países en desarrollo, donde el acceso de ciertos servicios que requieren de energía es incipiente o reciente para sectores mayoritarios de la población, la población le da mucha mayor importancia al acceso a esos servicios que a su costo de operación. En otras palabras, la posibilidad de tener un refrigerador en casa (que puede ser adquirido a un precio relativamente bajo) tiene un peso mayor al costo percibido de operarlo.
- *Cultura del no pago y del subsidio.* Asociado de manera muy cercana al punto anterior, el bajo (o nulo) costo del suministro energético lleva a que el consumo de energía de un equipo (y su costo de operación) no sea factor en la compra del mismo.
- *Poco conocimiento sobre tecnologías o prácticas de uso eficiente de la energía.* Quizá como un resultado de los dos puntos anteriores, la mayoría de la población tiene poca información sobre aspectos generales y particulares a la tecnología para el uso eficiente de la energía.
- *Desconfianza de las autoridades.* Muchas veces las iniciativas gubernamentales (en este caso las relacionadas a la promoción de una cultura de ahorro de energía) se enfrentan al escepticismo del público que no confía plenamente en lo que las autoridades proponen y, por lo mismo, no participan o actúan en sentido contrario.

5.2.d. *Barreras institucionales*

- *Falta de capacidad de normalización de tecnología asociada a la eficiencia energética.* Una de las barreras más importantes para el desarrollo de programas de ahorro de energía y de energías renovables en países en desarrollo es la carencia de sistemas de normas y regulaciones técnicas que permitan asegurar la calidad y el rendimiento de los equipos que adquieren las familias y las empresas con la intención de ahorrar energía y aprovechar energías renovables. Sin estas normas se corre el riesgo de hacer inversiones que no son rentables porque no cumplen las características de eficiencia y/o rendimiento energético o que no llegan a tener la vida útil suficiente para recuperar la inversión. Esto, a su vez, lleva a que los órganos financieros que tengan intenciones de financiar las medidas consideren el riesgo demasiado alto y no apoyen las medidas y los programas.
- *Falta de un esquema efectivo de recopilación de información estadística sobre oferta y demanda de energía en sectores productivos y otros usos finales.* Las autoridades gubernamentales carecen de una información de base creíble sobre el uso final de la energía, lo cual dificulta seriamente el diseño, implantación y seguimiento de programas nacionales de uso eficiente de la energía de gran alcance.
- *Desconfianza en las empresas distribuidoras de energía eléctrica.* Las dificultades de los últimos años en el sector eléctrico dominicano han creado un clima de desconfianza en las empresas distribuidoras de electricidad, lo cual dificulta (aunque no imposibilita) su involucramiento en programas de ahorro de energía, en particular en aquellos en los que estas empresas comercializan equipos eléctricos de alta eficiencia.
- *Poco compromiso histórico de las autoridades con el tema.* Históricamente, el compromiso del gobierno con la eficiencia energética ha sido muy limitado y poco claro, lo cual se ha reflejado en bajos niveles presupuestarios y de personal.
- *Poca experiencia gubernamental sobre el tema.* Asociado directamente al punto anterior, las entidades de gobierno encargadas de las actividades sobre eficiencia energética (como es el caso del Comisión Nacional de Energía) son de reciente creación y con personal muy limitado para poder diseñar, supervisar o implementar actividades de eficiencia energética.
- *Las prioridades del gobierno se han centrado en la solución de problemas de suministro y de no pago por parte de clientes finales.* Las condiciones recientes del sector de la energía en la República Dominicana han hecho que en la agenda gubernamental sobre el tema predominen las preocupaciones sobre el suministro y sobre la salud económica de las empresas encargadas de ese suministro, dejando a

un lado medidas posibles y factibles relacionadas a la eficiencia energética.

- *Involucramiento pobre o inexistente de actores sociales y de mercado (al proceso de definición de estrategias y acciones.* Aún y cuando existe potencial para el ahorro de energía que tiene niveles aceptables de rentabilidad, actores económicos y sociales no han tenido la iniciativa ni los recursos para llevar adelante programas así como para emprender acciones de promoción de mercados de productos y equipos eficientes más allá de las iniciativas gubernamentales.
- *Carencia de un marco legal que oriente con claridad las políticas de uso eficiente de la energía.* Las autoridades de la República Dominicana carecen de un marco legal suficientemente sólido que fortalezca y de continuidad a las acciones orientadas al ahorro de energía. En este sentido, una mayor fortaleza legal permitiría ampliar los programas orientados a las instituciones del estado, elevar el nivel del sistema de normalización, reducir subsidios a los que no los necesitan, limitar la importación de productos y equipos ineficientes y fomentar inversiones en los de mayor eficiencia energética.

---

LA POLÍTICA PÚBLICA PARA EL USO RACIONAL  
DE LA ENERGÍA (URE)

---

## **6. LA POLÍTICA PÚBLICA PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA (URE)**

### **6.1. Los motivos de la política pública.**

Para las naciones, ahorrar energía es importante por una variedad de motivos, los cuales varían en peso específico de acuerdo al contexto de cada país o región. En este sentido resaltan los siguientes motivos:

- La conservación de recursos no renovables para futuras generaciones, lo cual aplica claramente para países con recursos energéticos abundantes.
- El cuidado del medio ambiente local, regional y/o global, que es un propósito cada vez más generalizado y forma parte de compromisos internacionales (como el Protocolo de Kyoto).
- La necesidad de reducir divisas extranjeras para la compra de energéticos que se tiene que importar, que es el caso de países y economías cuyos recursos energéticos propios no son suficientes o cuyo costo de aprovechamiento supera a de la compra en mercados internacionales.
- El cuidado de la economía local a través de la búsqueda de una mayor eficiencia y, como resultado, mayor competitividad de la economía local, lo cual es un propósito común a todas las economías modernas.

Para la República Dominicana, un país netamente importador de energía con una economía abierta al mundo, el cuidado de la economía local es el motivo más importante, pero, sin dejar atrás el cuidado del medio ambiente.

### **6.2. Instrumentos de política pública más comunes.**

El objetivo mínimo y fundamental de la política pública para la eficiencia energética debe ser el identificar y eliminar los obstáculos o barreras que impiden que los usuarios de energía opten por las alternativas económicas (rentables para los usuarios) de mayor eficiencia energética.

Los instrumentos de política pública que se pueden utilizar para eliminar los obstáculos que impiden lograr la eficiencia energética que es económica se pueden clasificar en cinco categorías: (1) precios de los energéticos que reflejen sus costos económicos reales; (2) conversión obligatoria de equipos y sistemas; (3) desarrollo de capacidad en los usuarios para identificar las oportunidades

económicas; (4) desarrollo de mercados de productos y servicios asociados a la eficiencia energética; y (5) mecanismos de internalización de externalidades ambientales.

- **Precios de los energéticos que reflejen sus costos económicos reales.** La medida más clara de política para promover la eficiencia energética son precios que reflejen su verdadero costo económico. Donde se ha decidido otorgar algún tipo de apoyo por medio de subsidios, la medida más adecuada es regular, por medio de legislación, el modo en que se otorga el subsidio para que éste no se transfiera a través de los precios y tarifas, de manera que los usuarios tengan información sobre su verdadero costo.
- **Conversión obligatoria de equipos y sistemas para maximizar su eficiencia energética.** Las normas y las reglamentaciones técnicas son instrumentos que se aplican en los casos donde quien diseña, fabrica y/o construye un producto o sistema que utiliza energía no se enfrenta a sus costos de operación. En este sentido las normas de eficiencia energética han demostrado ser un instrumento de política pública con gran eficiencia económica desde la perspectiva del usuario de energía y de la sociedad en general.
- **Apoyar el desarrollo de capacidad para que los usuarios puedan identificar y aprovechar las oportunidades económicas.** Los usuarios de energía, aún cuando tengan oportunidades de ahorro de energía que les son económicas, no toman la decisión de aprovechar estas oportunidades por no tener la información ni los elementos para conocerlas y evaluarlas. Para eliminar este obstáculo, la política pública puede manejar tres niveles de instrumentos: (i) información, (ii) educación y (iii) capacidades organizacionales.
  - Información. Se ha identificado que uno de los obstáculos más importantes para el aprovechamiento cabal de las oportunidades de ahorro de energía es la falta de datos no solo en cuanto a los costos de operación (precios y tarifas) sino también en cuanto a los costos de inversión (dispositivos de sustitución) y los costos de transacción (costo de ubicar, diseñar e implementar la medida) que permiten determinar, por parte de los usuarios de energía, si les conviene hacer la inversión, esto en función de la tasa interna de retorno de sus alternativas de eficiencia energética. Es necesario, por lo tanto, hacer disponible esta información a quienes analizan las alternativas de uso de recursos para inversión en las empresas.
  - Educación. La educación, entendida como un proceso de adquisición de prácticas y conocimientos generados en diversos contextos y situaciones, es un elemento fundamental en el desarrollo de competencias para el uso racional de la energía a todos niveles, desde el hogar hasta

las grandes instalaciones industriales. La política pública debe llevar, por lo tanto, a que la población en general disponga de los conocimientos y prácticas que lleven a un uso más eficiente de la energía. Igualmente, es necesario crear cuadros profesionales que se desarrollen en los temas relacionados a la eficiencia energética y que puedan operar sistemas eficientemente y desarrollar proyectos de aprovechamiento de las oportunidades de ahorro de energía.

- Capacidades organizacionales para identificación de oportunidades. Cuando el usuario de energía es una organización de gran tamaño, muchas veces no es suficiente el que se tenga la información y las herramientas necesarias para identificar y cuantificar las alternativas de eficiencia energética que son rentables, ya que es necesario que exista un nivel mínimo de organización interna para poder sistematizar el trabajo que se requiere realizar. Bajo esta perspectiva existen tres posibles líneas de acción promovidas por el Estado:
  - Acción directa. Esto implica tener disponible esa capacidad de atención y soporte técnico por parte del Estado y, por lo tanto, asignar recursos públicos para mantener esta capacidad. Esto se concreta en una agencia especializada.
  - Desarrollo de capacidades privadas externas al usuario de energía (consultores). En esta dirección la política pública se orienta a crear los mercados y los incentivos para la gestación y desarrollo de estos actores económicos.
  - Desarrollo de capacidades internas al usuario de energía. Es en esta línea donde tiene un papel fundamental la capacitación y donde el papel del Estado tiene que ver con el desarrollo de programas de capacitación de amplio alcance.

En general, lo mejor que puede ocurrir es que estas tres líneas se combinen, teniendo a la agencia del Estado como promotor, catalizador y soporte técnico, y al usuario asumiendo la iniciativa al interior de sus organizaciones e instalaciones y con capacidad para saber contratar a los consultores en temas particulares.

- **Desarrollo de mercados de productos y servicios asociados a la eficiencia energética.** Muchos de los productos y servicios que están asociados a la eficiencia energética no tienen mercados lo suficientemente amplios como para aprovechar economías de escala, lo que los encarece y, por lo tanto, limita el que sean adoptados en función de decisiones de eficiencia económica por parte de los usuarios de energía. La política pública puede utilizar, ya sea a través de los

productores o de los proveedores de equipos y sistemas, o del usuario final, de instrumentos para que estos productos y servicios sean adoptados en términos de su eficiencia económica para el usuario de energía. En este sentido los incentivos fiscales ó los financiamientos a tasas preferenciales son los instrumentos más utilizados, pero también estos mercados pueden ser empujados con programas de información y promoción que incluyan ferias, seminarios y talleres de demostración de tecnología y que sean realizados por iniciativa del Estado.

- **Internalización de externalidades positivas a través de normas ambientales.** El ahorro de energía tiene entre sus beneficios el de atenuar los impactos ambientales de la producción, transporte y consumo final de la energía. En un contexto de crecientes restricciones sobre las emisiones al medio ambiente de productos de la combustión, se presentan oportunidades económicas de transferencias de derechos de emisiones de estos contaminantes. Los instrumentos de política, en este caso, tienen que ver con la autoridad ambiental, quien es quien define estos límites en las emisiones y, en su caso las reglas de transferencia de los derechos de emisión.

### **6.3. Líneas de acción**

De manera más específica, las líneas de acción sobre las cuales se diseñan programas de uso eficiente de la energía son ocho:

- Prospección. Se refiere a la identificación y cuantificación técnico-económica de oportunidades y potenciales de uso eficiente y ahorro de energía y se puede llevar a cabo por medio de estudios sectoriales, de encuestas y o de diagnósticos energéticos en instalaciones individuales.
- Incentivos económicos y financiamiento. En esta línea se ubican subsidios directos, deducciones de impuestos y/o financiamiento a bajas tasas de interés, además de la promoción de los contratos de desempeño para el ahorro de energía. Aquí se incluyen las acciones que se realizan apoyadas directamente por la banca de fomento o las que involucran a las empresas de distribución de energía (electricidad y/o gas) que tienen contratos con sus usuarios (y que pueden apoyar el recambio de equipos).
- Regulación y certificación de productos y sistemas. La regulación se refiere a las limitaciones a ciertas características de materiales, equipos y/o sistemas que inciden directa o indirectamente en el consumo de energía. La certificación se refiere a la confirmación de ciertas características de materiales, equipos y/o sistemas asociadas directa o indirectamente al consumo de energía. Esta línea de acción involucra un complicado proceso de diseño de normas técnicas, establecimiento de consensos entre diversos actores económicos, acreditación de laboratorios de prueba e información al público.

- *Obligaciones al sector público.* Las obligaciones para el sector público incluyen el establecer sistemas de gestión del consumo de energía en sus instalaciones y el aprovechamiento de todas oportunidades que demuestren rentabilidad, desde la sustitución de un equipo hasta la remodelación de instalaciones completas. Por lo mismo, esta línea de acción involucra la definición de reglas, la organización de los responsables, la capacitación y el establecimiento de reglas y mecanismos de compra de equipos con mayor eficiencia energética.
- *Compromisos voluntarios del sector privado.* Los compromisos voluntarios son aquellos que establecen las empresas de manera expresa con la CNE para reducir su consumo de energía en una cantidad o proporción y en un tiempo dado. Esta línea de acción va apoyada de incentivos económicos, de capacitación y de información.
- *Educación e información.* Esta línea integra lo que se lleva a cabo para formar e informar a las personas que toman (o que apoyen en la toma de) las decisiones que determinan el consumo de energía en una casa, en una instalación y/o en una empresa. De muchas maneras, esta es una línea de soporte a todas la demás líneas de acción.
- *Innovación tecnológica.* Por innovación se entiende a las tecnologías que mejoran significativamente la eficiencia energética y/o las prácticas de diseño, producción, construcción y/o operación de equipos e instalaciones. Esta actividad se refleja en proyectos piloto y/o demostrativos. Esta línea de acción se deriva, en alguna medida, de acciones de prospección.
- *Articulación de actores.* La articulación de actores implica, fundamentalmente, el reunir a o dar lugar al intercambio de información y de puntos de vista entre un conjunto de individuos y/o instituciones que representan los distintos intereses alrededor de la eficiencia energética. Esta articulación es necesaria para el establecimiento de sistemas de regulación y certificación y para los programas voluntarios del sector privado, y apoya también a las obligaciones del sector privado.

A su vez, estas líneas de acción involucran conjuntos de acciones particulares que se despliegan de distintas maneras a los sectores económicos donde son aplicadas.

#### **6.4 El Plan Energético Nacional 2004-2015**

Un ejercicio llevado a cabo para el anteproyecto del PEN 2004-2015 identificó una serie de conclusiones respecto al uso racional de energía (URE).

El PEN establece como una prioridad el diseño e implantación de un Programa de Uso Racional de Energía (URE)<sup>16</sup>, definido como un proceso integral, de orden cultural, político, económico y tecnológico, que busca atender las necesidades energéticas de la economía de manera eficiente y sostenible ambientalmente, asegurando a cada agente de la sociedad la cantidad y calidad de energía requerida para mantener o mejorar su calidad de vida y su productividad.

Por sectores el PEN establece medidas prioritarias:

- **Transporte.** En el caso del sector transporte las medidas de URE propuestas se refieren a las mejoras en la transformación eficiente del parque, la sustitución de combustibles y la organización del sector. De modo general, mejorar el consumo específico de los vehículos que se incorporen al parque.
- **Sectores: Residencial Urbano, Hoteles, Restaurantes, Comercio, Servicios y Público.** Para estos sectores, reducir considerablemente las luminarias incandescentes y mejorar la eficiencia en el acondicionamiento ambiental. Igualmente, la sustitución de GLP por energía solar para el calentamiento de agua.
- **Sector Industrial y Minería** Medidas aplicables al calor de proceso (calderas y hornos de alta temperatura), tanto en incremento de la eficiencia como en los programas de sustitución

Igualmente se considera elaborar una "Ley de Eficiencia Energética" dirigida a elevar el ahorro y propiciar la eficiencia energética tanto en el consumo (lado de la demanda) como en la producción (lado de la oferta), transmisión, distribución y comercialización. Dicha ley deberá tratar los consumos relativos a los diseños ambientales y uso de materiales, a los equipos, las maquinarias y los electrodomésticos residenciales, turísticos, comerciales, industriales, institucionales, alumbrado público, etc., así como los mercados energéticos nacionales de que se trate, como el del transporte, el mercado eléctrico y el de la cocción residencial, comercial e industrial.

En particular, en el presente ejercicio se elaborarán, por sector, las siguientes estrategias

- Transporte

---

<sup>16</sup> De modo general el URE engloba medidas tales como modificaciones en los hábitos, patrones y prácticas de uso de la energía, la transformación eficiente, la sustitución por fuentes de energía menos costosas y la cogeneración, así como la promoción e introducción de equipos más eficientes e innovaciones tecnológicas que resulten más eficientes en el futuro próximo.

- a. Políticas y mecanismos institucionales y financieros para propiciar el transporte público masivo.
- b. Incentivos tributarios para la introducción de vehículos más eficientes y desestimular aquellos de alto consumo, particularmente en el parque privado.
- c. Programa de etanol y biodiesel para uso automotor: selección de la tecnología de producción, estimación de costo por galón, metas de sustitución en el período 2005-2020 y porcentaje de mezcla, programa de actividades, acciones e instrumentos para su desarrollo y normatividad requerida.
- Sectores: residencial urbano, hoteles, restaurantes, comercio, servicios y gobierno.
  - d. Sustitución de luminarias incandescentes
  - e. Lineamientos para un programa para propiciar mayor eficiencia en el consumo de aire acondicionado mediante mejores equipos y aislamientos y cambios en prácticas y patrones de uso.
  - f. Diseño de lineamientos para un programa de eficiencia en conservación de alimentos mediante sustitución de equipos y cambios en los hábitos de utilización.
  - g. Programa de instalación masiva de colectores solares, sustituyendo GLP y DO en calentamiento de agua
  - h. Lineamientos para un programa de normalización, certificación y etiquetado de los artefactos para el sector residencial que especifique el consumo energético y permita la comparación entre las alternativas disponibles en el mercado.
- Hogares rurales
  - i. Programa de gas licuado de petróleo para el campo, con el objetivo de promover su uso y sustituir la leña en cocción.
- Industria
  - j. Programa para incentivar la cogeneración como forma de usar eficientemente el calor residual de los procesos industriales.
  - k. Sustitución de motores eléctricos

---

AHORRO DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN EN LOS  
SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIO Y  
SERVICIOS PÚBLICOS

---

## **7. AHORRO DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN EN LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIO SERVICIOS Y PÚBLICOS**

### **7.1. El consumo de energía eléctrica para iluminación en la República Dominicana.**

De acuerdo al Balance de Energía 2001 (donde se presentan valores para usos finales de energía), el 11.3% de la energía eléctrica consumida por los sectores: residencial urbano, hoteles, restaurantes y otros comercios, servicios y público, va a iluminación. En 2005 el consumo total de energía eléctrica de estos sectores fue de 6,275 GWh, lo que lleva a un consumo por iluminación de 707 GWh.

Para el sector residencial se estima que el consumo de energía eléctrica para iluminación representa el 13.2% del consumo total. Dado que el consumo total fue de 4,217 GWh, el que correspondería a iluminación sería de 557 GWh.

A su vez, el consumo de iluminación del sector hoteles, restaurantes y otros comercios, servicios y público, representó el 7.4% de su consumo total (2057 GWh), lo que significaría 150 GWh.

No hay que olvidar, sin embargo, que el año 2005 fue todavía un año con apagones continuos, lo que lleva a suponer que este consumo de energía no refleja lo que se necesita cabalmente.

### **7.2. Potencial en el sector residencial**

Para establecer el potencial de ahorro de energía en iluminación en el sector residencial se consideró la tecnología de lámparas compactas fluorescentes la cual es descrita en el ANEXO I.

En particular, se parte de la consideración de que si se cambia una lámpara incandescente de 60 Watts que opera dos horas por día por una fluorescente compacta de 15 Watts se ahorra hasta 33 kWh por año.

El potencial de ahorro de energía para iluminación en el sector residencial de República Dominicana se estimó considerando lo siguiente:

## ***Ahorro de energía en iluminación en los sectores Residencial, Comercio y Servicios Públicos***

---

- Que 1.7 millones de hogares están electrificados (81% de 2.14 millones de hogares),
- Que el consumo unitario de iluminación por hogar es de 328 kWh/año y de 0.9 kWh/día, que es equivalente al consumo de:
  - Tres ampolletas incandescentes de 60 Watts por cinco horas,
  - Seis lámparas compactas fluorescentes de 15 Watts (de iluminación equivalente a las incandescentes de 60 Watts) por diez horas al día.

Para establecer la rentabilidad de la medida se consideraron los siguientes valores:

- La lámpara compacta fluorescente de 15 Watts tiene un precio de 115 RD\$ (la más costosa).
- En Febrero de 2007 los cargos por kWh oscilaban entre 3 y 9 RD\$/kWh.

Así, para puntos de luz que operan más de dos horas por día, la inversión en una lámpara ahorradora de 115 RD\$, se recuperaría en menos de un año para las tarifas más bajas (por un ahorro monetario de entre 100 y 300 RD\$)

Para establecer el ahorro global del sector y la inversión necesaria se consideraron, por lo tanto, los siguientes valores:

- El cambio de dos lámparas incandescentes a compactas fluorescentes (de 60 a 15 Watts),
- Utilizadas dos horas por día todos los días del año,
- En cada uno de los más de 1.7 millones de hogares dominicanos electrificados (3.4 millones de lámparas),
- A un costo por lámpara compacta fluorescente de 15 Watts de 115 RD\$.

Esto resulta en:

- Ahorros anuales de energía eléctrica por cerca de 110 GWh por año con un valor de, cuando menos, 15 millones de dólares,
- Una reducción de la demanda máxima del sistema (considerando un factor de coincidencia de 0.5) en 38 MW, y
- Una inversión de cerca de 13 millones de dólares.

### 7.3. Un programa orientado al sector residencial.

Dadas las condiciones de alta rentabilidad del cambio de lámparas, es evidente que no es necesario que haya más apoyos que el de promover la tecnología y garantizar la calidad y certificar las características de los productos en el mercado y el de, en su caso, facilitar la compra de las lámparas al promover su pago a plazos, en particular a través de un posible programa que tenga el apoyo de las empresas de distribución eléctrica.

Sea cual fuere la estrategia a seguir, es recomendable establecer un programa específico que puede integrar pasos como los que se enumeran y describen a continuación.

- **Evaluación del mercado y la tecnología** Es necesario tener una buena evaluación de los productos considerados para el programa. Esta evaluación debe incluir un análisis de lo siguiente:
  - **Tecnología.** Esta evaluación debe examinar la tecnología disponible en el mercado local y en los mercados internacionales. Un conjunto de parámetros, tal y como la eficacia y la generación de armónicas, deben ser explorados, al igual que la calidad general del producto. Todos los parámetros deben ser certificados a partir de pruebas en laboratorios con acreditación internacional (no necesariamente en la R.D.).
  - **Mercado.** Para definir los mejores mecanismos de entrega para el programa es importante evaluar el mercado, no solamente en términos de las características de los productos (como se anota arriba) sino también en términos de cuánto se vende de un producto dado, a qué precios y quién lo trae al mercado (importadores y comercializadores).
- **Encuesta en hogares** Esta tarea es necesaria para definir con la mayor precisión posible el tamaño y alcance del programa. La encuesta debe incluir la siguiente información:
  - **Número de lámparas reemplazables.** Una lámpara reemplazable es una lámpara convencional que puede ser sustituida por una LCF sin restricciones de espacio o estéticas.
  - **Patrones de uso.** Es muy importante asociar a una lámpara reemplazable con su duración y horario de uso (es decir, cuantas y cuáles horas en el día). Esto es un factor clave en la rentabilidad de la medida.

- *Suministro de energía.* Dado que muchos hogares en la República Dominicana generan su propia electricidad—a costos mayores por kWh que la red de suministro y, por lo mismo, con mayor rentabilidad para la sustitución de las lámparas—es importante identificar los hogares que generan su propia electricidad.
- *Aceptación de la tecnología.* Los ocupantes de los hogares deben ser preguntados sobre su conocimiento y aceptación de las lámparas eficientes en términos de su calidad de iluminación, durabilidad y precio, ya que muchas de las disponibles en el mercado parecen ser de calidad dudosa. Dicho de otra manera, es posible que las lámparas ahorradoras en el mercado no tengan la durabilidad que deberían tener, lo que podría ser un problema a atender en el diseño del programa.
- *Mecanismos de entrega.* Los entrevistados deben ser preguntados sobre un conjunto de posibles elementos de mecanismos de entrega (reembolsos, pagos a través de la factura eléctrica, financiamiento con bajos intereses, etc.) para definir las opciones preferidas para obtener las lámparas.
- **Especificaciones técnicas** En caso de que se considere el tener financiamiento como parte del programa, es necesario asegurar la calidad de las lámparas. En este sentido son—cuando menos—dos los parámetros a evaluar: la durabilidad y la distorsión armónica.
  - *Durabilidad.* Este parámetro debe considerar no solamente la durabilidad sino también el cómo la calidad del suministro electrónico afecta a las lámparas eficientes. Por lo mismo, los parámetros de durabilidad deberán considerar las fluctuaciones de voltaje.
  - *Distorsión armónica.* Este parámetro es de importancia para el suministrador de electricidad ya que un uso amplio de las lámparas ahorradoras puede tener efectos en la red, por lo que debe ser tomado en cuenta bajo los términos definidos por los distribuidores de electricidad.
- **Certificación.** Es también de gran importancia la forma en que son evaluados los parámetros técnicos. Esto requiere el determinar las capacidades locales para pruebas y certificación bajo estándares de calidad mundial y, si la capacidad local no es adecuada, la ubicación de estas capacidades en alguna otro país de la región.
- **Diseño del proceso de entrega de las lámparas y de recuperación (en su caso) de su costo.** Las lámparas a ser promovidas y vendidas (o regaladas) a través del programa pueden ser entregadas por medio de varias entidades: empresas distribuidoras

de electricidad, empresas de venta de productos y empresas de servicios al menudeo. En su caso, los incentivos a los usuarios pueden canalizarse en forma de precios más bajos, préstamos con bajas tasas de interés o reembolsos. Finalmente, y en caso de no ser entregadas gratuitamente, establecer los mecanismos de recuperación de pagos. Todos estos aspectos deben ser establecidos basados en una evaluación de las capacidades de quienes podrían estar involucrados.

- **Análisis económico y financiero.** Una vez que se defina el tamaño del mercado potencial, se deben llevar a cabo evaluaciones económicas bajo tres perspectivas: de los usuarios, las empresas distribuidoras y el interés nacional. El análisis se debe llevar a cabo para diferentes grupos de usuarios (rural y urbano, pobres y ricos, etc.) y para cada uno de los mecanismos de entrega de lámparas. Estos análisis deben resultar en la definición final del tamaño del programa, una ponderación y diferenciación de las estrategias de entrega, la cantidad de recursos económicos necesarios para financiar el programa y los resultados esperados del mismo.
- **Financiamiento.** Si los resultados de los análisis económico y administrativo son positivos, se deben buscar recursos para financiar el programa. Para el caso de República Dominicana, el Fondo Ambiental Global (GEF por sus siglas en inglés) puede convertirse en una fuente de fondos ya que el programa de iluminación eficiente en los hogares ayudaría a reducir emisiones de gases de efecto de invernadero. También es recomendable considerar la aplicación del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).<sup>17</sup>
- **Implementación** Una vez que los recursos para el programa estén disponibles e independientemente del mecanismo de entrega de las lámparas, un cuerpo administrativo y gerencial deberá ser contratado para organizar y promover el programa.

#### **7.4. Sector hoteles, restaurantes y otros comercios, servicios y público**

El consumo de iluminación del sector hoteles, restaurantes y otros comercios, servicios y público se estima en 150 GWh.

De acuerdo a una serie de auditorías energéticas realizadas en edificios públicos de República Dominicana, la iluminación representa en promedio (para seis edificios analizados) el 14.7% del consumo y 8.6% del potencial total de ahorro de energía (Tabla 15).

---

<sup>17</sup> Las Partes incluidas en el anexo I del Protocolo de Kioto podrán utilizar las reducciones certificadas de emisiones resultantes de proyectos tipo MDL de países sin compromisos de reducción de emisiones para contribuir al cumplimiento de una parte de sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones

**Ahorro de energía en iluminación en los sectores Residencial, Comercio y Servicios Públicos**

**Tabla 15. Datos relativos a edificios gubernamentales de oficinas en República Dominicana**

No	Área (m <sup>2</sup> )	Consumo anual (MWh)	Iluminación	Potencial de ahorro (sobre consumo total) (%)	Tecnología
1	2,002	195	16.00	9.17	T-12
2	12,135	2,055	22.00	12.90	T-12
3	2,002	2,703	12.00	7.22	T-12
4	6,244	1,080	12.00	9.53	T-12
5	834	115	14.00	7.56	T-12
6	9,039	4,100	9.00	5.20	T-12
Promedio	5,376	1,708	14.17	8.60	

Fuente: Elaboración propia con valores de las auditorías de NRECA

Esto significa que existe un significativo potencial de ahorro relativo a la iluminación. Esto se debe a que, como refiere el análisis realizado por NRECA, la tecnología dominante en estos inmuebles es de tipo T12, la cual puede ser sustituida por tecnología que representa la mitad del consumo unitario (Tabla 16).

**Tabla 16. Arreglos típicos de luminarias estándar y eficientes.**

Tipo	Arreglos	Potencia por arreglo (Incluye balastos) (Watts)
Estándar	T12 4x40 W Con balastro electromagnético	192
Eficiente	T-8 3 por 32W Con balastro electrónico y pantalla reflectiva	90

Para estimar el número de luminarias que pueden ser sujetas a recambio en el sector comercial, servicios y público se consideró lo siguiente:

- Que el sector consume 150 GWh para iluminación,
- Que esto ocurre en arreglos de T12 de 4x40 Watts con balastro electromagnético (192 Watts),
- Que operan doce horas por día para todos los días del año, y
- Que cada luminaria consume 840 kWh/año.

## ***Ahorro de energía en iluminación en los sectores Residencial, Comercio y Servicios Públicos***

De lo anterior resulta la existencia de 180 mil luminarias que pueden ser sujetas a recambio.

El cambio de T12 4x40 W con balastro electromagnético a T8 3x32 W con balastro electrónico y pantalla reflectiva lleva a un ahorro de 446 kWh/año y, a 4,380 horas al año y un precio de la electricidad de 6 RD\$/kWh, un ahorro anual de más de 2,500 RD\$/año (Tabla 17).

**Tabla 17. Arreglos típicos de luminarias estándar y eficientes.**

<b>Parámetro</b>	<b>Estándar</b>	<b>Eficiente</b>	<b>Ahorro</b>
Arreglo Fluorescente	4x40W T12	3x32W T8	-
Potencia (Watts)	192	90	102
Horas anuales de operación	4,380	4,380	-
Consumo de Energía al año (kWh)	840	394	446
Costo al año (\$RD) (@6RD\$/kWh)	5,140	2,634	2,506

Considerando que el costo unitario de cambio a T8 3x32 W con balastro electrónico y pantalla reflectiva es de 1,640 \$RD<sup>18</sup>, el ahorro anual (2,506 RD\$) es mayor a esa inversión, lo que refleja su rentabilidad.

Así, el recambio completo de esta tecnología en todos los edificios en República Dominicana (180 mil luminarias) resultaría en:

- Un ahorro aproximado de 80 GWh por año,
- A un costo de 10 millones de US\$ (300 de millones de RD\$), y
- Un equivalente en ahorro económico de 480 millones de RD\$ (@6 RD\$/Kwh).

### *7.4.a Un programa orientado al recambio de luminarias en el sector comercios, servicios y público.*

Al igual que en el sector residencial, dadas las condiciones de alta rentabilidad del cambio de lámparas, es evidente que no son necesarios apoyos económicos aunque si es necesario garantizar la calidad y certificar las características de los productos en el mercado y, en su caso, promover la utilización de mecanismos de pago de proyectos por resultados (esquema ESCO).

<sup>18</sup> Dato tomado de diagnósticos energéticos de NRECA.

En general, las líneas de acción que se recomiendan para llevar al recambio de luminarias en el sector comercios, servicios y público se han planteado más arriba:

- **Obligaciones al sector público.** Obligar al sector público a establecer sistemas de gestión del consumo de energía en sus instalaciones y el aprovechamiento de todas oportunidades que demuestren rentabilidad, desde la sustitución de un equipo hasta la remodelación de instalaciones completas. Esto involucra la definición de reglas, la organización de los responsables, la capacitación y el establecimiento de reglas y mecanismos de compra de equipos con mayor eficiencia energética.
- **Compromisos voluntarios del sector privado.** Siguiendo las mejores prácticas internacionales en relación a acciones del sector privado, establecer compromisos voluntarios con la CNE para reducir su consumo de energía en una cantidad o proporción y en un tiempo dado. Esta línea de acción va apoyada por acciones de capacitación (cursos, talleres y seminarios) y de información.
- **Educación e información.** Además de las acciones de capacitación (cursos, talleres y seminarios) este programa puede y debe hacer fácilmente disponible a quienes toman las decisiones información sobre las tecnologías en el mercado y sus características técnicas pertinentes al ahorro de energía.
- **Contratos de desempeño.** Esto se refiere al esquema en la que una empresa externa apoya al usuario a identificar oportunidades de ahorro y a invertir en las más rentables, recuperándose la inversión por los ahorros, los cuales pueden ser compartidos entre el usuario y la empresa externa especializada.

#### **7.5. Conclusiones y Recomendaciones**

- La iluminación del sector residencial, comercial, servicios y público representó en 2005 un consumo aproximado de energía eléctrica de 742 GWh.
- Si se sustituyeran dos lámparas incandescentes de 60 Watts por lámparas fluorescentes compactas de 15 Watts en 1.7 millones de hogares dominicanos se tendría un ahorro anual de más de 130 GWh.
- Se estima que el cambio total de luminarias en el sector comercial, servicio y público equivale a un potencial de ahorro de 80 GWh.
- Es fundamental la promoción de tecnologías de iluminación eficientes; para ello, se debe garantizar la calidad, certificando las características de los productos en el mercado

### ***Ahorro de energía en iluminación en los sectores Residencial, Comercio y Servicios Públicos***

---

- Se recomienda llevar a cabo un programa a través de las empresas de distribución eléctrica que facilite la compra en pagos a plazos de lámparas eficientes en el sector residencial.
- Para esto, es importante contar con encuestas de equipamiento para iluminación en los hogares dominicanos.
- El establecimiento obligatorio de sistemas de gestión del consumo de energía para el sector público ofrecería ahorros energéticos importantes.

**Tabla 18 Instrumentos aplicables para el ahorro de energía en iluminación**

<b>Instrumento</b>	<b>Observaciones</b>
Prospección	Recomendado
Incentivos económicos y financiamiento	Recomendado
Regulación y certificación de productos y sistemas	Necesario
Obligaciones al sector público	Muy recomendado
Compromisos voluntarios del sector privado	Recomendado
Educación e información	Necesario
Innovación tecnológica	No necesario
Articulación de actores	Muy recomendado

---

CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS EN EL SECTOR  
RESIDENCIAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

---

## **8. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA.**

### **8.1. El consumo de energía eléctrica para conservación de alimentos en el sector residencial de la República Dominicana.**

La conservación de alimentos, es el segundo uso final de la electricidad, después de la ventilación y el acondicionamiento ambiental de los hogares en República Dominicana<sup>19</sup>.

En 2001<sup>20</sup> el 16.9% de la energía eléctrica consumida por el sector residencial era para la conservación de alimentos. En 2005 el consumo total de electricidad del sector fue de 4,217 GWh, lo que lleva a un consumo por conservación de alimentos de 713 GWh.

No hay que olvidar, sin embargo, que el año 2005 fue todavía un año con apagones continuos, lo que lleva a suponer que este consumo de energía no refleja lo que se necesita cabalmente.

### **8.2 Potencial de ahorro de energía**

El potencial de ahorro de energía para conservación de alimentos en el sector residencial de República Dominicana se estimó considerando lo siguiente:

- Que 1.7 millones de hogares están electrificados (81% de 2.14 millones de hogares),
- Que todos los hogares electrificados cuentan con refrigerador.
- Que si se cambia un refrigerador mediano (de 15 ft<sup>3</sup>) con diez años de antigüedad—que tiene un consumo estimado de 1,000 kWh/mes—por uno nuevo del mismo tamaño que tiene un consumo estimado de 400 kWh/mes, se tendría un ahorro anual de 600 kWh por hogar.<sup>21</sup>
- Que el diferencial de costo entre un refrigerador de baja eficiencia y uno de alta eficiencia de 15 ft<sup>3</sup> se estima en 120 US\$.
- Que en Febrero de 2007 los cargos por kWh oscilaban entre 3 y 9 RD\$/kWh.

---

<sup>19</sup> Fundación Bariloche, Proyecto de Prospectiva de Demanda de Energía. Informe Final, Noviembre de 2003

<sup>20</sup> Balance Nacional de Energía 2001 (Se toma el balance de 2001, porque presenta el desagregado de valores por usos finales)

<sup>21</sup> Ver sección sobre refrigeradores en ANEXO I

De lo anterior se deduce que el cambio de un refrigerador antiguo por uno nuevo eficiente significa un ahorro anual por hogar de entre 60 y 180 US\$ (1,800 a 5,400 RD\$), por lo que la inversión se recuperaría en un lapso máximo de 1.5 años.

Así, un programa de cambio de 300 mil refrigeradores en igual número de hogares en República Dominicana implicaría:

- Una inversión de de 36 millones de US\$
- Ahorros anuales de energía eléctrica de cerca de 180 GWh por año.
- Reducción de la demanda máxima del sistema (considerando un factor de coincidencia de 0.1<sup>22</sup>) en 18 MW.

### **8.3. Un programa orientado al sector residencial.**

Dadas las condiciones de alta rentabilidad del cambio de refrigeradores, es evidente que no es necesario que haya más apoyos que el de promover la tecnología y garantizar la calidad y certificar las características de los productos en el mercado y el de, en su caso, facilitar la compra de los refrigeradores al promover su pago a plazos, en particular a través de un posible programa que tenga el apoyo de las empresas de distribución eléctrica.

Sea cual fuere la estrategia a seguir, es recomendable establecer un programa específico que puede integrar pasos como los que se enumeran y describen a continuación.

- **Evaluación del mercado y la tecnología** Es necesario tener una buena evaluación de los productos considerados para el programa. Esta evaluación debe incluir un análisis de lo siguiente:
  - *Tecnología.* Esta evaluación debe examinar la tecnología disponible en el mercado local y en los mercados internacionales. Todos los parámetros deben ser certificados a partir de pruebas en laboratorios con acreditación internacional (no necesariamente en la República Dominicana).
  - *Mercado.* Para definir los mejores mecanismos de entrega para el programa es importante evaluar el mercado, no solamente en términos de las características de los productos (como se anota arriba) sino también en términos de cuánto se vende de un producto dado, a qué

---

<sup>22</sup> Factor de coincidencia se refiere al porcentaje del total de los equipos que están encendidos y operando al mismo tiempo.

precios y quién lo trae al mercado (importadores y comercializadores).

- **Encuesta en hogares** Esta tarea es necesaria para definir con la mayor precisión posible el tamaño y alcance del programa. La encuesta debe incluir la siguiente información:
  - *Número de refrigeradores reemplazables.* Una lámpara reemplazable es una lámpara convencional que puede ser sustituida por una LCF sin restricciones de espacio o estéticas.
  - *Suministro de energía.* Dado que muchos hogares en la República Dominicana generan su propia electricidad a costos mayores por kWh que la red de suministro y, por lo mismo, con mayor rentabilidad para la sustitución de los refrigeradores, es importante identificar los hogares que generan su propia electricidad.
  - *Mecanismos de entrega.* Los entrevistados deben ser preguntados sobre un conjunto de posibles elementos de mecanismos de entrega (reembolsos, pagos a través de la factura eléctrica, financiamiento con bajos intereses, etc.) para definir las opciones preferidas para obtener los refrigeradores.
- **Especificaciones técnicas** En caso de que se considere el tener financiamiento como parte del programa, es necesario asegurar la calidad de los refrigeradores.
- **Certificación.** Es también de gran importancia la forma en que son evaluados los parámetros técnicos. Esto requiere el determinar las capacidades locales para pruebas y certificación bajo estándares de calidad mundial y, si la capacidad local no es adecuada, la ubicación de estas capacidades en alguna otro país de la región.
- **Diseño del proceso de entrega de los refrigeradores y de recuperación de su costo.** Los Refrigeradores a ser promovidos y vendidos) a través del programa pueden ser entregadas por medio de varias entidades: empresas distribuidoras de electricidad, empresas de venta de productos y empresas de servicios al menudeo. En su caso, los incentivos a los usuarios pueden canalizarse en forma de precios más bajos, préstamos con bajas tasas de interés o reembolsos. Finalmente, establecer los mecanismos de recuperación de pagos. Todos estos aspectos deben ser establecidos basados en una evaluación de las capacidades de quienes podrían estar involucrados.
- **Análisis económico y financiero.** Una vez que se defina el tamaño del mercado potencial, se deben llevar a cabo evaluaciones económicas bajo tres perspectivas: de los usuarios, las empresas distribuidoras y el interés nacional. El análisis se debe llevar a cabo para diferentes grupos de usuarios (rural y urbano, pobres y ricos, etc.) y para cada uno de los mecanismos de entrega de refrigeradores.

Estos análisis deben resultar en la definición final del tamaño del programa, una ponderación y diferenciación de las estrategias de entrega, la cantidad de recursos económicos necesarios para financiar el programa y los resultados esperados del mismo.

- **Financiamiento.** Si los resultados de los análisis económico y administrativo son positivos, se deben buscar recursos para financiar el programa. Para el caso de República Dominicana, el Fondo Ambiental Global (GEF por sus siglas en inglés) puede convertirse en una fuente de fondos ya que el programa de conservación de alimentos eficiente en los hogares ayudaría a reducir emisiones de gases de efecto de invernadero. También es recomendable considerar la aplicación del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).<sup>23</sup>
- **Implementación** Una vez que los recursos para el programa estén disponibles e independientemente del mecanismo de entrega de los refrigeradores, un cuerpo administrativo y gerencial deberá ser contratado para organizar y promover el programa.

#### **8.4 Conclusiones y recomendaciones**

- Se estima que en 2005 el consumo de energía para conservación de alimentos en la República Dominicana en el sector residencial fue de 713 GWh.
- El potencial de ahorro de energía por la sustitución de 300,000 refrigeradores es de cerca de 180 GWh.
- Se recomienda analizar estrategias de comercialización que faciliten la compra en pagos a plazos de refrigeradores eficientes en el sector residencial.
- Para esto, es importante contar con encuestas de equipamiento para conservación de alimentos en los hogares dominicanos.

---

<sup>23</sup> Las Partes incluidas en el anexo I del Protocolo de Kioto podrán utilizar las reducciones certificadas de emisiones resultantes de proyectos tipo MDL de países sin compromisos de reducción de emisiones para contribuir al cumplimiento de una parte de sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones

**Tabla 19. Instrumentos aplicables para el ahorro de energía en conservación de alimentos**

<b>Instrumento</b>	<b>Observaciones</b>
Prospección	Recomendado
Incentivos económicos y financiamiento	Muy recomendado
Regulación y certificación de productos y sistemas	Necesario
Obligaciones al sector público	Recomendado
Compromisos voluntarios del sector privado	Recomendado
Educación e información	Necesario
Innovación tecnológica	No necesario
Articulación de actores	Muy recomendable



AIRE ACONDICIONADO EN LA REPÚBLICA  
DOMINICANA



## **9. AIRE ACONDICIONADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA**

### **9.1. El consumo de energía eléctrica para aire acondicionado en la República Dominicana**

Se estima que en 2005 el consumo de energía para aire acondicionado en la República Dominicana fue de 3,799 GWh, de los cuales dos terceras partes son consumidos en los hogares mientras que el resto por el sector comercial, servicios y público (Tabla 20).

**Tabla 20. Consumo de energía para aire acondicionado y ventilación en la República Dominicana (2005)**

<b>Sector</b>	<b>GWh</b>	<b>%</b>
Residencial	2,517	66.26
Comercial, servicios y público	1,282	33.74
<b>Total</b>	<b>3,799</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de Balances Nacionales de Energía 2001 y 2005.

No hay que olvidar, sin embargo, que el año 2005 fue todavía un año con apagones continuos, lo que lleva a suponer que este consumo de energía no refleja lo que se necesita cabalmente para mantener el confort en los hogares y edificios.

#### *9.1.a Sector residencial*

En el sector residencial el sector urbano consume cerca del 85% de la electricidad que el total de los hogares dominicanos utiliza para aire acondicionado mientras que el resto es consumido en el sector rural (Tabla 21).

**Tabla 21. Consumo de energía para aire acondicionado y ventilación en el sector residencial de la República Dominicana (2005)**

<b>Sector</b>	<b>Nivel de ingresos</b>	<b>Hogares</b>	<b>kWh/casa</b>	<b>GWh</b>	<b>% sobre Total</b>
<b>Urbano</b>	Altos	188,223	5,075	955	37.95
	Medios	622,582	1,529	952	37.81
	Bajos	637,061	364	232	9.22
	<i>Subtotal</i>	<i>1,447,866</i>	<i>-</i>	<i>2,139</i>	<i>84.98</i>
<b>Rural</b>	Altos con EE	171,029	1,642	281	11.16
	Md y Bj C/EE	496,799	196	97	3.86
	<i>Subtotal</i>	<i>667,828</i>	<i>-</i>	<i>378</i>	<i>15.02</i>
<b>Total</b>		<b>2,115,694</b>	<b>-</b>	<b>2,517</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de Balances Nacionales de Energía 2001 y 2005.

Asimismo, de ese total más del 85% es consumido por cerca de un millón de los hogares que representan los sectores urbanos y rurales con ingresos altos y los urbanos con ingresos medios.

9.1.b *Sector comercial, servicios y público*

A su vez, el consumo de aire acondicionado, refrigeración y ventilación en el sector comercial, servicios y público se divide entre ventilación y refrigeración, representando el segundo alrededor del 60% del total de estos dos conceptos (Tabla 22).

**Tabla 22. Consumo de energía para aire acondicionado y ventilación en para el sector comercial, servicios y público en la República Dominicana (2005).**

<b>Concepto</b>	<b>KTep</b>	<b>GWh</b>	<b>%</b>
Ventilación y acondicionamiento ambiental	44.23	514.38	40.12
Refrigeración y acondicionamiento ambiental	66.01	767.70	59.88
<b>Subtotal</b>	<b>110.24</b>	<b>1282.07</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de Balances Nacionales de Energía 2001 y 2005.

**9.2 Los factores determinantes de la necesidad de aire acondicionado**

La urbanización ha transformado los espacios donde se realizan las actividades humanas y económicas. Como resultado, y a medida que los países se urbanizan, la energía que se utiliza en los edificios tiende a crecer cada vez más, particularmente en función de la evolución del sector comercial (también conocido como de servicios).

En particular, para un país como la República Dominicana, esta transformación ha ampliado el uso del aire acondicionado y su uso se ha convertido en uno de los principales destinos de la energía eléctrica que consume.

El acondicionamiento de aire consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura (calefacción o refrigeración), humedad y limpieza (renovación, filtrado).

Los sectores donde tiene mayor importancia el aire acondicionado son el residencial y el de comercios y servicios y su uso depende de una serie de factores.

9.2.a *Sector residencial*

El sector residencial es particularmente importante no solo por razones sociales sino también porque representa un alto porcentaje del consumo total de electricidad y porque parte importante de la demanda eléctrica residencial coincide con los picos de demanda del sector eléctrico.

De los factores que determinan la necesidad del aire acondicionado en el sector residencial se han identificado como importantes los siguientes:

- La temperatura efectiva, en el sentido de que diferentes personas reaccionan de distintas maneras a las condiciones atmosféricas que las rodean
- Clima, en cuanto a que da lugar a la necesidad de acondicionamiento de aire.
- Tamaño de la vivienda, en cuanto a que mayores espacios requieren de mayores cantidades de energía para su enfriamiento.
- Tecnología, en cuanto a que es un determinante importante de la intensidad de uso de la energía.
- Precio de los energéticos, en cuanto a que es un regulador de la demanda de los mismos.
- Materiales y diseños constructivos de las viviendas, en cuanto a que estos determinan una parte importante de las ganancias térmicas de las casas y por lo tanto de la intensidad del uso de energía para acondicionamiento de los espacios.
- Normatividad, en cuanto a que las normas de eficiencia energética a los que pueden estar sujetos los equipos consumidores de energía y el diseño y construcción de las viviendas y que limitan su consumo.

9.2.b *En el sector comercial y de servicios*

La importancia del sector comercial y de servicios como consumidor de energía radica, si nos atenemos a las tendencias que se presentan en el mundo desarrollado, en su alto potencial de crecimiento. Desafortunadamente, éste es uno de los sectores más desatendidos en cuanto a investigación sobre su estado actual y tendencias y es difícil definir un panorama claro sobre sus aspectos energéticos.

Además del clima y el concepto de temperatura efectiva, se identifican otros factores particulares (y de validez particular) al

sector comercial que determinan sus niveles de consumo e intensidad en el uso del aire acondicionado:

- Prácticas de diseño, en cuanto a que determinan los flujos de energía entre el espacio interior y el exterior y, por lo tanto, de la intensidad energética de las instalaciones.
- Materiales y diseños constructivos, en cuanto a que estos determinan una parte importante de las ganancias térmicas de los edificios.
- Tecnología, en cuanto a que es un determinante importante de la intensidad de uso de la energía.
- Prácticas de operación y mantenimiento, en cuanto a que permiten reducir desperdicios de energía y mantener ciertos niveles de intensidad energética.
- Normatividad, en cuanto a la definición de restricciones a la intensidad energética de los inmuebles en lo general y de mínimos de eficiencia energética en equipos que consumen energía.

### 9.3 El clima en República Dominicana

El tipo de clima predominante en República Dominicana es el tropical húmedo de sabana, con temporada doble de lluvias. Sin embargo, debido al régimen de los vientos alisios y a lo complejo del relieve, existen variedades que van desde el clima seco estepario al templado húmedo, siendo los más comunes los de sabana y el húmedo de bosque.<sup>24</sup>

En consecuencia, por orden de importancia, en la República Dominicana existen las siguientes variedades o microclimas:

- **Tropical húmedo de Sabana.** En este clima la temperatura se ubica en todos los meses del año por encima de 18 °C, y entre el mes más frío y el más caliente la diferencia se encuentra por encima de 5 °C. Las regiones donde predomina este clima son: Santo Domingo y sus inmediaciones; el llano costero oriental; y la parte oriental del Valle de San Juan.
- **Tropical húmedo de bosque.** En este clima en todos los meses del año se tienen temperaturas por encima de 18 °C, con diferencias insignificantes entre el mes más frío y el más caliente. La distribución geográfica aproximada de este microclima podría ser: I Península de Samana; la Cordillera Oriental y la zona Cársica de los Haitises; y las cordilleras Septentrional, Central y Baoruco.

---

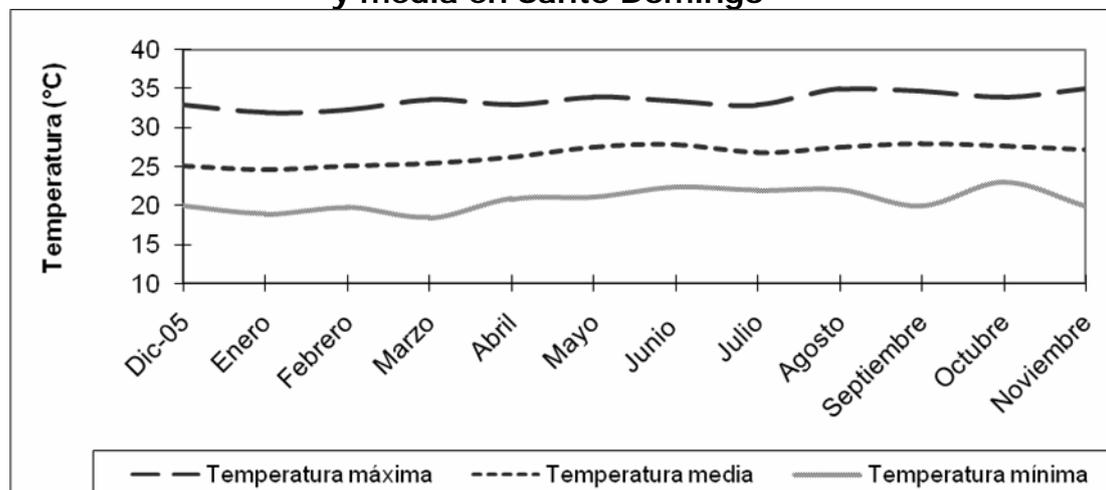
<sup>24</sup> <http://www.bibliotecavirtual.com.do/Geografia/Climadominicano.htm>

- **Tropical húmedo de selva.** En este clima en todos los meses del año se tienen temperaturas por encima 18 °C con diferencias insignificantes entre el mes más frío y el más caliente. Este microclima se localiza en: los pantanos del Gran Estero; e extremo oriental de la Cordillera Septentrional; el Valle del Río Nagua;
- **Seco estepario.** En este clima se presenta descenso de la temperatura por la noche. Para este microclima se puede ubicar a: el Valle Inferior del Yaque del Norte; el Llano de Azua y la Sierra Martin García; la Hoya de Enriquillo; y Pedernales y Cabo Rojo.
- **Templado Húmedo.** En este clima se presenta temperatura por debajo de 18 °C todo el año excepto en verano, cuando la media mensual llega a 19 y 20 °C. Aquí se ubican: Municipio de Constanza y Los Arroyos (Pedernales).

9.3.a *Temperatura*

El perfil anual de temperaturas para Santo Domingo (de Diciembre de 2005 a Noviembre de 2006) muestra una relativa estabilidad de las temperaturas a lo largo del año con un rango de cerca de 13 grados con una mínima que ronda en los 20 grados centígrados (Fig. 31).

**Figura 31. Perfil anual de temperaturas promedio máxima, mínima y media en Santo Domingo**



Fuente: [www.clima.meteored.com](http://www.clima.meteored.com)

9.3.b *Humedad relativa y evaporación en República Dominicana.*<sup>25</sup>

<sup>25</sup> <http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/clima/clima3.html>

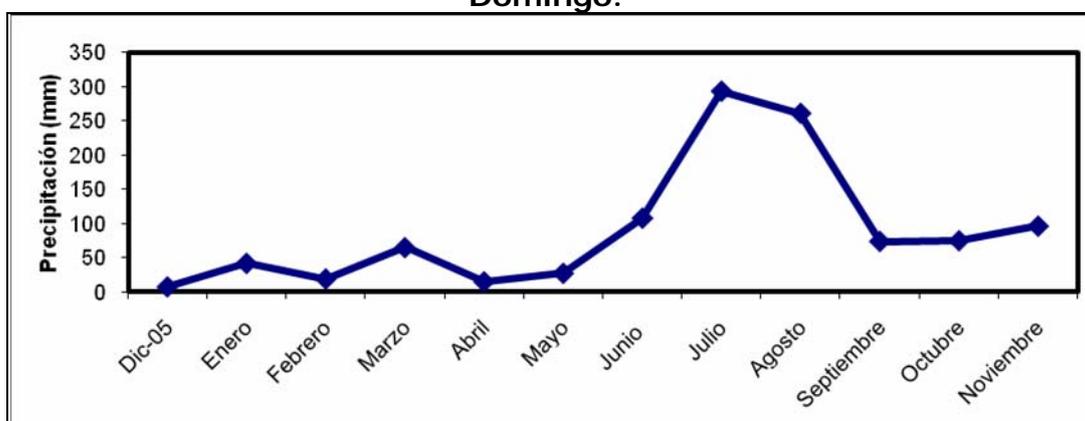
La humedad relativa media anual registrada oscila entre 72% para Santiago y 84.3% para Sabana de la Mar.

En Santo Domingo, con una media anual de 83.7, la variación diaria oscila, entre el amanecer y el mediodía, de 92.6% (en enero) y de 89.2% a 71.1% (en julio). En San Juan de la Maguana se han reportado variaciones diarias hasta de 90%, al amanecer, a 30% en el mediodía.

Hay pocos datos registrados para la evaporación. En todo caso es intensa dado el carácter tropical de la isla, especialmente en los valles. Según cálculos del Servicio Meteorológico Nacional, la evapotranspiración potencial (suma de la evaporación directa desde el suelo y de la transpiración de las plantas), oscila entre 1,043 y 1,616 mm anuales.

A su vez, el perfil anual de precipitación pluvial en Santo Domingo muestra una concentración de las lluvias en los meses de junio a septiembre (Fig. 32).

**Figura 32. Perfil anual de precipitación media mensual en Santo Domingo.**

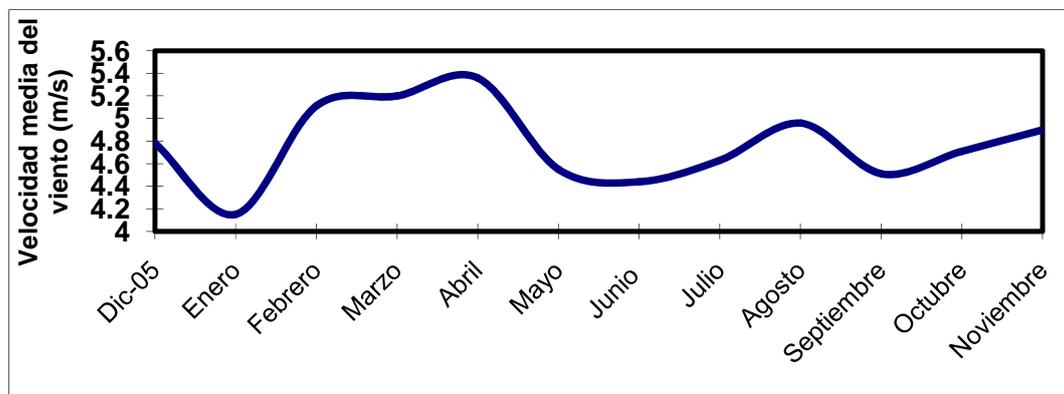


Fuente: [www.clima.meteored.com](http://www.clima.meteored.com)

### 9.3.c Viento

Finalmente, los vientos más fuertes para Santo Domingo se presentan en los meses de febrero, marzo y abril, que coincide con la temporada de menores lluvias (Fig. 33).

**Figura 33. Perfil anual de media del viento en Santo Domingo.**



Fuente: [www.clima.meteored.com](http://www.clima.meteored.com)

Estos valores de los parámetros del clima en la República Dominicana (temperaturas promedio de 25 °C y cerca de 8 °C por encima en los promedios de temperatura máxima, y humedad relativa por encima de 70%) hacen evidente que, para tener condiciones de confort térmico, es necesario hacer uso de equipos de enfriamiento y de tecnología que permite reducir ganancias térmicas y así reducir la intensidad de uso de energía para ese propósito de confort.

#### 9.3.d Radiación solar

Se conoce por radiación solar al conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiancia, que mide la energía que, por unidad de tiempo y área, alcanza a la Tierra. Su unidad es el Watts/m<sup>2</sup> (Watts por metro cuadrado).

Estudios realizados dentro del programa SWERA (Solar and Wind Energy Resource Assessment)<sup>26</sup> indican que la energía solar promedio disponible en la República Dominicana se ubica entre 5 y 6 kWh/m<sup>2</sup>, con un gradiente que va desde la zona oriental hasta la zona occidental del país.

---

<sup>26</sup> <http://swera.unep.net/>

#### 9.4 Reglamento General de Edificaciones<sup>27</sup>

En la República Dominicana se está trabajando en un Reglamento General de Edificaciones. Este proyecto es ejecutado por el Consorcio CEP-International/Ge2-INTEC financiado por el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, constará de ocho unidades, desglosadas de la manera siguiente:

<b>UNIDAD 1.</b>	REQUERIMIENTOS ADMINISTRATIVOS
<b>UNIDAD 2.</b>	DISPOSICIONES ARQUITECTONICAS
<b>UNIDAD 3.</b>	SISTEMAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS
<b>UNIDAD 4.</b>	ESTUDIOS GEOTECNICOS
<b>UNIDAD 5.</b>	ESTRUCTURAS
	<b>TÍTULO 1:</b> CARGAS MINIMAS <b>TÍTULO 2:</b> HORMIGÓN ARMADO <b>TÍTULO 3:</b> MAMPOSTERÍA <b>TÍTULO 4:</b> MADERA <b>TÍTULO 5:</b> ACERO <b>TÍTULO 6:</b> ANÁLISIS Y DISEÑO BÁSICO DE ESTRUCTURAS ESPECIALES. <b>TÍTULO 7:</b> METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y DISEÑO DE REFUERZO EN EDIFICACIONES.
<b>UNIDAD 6.</b>	SISTEMAS ELECTRICOS EN EDIFICACIONES
<b>UNIDAD 7.</b>	SISTEMAS SANITARIOS
	<b>TÍTULO 1:</b> AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
<b>UNIDAD 8.</b>	SISTEMAS MECANICOS
	<b>TÍTULO 1:</b> VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO <b>TÍTULO 2:</b> SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN <b>TÍTULO 3:</b> SISTEMAS DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS.
<b>UNIDAD 9.</b>	ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION

Como se puede observar, en su UNIDAD 8 se consideran aspectos relacionados al aire acondicionado y a la ventilación.

---

<sup>27</sup> <http://www.seopc.gov.do/dgrs/boletinDGRS.pdf>

## **9.5. Potenciales de ahorro de energía**

En el ANEXO I se describen las tecnologías consideradas para el ahorro de energía incluyendo las que se aplican al aire acondicionado y la ventilación.

### *9.5.a. Sector residencial*

Para la presente estimación se considera solamente la energía consumida por cerca de un millón de los hogares que representan los sectores urbanos y rurales con ingresos altos y los urbanos con ingresos medios.

#### *9.5.a.1 Energía que se puede ahorrar*

Como se anotó más arriba, los equipos para uso residencial vienen en tamaños que van, fundamentalmente, de media a dos y media toneladas y con valores de eficiencia energética (EER) con valores que van de 8.5 hasta 12.0.

Dado que no existen estadísticas ni estudios que refieran a las características de los equipos instalados en los hogares dominicanos, podemos suponer, de una manera conservadora, que estos equipos en operación tienen rendimientos por debajo de los valores de los equipos nuevos. En ese sentido y siendo medidos, consideramos un EER con valor de 6.0 para hacer las estimaciones de potenciales de ahorro.

Haciendo un ejercicio simple de cálculo de consumo de energía por tres tamaños de sistemas (3/4, 1 y 1.5 Toneladas de Refrigeración), por cuatro valores de EER (de 6 a 12) y para 4,000 horas por año podemos ver una variación significativa de consumo entre los equipos de baja eficiencia y los de mayor eficiencia. Igualmente, a mayor tamaño, mayor la cantidad de energía que se puede ahorrar (Tabla 23).

Así, para un equipo de una Tonelada de Refrigeración puede llegarse a ahorrar hasta 4,000 kWh/año.

**Tabla 23. Consumos estimados por equipos operando 4,000 horas al año.**

<b>Toneladas de Refrigeración</b>	<b>EER</b>	<b>Demanda (kW)</b>	<b>Consumo (kWh)</b>
<b>¾</b>	6	1.50	6,000
	8	1.13	4,500
	10	0.90	3,600
	12	0.75	3,000
<b>1</b>	6	2.00	8,000
	8	1.50	6,000
	10	1.20	4,800
	12	1.00	4,000
<b>1 ½</b>	6	3.00	12,000
	8	2.25	9,000
	10	1.80	7,200
	12	1.50	6,000

Fuente: Estimaciones del autor.

*9.5.a.2. Precio de la energía*

En lo que se refiere a precios de la energía eléctrica, en Febrero de 2007 los cargos por kWh oscilaban entre 3 y 9 \$RD/kWh.<sup>28</sup>

Esto significa que el ahorro anual del cambio de un equipo de aire acondicionado de baja eficiencia puede fácilmente superar los mil pesos dominicanos por año y puede llegar, para equipos de una y media toneladas, a 18,000 \$RD por año.

*9.5.a.3. Costo de la modificación*

En visitas a tres tiendas en Santo Domingo se obtuvieron datos de características técnicas y precios de equipos en el mercado (Tabla 24).

---

<sup>28</sup> Resolución CIE-16-2007

**Tabla 24. Datos de equipos en el mercado en la República Dominicana**

Nº	Potencia (Watts)	Capacidad (Ton)	EER	Precio \$RD	MARCA
1	-	3/4	-	21,500	LG Split
2	-	1	-	24,200	LG Split
3	1,220	1	9.8	16,595	LG W 121 CA
4	2,820	2	8.5	23,295	LG W24 CM
5	2,350	2	10.2	34,295	LG 242 C
6	3,350	2.5	9.0	50,995	LG 5302 CP

Tomando los datos arriba anotados y el caso de un equipo de 2 Toneladas, donde se presentan dos equipos con diferencias de eficiencias y de precio de venta (el costo diferencia entre el de baja eficiencia y el de alta es 11,000 RD\$) y suponiendo 4,000 horas de operación al año y un costo de 6 RD\$/kWh, se tiene un ahorro anual de 1,255 kWh que representa 7,530 RD\$/año, lo que resulta en un período simple de recuperación de menos de dos años, lo cual es claramente atractivo.

Así, para la estimación del potencial de ahorro de energía por equipo de aire acondicionado se consideraron los siguientes puntos:

- De manera conservadora, que los equipos en operación tienen un EER = 6.0
- Que un equipo de alta eficiencia tiene un EER = 12.
- Que los equipos operan 4,000 horas al año.
- Por lo que esto significaría un ahorro anual de 4,000 kWh

En cuanto a rentabilidad de la medida para los hogares, se consideró lo siguiente:

- Que el costo diferencial entre equipos de 1 Ton de baja y alta eficiencia es de 270 US\$ (8,000 RD\$).
- Que el costo del kWh es de 6 RD\$

De esta manera, la medida representaría ahorro económico de 24,000 RD\$/año por hogar, con un período simple de recuperación de cuatro meses, lo cual es claramente atractivo.

Ahora bien, para dimensionar el tamaño de un posible programa orientado al cambio de equipos de aire acondicionado en el sector residencial, se consideró que este cambio solo se llevaría a cabo en 125,000 hogares (los de mayor consumo),

Así este programa puede representar:

- Un potencial de ahorro de energía eléctrica de 500 GWh y

- Una inversión cercana a 33 millones de US\$.

9.5.b. *Sector comercial, servicios y público*

De acuerdo a una serie de auditorías energéticas realizadas en edificios públicos de República Dominicana, el consumo de electricidad para aire acondicionado en edificios tiene un peso significativo ya que representa, en promedio y para seis edificios analizados, el 45% del consumo (Tabla 25). Igualmente importante es el hecho de que los edificios no tienen sistemas centralizados sino más bien una combinación de equipos unitarios de hasta poco más de 7 Toneladas en promedio.

**Tabla 25. Datos relativos a edificios gubernamentales de oficinas en República Dominicana**

No	Área (m <sup>2</sup> )	Consumo anual (MWh)	% AC	Potencial de ahorro (sobre consumo total) (%)	Unidades	Tons	Ton por unidad	Ton por cada 100m <sup>2</sup>
1	2,002	195	59	8.94	31	138	4.45	6.89
2	12,135	2,055	53	8.00	29	212	7.31	1.75
3	2,002	2,703	19	2.84	76	178	2.34	8.89
4	6,244	1,080	28	4.20	-	198	-	3.17
5	834	115	64	9.60	-	-	-	-
6	9,039	4,100	47	7.14	98	682	6.96	7.55
<b>Prom.</b>	<b>5,376</b>	<b>1,708</b>	<b>45</b>	<b>6.79</b>	<b>58.5</b>	<b>282</b>	<b>4.81</b>	<b>5.24</b>

Fuente: Elaboración propia con valores de las auditorías de NRECA

El potencial de ahorro de energía para aire acondicionado en edificios se estimó con las siguientes consideraciones:

- Que el consumo de electricidad para aire acondicionado en edificios representa, en promedio, el 45%.
- Que los edificios no tienen sistemas centralizados sino más bien una combinación de equipos unitarios de hasta poco más de 7 Toneladas en promedio.
- Que, de acuerdo al estudio de NRECA, se tiene un potencial de ahorro de energía de 6.8%.

Al extrapolar lo anterior, al consumo total de este sector (que se estima que es de 1,282 GWh/año) se puede afirmar que el potencial de ahorro de energía para aire acondicionado es de cerca de 90 GWh al año.

Ahora bien, para estimar el potencial de ahorro de energía por instalación, suponemos que:

- Los edificios en República Dominicana tienen una relación promedio de 1.7 Kw/Ton
- Un equipo centrífugo nuevo y enfriado por agua demanda alrededor de 0.9 Kw/Ton<sup>29</sup>,
- El tamaño promedio de un sistema es de 5 Ton,
- Los equipos operan 4,000 horas al año

Esto nos arroja un diferencial de 4 kW [(1.7-0.9)kW/Ton\*5Ton] por unidad y un potencial de ahorro de energía anual de 16,000 kWh.

Para establecer el ahorro monetario y el tiempo de recuperación de inversión de un cambio como el propuesto se considera que:

- El precio de un equipo nuevo de 5 Ton (incluyendo 15% para instalación) es de cerca de 70,000 RD\$ (2,280 \$US), y
- El precio de la electricidad es de 6 RD\$/kWh,

Esto puede llevar a un ahorro anual de 96,000 RD\$, que hace que la inversión se recupere en menos de un año.

Con el potencial estimado para aire acondicionado del sector y por instalación, es decir, dividiendo el estimado de 90 GWh al año entre 16,000 kWh por instalación, podemos establecer lo siguiente:

- Que el cambio se puede realizar en más de 5,600 instalaciones y
- Que esto implicaría una inversión estimada en 17 millones de US\$.

## **9.6 Acciones para el ahorro y uso eficiente de energía en aire acondicionado**

### *9.6.a. Un programa orientado al sector residencial.*

Dadas las condiciones de buena rentabilidad del cambio de equipos de aire acondicionado pero con la necesidad de altas inversiones iniciales, es evidente que los apoyos para promover la tecnología deben ubicarse en facilidades de crédito y de bajas tasas de interés, además de garantizar la calidad y certificar las características de los productos en el mercado. Este programa puede llevarse a cabo con el apoyo de las empresas de distribución eléctrica o a través de cadenas de distribución de los equipos.

---

<sup>29</sup> <http://www.ase.org/content/article/detail/1363>

Sea cual fuere la estrategia a seguir, es recomendable establecer un programa específico que puede integrar pasos como los que se enumeran y describen a continuación.

- **Evaluación del mercado y la tecnología** Es necesario tener una buena evaluación de los productos considerados para el programa. Esta evaluación debe incluir un análisis del mercado, no solamente en términos de las características de los productos sino también en términos de cuánto se vende de un producto dado, a qué precios y quién lo trae al mercado (importadores y comercializadores).
- **Encuesta en hogares** Esta tarea es necesaria para definir con la mayor precisión posible el tamaño y alcance del programa. La encuesta debe incluir la siguiente información:
  - Capacidad instalada de refrigeración. El dato más importante es la capacidad instalada de refrigeración.
  - Tamaño de la casa. Es importante conocer los metros cuadrados que se están enfriando.
  - Características de la envolvente. Es importante saber si la casa tiene integrado algún tipo de aislamiento térmico o vidrios especiales.
  - Patrones de uso. Establecer, mínimamente, las horas de uso diario de los equipos. En su caso, integrar perfiles horarios por días de la semana.
  - Suministro de energía. Dado que muchos hogares en la República Dominicana generan su propia electricidad—a costos mayores por kWh que la red de suministro y, por lo mismo, con mayor rentabilidad para la sustitución de las lámparas—es importante identificar los hogares que generan su propia electricidad.
  - Mecanismos de entrega. Los entrevistados deben ser preguntados sobre un conjunto de posibles elementos de mecanismos de entrega (reembolsos, pagos a través de la factura eléctrica, financiamiento con bajos intereses, etc.) para definir las opciones preferidas para acceder a la tecnología.
- **Especificaciones técnicas.** Es necesario definir los alcances del posible programa en términos de las eficiencias (EER) de los equipos a ser promovidos.
- **Normalización y/o certificación.** Es importante la forma en que son evaluados los parámetros técnicos. Esto requiere el determinar las capacidades locales para pruebas y certificación bajo estándares de calidad mundial y, si la capacidad local no es adecuada, la ubicación de estas capacidades en alguna otro país de la región.

- **Diseño del proceso de entrega de los equipos y de recuperación (en su caso) de su costo.** Los equipos a ser promovidos a través del programa pueden ser entregados por medio de varias entidades: empresas distribuidoras de electricidad, empresas de venta de productos y empresas de servicios al menudeo. En su caso, los incentivos a los usuarios pueden canalizarse en forma de precios más bajos, préstamos con bajas tasas de interés o reembolsos. Finalmente, y en caso de no ser entregados gratuitamente, establecer los mecanismos de recuperación de pagos. Todos estos aspectos deben ser establecidos basados en una evaluación de las capacidades de quienes podrían estar involucrados.
- **Análisis económico y financiero.** Una vez que se defina el tamaño del mercado potencial, se deben llevar a cabo evaluaciones económicas bajo tres perspectivas: de los usuarios, las empresas distribuidoras y el interés nacional. El análisis se debe llevar a cabo para diferentes grupos de usuarios por niveles de consumo de energía y por nivel de ingresos y para cada uno de los mecanismos de entrega de los equipos. Estos análisis deben resultar en la definición final del tamaño del programa, una ponderación y diferenciación de las estrategias de entrega, la cantidad de recursos económicos necesarios para financiar el programa y los resultados esperados del mismo.
- **Financiamiento.** Si los resultados de los análisis económico y administrativo son positivos, se deben buscar recursos para financiar el programa. Para el caso de República Dominicana, el Fondo Ambiental Global (GEF por sus siglas en inglés) puede convertirse en una fuente de fondos ya que el programa de ahorro de energía del aire acondicionado en los hogares ayudaría a reducir emisiones de gases de efecto de invernadero. También es recomendable considerar la aplicación del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).<sup>30</sup>

9.6.b *Un programa orientado al sector comercios, servicios y público.*

Al igual que en el sector residencial, se tienen condiciones de buena rentabilidad de cambio de equipos de aire acondicionado, es evidente que no son necesarios apoyos económicos aunque si es necesario garantizar la calidad y certificar las características de los productos en el mercado y, en su caso, promover la utilización de mecanismos de pago de proyectos por resultados (esquema ESCO).

---

<sup>30</sup> Las Partes incluidas en el anexo I del Protocolo de Kioto podrán utilizar las reducciones certificadas de emisiones resultantes de proyectos tipo MDL de países sin compromisos de reducción de emisiones para contribuir al cumplimiento de una parte de sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones

En general, las líneas de acción que se recomiendan para llevar al recambio de equipos de aire acondicionado en el sector comercios, servicios y público son las siguientes:

- **Obligaciones al sector público.** Obligar al sector público a establecer sistemas de gestión del consumo de energía en sus instalaciones y el aprovechamiento de todas oportunidades que demuestren rentabilidad, desde la sustitución de un equipo hasta la remodelación de instalaciones completas. Esto involucra la definición de reglas, la organización de los responsables, la capacitación y el establecimiento de reglas y mecanismos de compra de equipos con mayor eficiencia energética.
- **Compromisos voluntarios del sector privado.** Siguiendo las mejores prácticas internacionales en relación a acciones del sector privado, establecer compromisos voluntarios con la CNE para reducir su consumo de energía en una cantidad o proporción y en un tiempo dado. Esta línea de acción va apoyada por acciones de capacitación (cursos, talleres y seminarios) y de información.
- **Educación e información.** Además de las acciones de capacitación (cursos, talleres y seminarios) este programa puede y debe hacer fácilmente disponible a quienes toman las decisiones información sobre las tecnologías en el mercado y sus características técnicas pertinentes al ahorro de energía.
- **Contratos de desempeño.** Esto se refiere al esquema en la que una empresa externa apoya al usuario a identificar oportunidades de ahorro y a invertir en las más rentables, recuperándose la inversión por los ahorros, los cuales pueden ser compartidos entre el usuario y la empresa externa especializada.

## 9.7 Normas/Códigos para la Construcción

Siguiendo las mejores prácticas internacionales, el desarrollo y refinamiento de normas y códigos orientados a la eficiencia energética al diseño y construcción de las viviendas particulares, edificios gubernamentales, hoteles, edificios de oficina e, inclusive, instalaciones industriales se ubica como una clara necesidad en un contexto como el de la República Dominicana.

En esta dirección se propone el tener un código/norma integral o un conjunto de los mismos que comprendan los siguientes aspectos.

- **Características de los materiales de construcción.** Esto se refiere a normas que aseguren las características térmicas y ópticas que son publicitadas por los fabricantes y/o distribuidores de materiales utilizados en las envolventes de casas y edificios.

- **Características de la envolvente.** Esto incluye los aspectos relacionados a la resistencia térmica recomendada para, entre otros, los elementos opacos en techo y paredes, el tamaño relativo de elementos traslúcidos y las características ópticas de los materiales de las ventanas.
- **Características de los equipos.** Esto se refiera a los equipos unitarios, a los chillers, a las bombas de agua, a los ventiladores y a los motores que los mueven.
- **Características de los sistemas de distribución de frío.** En particular son importantes las características de los aislamientos térmicos utilizados para los ductos de aire y/o las tuberías de agua.

Una posibilidad es que los edificios de la República Dominicana cumplan con normas internacionales para eficiencia en climas comparables, esto apoyado por una entidad de ejecución que se asegure los códigos/normas se cumplan.

Hay que recordar, sin embargo, que en la República Dominicana se está trabajando en un Reglamento General de Edificaciones.

En este sentido, la CNE debería explorar los costos para desarrollar y administrar dichos códigos y ponderarlos contra su potencial de ahorro esperado y otros beneficios. Dicho análisis debería considerar la disponibilidad de mejores materiales de construcción, equipamiento y capacidad local en el diseño y construcción de edificios.

Igualmente, la CNE debe establecer vínculos formales con la Dirección General de Reglamentos y Sistemas de la Secretaría de Estado de Obras Públicas la cual es el organismo del Estado responsable de la investigación, análisis y elaboración de los reglamentos técnicos que sirven de base para la preparación y ejecución de proyectos y obras de ingeniería y arquitectura. Es, además, el organismo ejecutivo de la Comisión Nacional de Reglamentos Técnicos de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines (CONARTIA), la cual define la política de reglamentación acorde a los avances tecnológicos que rigen estas disciplinas.

En particular, la Dirección General de Reglamentos y Sistemas de la Secretaría de Estado de Obras Públicas tiene entre sus funciones principales:

- Elaborar un sistema de reglamentos técnicos que sirva de base para la preparación y ejecución de proyectos y obras relativas a la ingeniería, arquitectura y ramas afines.

- Elaborar o coordinar la preparación y modificación de reglamentos técnicos.
- Integrar para cada reglamento en proceso de elaboración, un comité técnico que tendrá la función de estudiar y discutir el proyecto.
- Coordinar, dirigir y controlar la aplicación de medidas destinadas a asegurar el cumplimiento de los reglamentos técnicos de ingeniería, arquitectura y ramas afines a través de los diferentes organismos del Estado.
- Elaborar, reunir, coordinar y conservar informaciones, datos estadísticos, publicaciones y, en general, cuantos elementos de información sean necesarios o útiles para el conocimiento de los métodos de reglamentación técnica en las áreas de ingeniería, arquitectura y ramas afines.
- Solicitar a los departamentos oficiales, así como a las instituciones privadas, todos aquellos datos de la competencia de los mismos que se refieran a los reglamentos técnicos de la ingeniería, arquitectura y ramas afines.
- Organizar concursos, conferencias, cursos, seminarios y exposiciones encaminados a elevar el nivel técnico del ejercicio profesional de la ingeniería, arquitectura y ramas afines.

#### **9.8 Conclusiones y recomendaciones**

- Se estima que en 2005 el consumo de energía para aire acondicionado en la República Dominicana fue de 3,799 GWh, de los cuales dos terceras partes son consumidos en los hogares mientras que el resto por el sector comercial, servicios y público.
- Análisis hechos para los sectores residencial y comercial, servicios y público muestran que el cambio de equipos es claramente atractivo, con períodos simples de recuperación de menos de dos años.
- Una estimación conservadora y realista ubica el potencial de ahorro de energía en el 20% del consumo por aire acondicionado, es decir, en cerca de 500 GWh al año.
- El potencial de ahorro de energía en el uso de aire acondicionado en el sector comercial, servicios y público es de cerca de 90 GWh al año.
- Dadas las condiciones de buena rentabilidad del cambio de equipos de aire acondicionado pero con la necesidad de altas inversiones iniciales, es evidente que los apoyos para promover la tecnología deben ubicarse en facilidades de crédito y de bajas tasas de interés, además de garantizar la calidad y certificar las características de los productos en el mercado. Este programa

puede llevarse a cabo con el apoyo de las empresas de distribución eléctrica o a través de cadenas de distribución de los equipos.

- Para el sector comercial, servicios y público se tienen condiciones de buena rentabilidad de cambio de equipos de aire acondicionado y es necesario garantizar la calidad y certificar las características de los productos en el mercado y, en su caso, promover la utilización de mecanismos de pago de proyectos por resultados (esquema ESCO).
- Se ubica como una clara necesidad en el contexto de la República Dominicana el desarrollo y refinamiento de normas y códigos orientados a la eficiencia energética al diseño y construcción de edificios.

**Tabla 26. Instrumentos aplicables para el ahorro de energía en aire acondicionado**

<b>Instrumento</b>	<b>Observaciones</b>
Prospección	Recomendado
Incentivos económicos y financiamiento	Muy recomendado
Regulación y certificación de productos y sistemas	Necesario
Obligaciones al sector público	Recomendado
Compromisos voluntarios del sector privado	Recomendado
Educación e información	Necesario
Innovación tecnológica	No necesario
Articulación de actores	Muy recomendable

---

CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA  
SOLAR EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

---

## **10. CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR EN LA REPÚBLICA DOMINICANA**

### **10.1. Calentamiento de agua en la República Dominicana**

El calentamiento de agua a bajas temperaturas es un proceso relativamente simple que en República Dominicana se realiza con una variedad de energéticos que varían según sectores.

Se estima que en total se consume 72.24 KTep para calentar agua en República Dominicana, con el sector residencial consumiendo el 60% del total (43.65 KTep) mientras que el de Comercios, Servicios y Público el 40% (28.58 KTep) (Tabla 27).

**Tabla 27. Consumo de energía estimado para calentamiento de agua para sectores Residencial y Comercios, Servicios y Público (2005) (KTeps)**

Concepto	GLP	Leña	Carbón	Solar	Electricidad	Gasoil	Total
Residencial	13.74	18.42	0.66	4.28	6.55	0.00	43.65
Comercial Servicios y Público	7.03	0.00	0.00	0.24	1.50	19.81	28.58
<b>Subtotal</b>	<b>20.77</b>	<b>18.42</b>	<b>0.66</b>	<b>4.52</b>	<b>8.06</b>	<b>19.81</b>	<b>72.24</b>

Fuente: Cálculos propios con datos de Balances de Energía 2001 y 2005.

### **10.2 Disponibilidad de energía solar en la República Dominicana**

Estudios realizados dentro del programa SWERA (Solar and Wind Energy Resource Assessment)<sup>31</sup> indican que la energía solar promedio disponible en la República Dominicana se ubica entre 5 y 6 kWh/m<sup>2</sup>, con un gradiente que va desde la zona oriental hasta la zona occidental del país.

### **10.3 El potencial de aprovechamiento de la energía solar para calentamiento de agua en la República Dominicana**

Suponiendo que los 72.24 KTep que se estiman arriba como consumo para calentar agua en República Dominicana se llevase a

---

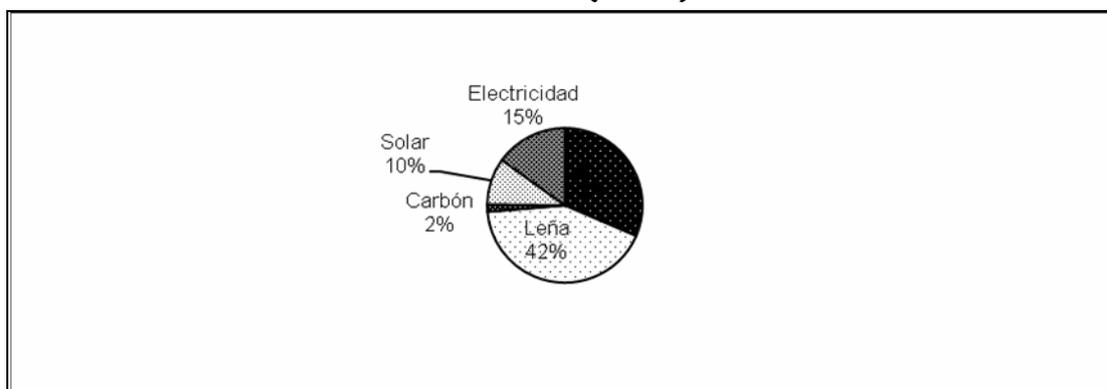
<sup>31</sup> <http://swera.unep.net/>

cabo con equipos solares, el área que se tendría instalada sería cercana 1 millón de metros cuadrados.<sup>32</sup>

10.3.a Sector residencial urbano

Por energéticos, en el sector residencial la leña representa el 42% del consumo para agua caliente, mientras que el 31% se logra con gas LP y el 15% con electricidad (Fig. 34).

**Figura 34. Energéticos para el calentamiento de agua en el sector residencial (2005)**



Fuente: Cálculos propios con datos de Balances de Energía 2001 y 2005.

Estos valores incluyen al sector rural, pero este análisis se hace solamente para el sector urbano donde el consumo de energía para agua caliente varía significativamente por niveles de ingresos (Tabla 28).

**Tabla 28. Consumos unitarios de energía útil para calentamiento de agua en el sector residencial urbano**

Nivel ingresos	Kep/hogar	MJ/Hogar <sup>33</sup>	kJ/día	KJ/día-persona <sup>34</sup>
Alto	28.9	1,209.2	3,312.9	788.8
Medio	5.4	225.3	617.2	146.9
Bajo	2.1	87.5	239.7	57.1

Fuente: A partir de Cuadro 6.1.1.2.1 de Proyecto de Prospectiva de la Demanda de Energía, Fundación Bariloche, 2003

Los niveles de consumo reflejan, excepto para el sector urbano de altos ingresos, niveles de consumo de energía para calentamiento de agua muy bajos que no llegan a justificar la inversión en un equipo solar.

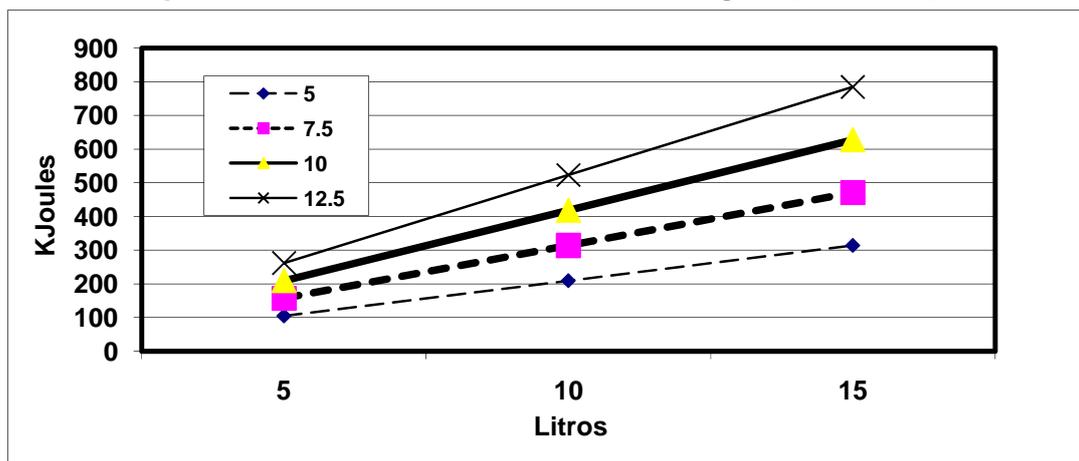
<sup>32</sup> Se supone un recurso de 5 kWh/m<sup>2</sup>-día y una eficiencia de conversión de 50%.

<sup>33</sup> 1 Kep = 41.87 MJoules

<sup>34</sup> Supone 4.2 personas por hogar

Así, si se revisa la energía que se estima se consume por día para agua caliente una persona de ingresos medios en el sector urbano, ésta equivale a la energía que se necesita para elevar apenas 7.5 litros en 5 grados centígrados (Fig. 35).

**Figura 35. Cantidad necesaria de energía para elevar la temperatura de un volumen dado de agua (KJoules).<sup>35</sup>**



Por lo mismo, solo se considera como potencial de mercado a los hogares que están en los niveles más altos de ingresos, los cuales representan cerca de 190 mil hogares. Este consumo representa 5.5 Ktep (13.3% del total de energía para calentamiento de agua del sector residencial) y puede ser sustituido con cerca de 70,000 m<sup>2</sup> de calentadores solares.

De acuerdo a la Figura 6.1.1.3.4 del Proyecto de Prospectiva de la Demanda de Energía, 76% del calentamiento de agua en el sector urbano de altos ingresos se realiza con electricidad, 15% con gas LP y el resto con otros energéticos.

Los detalles de las tecnologías aplicables al calentamiento solar se encuentran referidos en el ANEXO I.

Para establecer la rentabilidad de la instalación de calentadores solares de agua en hogares de la República Dominicana se analizan tres alternativas de calentadores solares: para familias de 3, 6 y 9 personas. Esto implica, respectivamente, 1, 2 y 3 colectores y tanques de 50, 100 y 200 gal, respectivamente (Tabla 28).

<sup>35</sup> La energía necesaria para elevar 1 litro de agua en 1 grado centígrado es igual a 4.186 KJoules.

**Tabla 28. Características de los calentadores solares considerados y su costo**

Característica	Unidad	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
Personas a las que se da servicio	No.	3	6	9
Capacidad del tanque	Galones	50	100	150
No. de colectores	No.	1	2	3
Área de captación	M2	1.8	3.6	5.4
Costo del sistema	RD\$	33,000	53,000	73,000
	US\$	1,605	1,710	2,355

Para realizar el análisis se establecen un conjunto de suposiciones sobre las características del colector y del equipo que sustituye. En la tabla 29 se muestran los supuestos que se hacen para evaluar la rentabilidad de los sistemas de calentamiento solar.

**Tabla 29. Supuestos para la evaluación de los calentadores solares usados en el sector residencial**

Supuestos	Unidad	Valor
Área unitaria de colector	M <sup>2</sup>	1.8
Radiación media	kWh/m <sup>2</sup> -dia	6.25
Eficiencia colector solar	%	40
Eficiencia calentador eléctrico	%	100
Eficiencia calentador de gas	%	50
Consumo de agua caliente por ducha diaria	Lt/persona	45
Incremento de temperatura	oC	10
Tasa de descuento	%	12
Vida útil	Años	15
Precio del gas propano	RD\$/Lt	14
Tarifa electricidad	RD\$/kWh	6.0
	US\$/kWh	.226
Generación diesel	kWh/gal	13
	kgCO <sub>2</sub> /litro	2.87
	US\$/bbl	75
Tasa de cambio	RD\$/US\$	31

Bajo esos supuestos, la alternativa de usar energía solar resulta bastante atractiva para sustituir electricidad para cualquier tamaño de sistema mientras que para sustituir gas LP solo es atractivo para el sistema más grande (Tabla 30). Esto se refleja en el costo unitario de una ducha<sup>36</sup> donde la opción de energía solar es

<sup>36</sup> En este documento se entiende como una ducha al acto de aseo personal con agua caliente bajo una regadera.

significativamente más económica que el que se lleva a cabo con energía eléctrica pero no lo es para sustituir gas en el sistema para tres personas.

**Tabla 30. Resultados de evaluación de los calentadores solares domésticos**

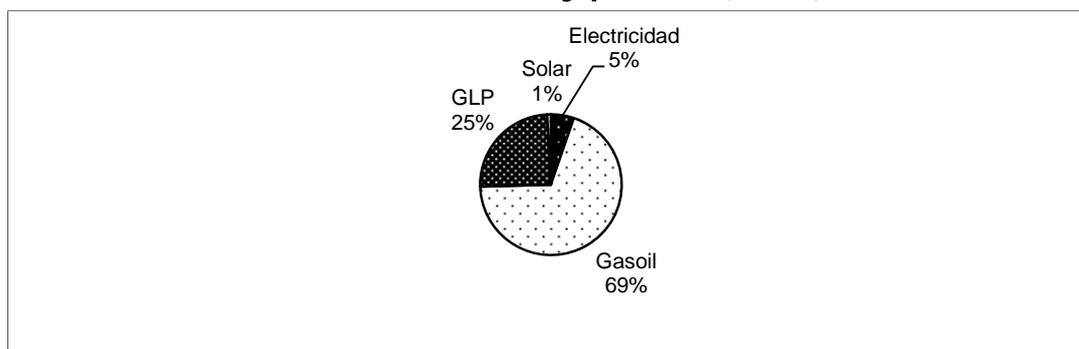
Concepto		Sistema		
		1	2	3
<i>Volumen de agua por día (litros)</i>		135	270	405
<i>Energía útil a entregar (KJoules)</i>		5,651	11,302	16,953
<i>Electricidad</i>	<i>Consumo diario evitado (kWh)</i>	1.57	3.14	4.71
	<i>Consumo anual evitado (kWh)</i>	573	1,146	1,719
<i>Gas LP</i>	<i>Consumo diario evitado (Litros)</i>	0.23	0.46	0.69
	<i>Consumo anual evitado (Litros)</i>	83.35	166.71	250.06
<i>Costo unitario de ducha con energía solar (RD\$)</i>		3.95	3.17	2.91
<i>Costo unitario de ducha con energía eléctrica (RD\$)</i>		9.42	18.84	28.26
<i>Costo unitario de ducha con gas LP (RD\$)</i>		3.20	6.39	9.59
<i>Período simple de retorno (Años)</i>	<i>Sustituyendo electricidad</i>	3.2	1.3	0.8
	<i>Sustituyendo gas LP</i>	9.4	3.8	2.3

Considerando un plazo de vida útil de 10 años para los sistemas de calentamiento, se estima que el potencial de introducción anual de calentadores solares en los hogares es de 9,000 sistemas, esto es, 16,200m<sup>2</sup>.

**10.3.b Sector comercios, servicios y público.**

En el sector comercial, servicios y público, el energético predominante para el calentamiento de agua es el gasoil (69%), seguido por el gas LP (25%) (Fig. 36).

**Figura 36. Energéticos para el calentamiento de agua en el sector comercial, servicios y público (2005).**



Fuente: Cálculos propios con datos de Balances de Energía 2001 y 2005.

En el caso del sector comercial, servicios y público, los costos que se consideran para un sistema solar, son, fundamentalmente, los de los colectores solares, ya que se utilizan, principalmente, como sistemas de precalentamiento de agua. Así, para este caso, se considera un precio de 13,300 RD\$ (430 US\$) por m<sup>2</sup> de colector.

Para propósitos de este trabajo se compara el costo de calentamiento en un incremento de 40°C de un metro cúbico de agua para los dos principales combustibles que se utilizan para calentar agua en el sector comercios, servicios y público. Para este análisis se establecen una serie de valores que incluyen una eficiencia de 50% en la conversión de gas LP y de gasoil a agua caliente y una vida útil de 15 años para equipo solar (Tabla 31).

**Tabla 31. Supuestos para la evaluación de los calentadores solares usados en el sector comercios, servicios y público**

Supuestos	Unidad	Valor
<i>Volumen de agua a calentar</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	1.0
<i>Incremento de temperatura</i>	<i>oC</i>	40
<i>Radiación media</i>	<i>kWh/m<sup>2</sup>-dia</i>	6.25
<i>Eficiencia colector solar</i>	%	40
<i>Eficiencia calentador de gasoil</i>	%	50
<i>Eficiencia calentador de gas</i>	%	50
<i>Precio del gas propano</i>	<i>RD\$/Lt</i>	14
<i>Precio del gasoil</i>	<i>RD\$/Lt</i>	30
<i>Vida útil</i>	<i>Años</i>	15

Los resultados de la evaluación muestran buenos valores para la sustitución de calentamiento con gasoil por calentamiento solar (período simple de recuperación de 2.4 años), mientras que para sustitución de gas LP los números no son tan claros ya que resulta un período simple de recuperación de siete años (Tabla 32).

**Tabla 32. Resultados de evaluación de los calentadores solares comerciales, de servicio y públicos**

Concepto		Valor
<i>Volumen de agua por día (litros)</i>		1,000
<i>Energía útil a entregar (KJoules)</i>		167,440
<i>Gas LP</i>	<i>Consumo diario evitado (Litros)</i>	8.5
	<i>Consumo anual evitado (Litros)</i>	3,100
<i>Gasoil</i>	<i>Consumo diario evitado (Litros)</i>	11.6
	<i>Consumo anual evitado (Litros)</i>	4,200
<i>Costo unitario con energía solar (RD\$)</i>		109
<i>Costo unitario con gas LP (RD\$)</i>		118
<i>Costo unitario con gasoil (RD\$)</i>		350
<i>Período simple de retorno (Años)</i>	<i>Sustituyendo gas LP</i>	7.0
	<i>Sustituyendo gasoil</i>	2.4

Estos valores llevan a considerar que sólo el 69% del consumo de energía (gasoil) para calentamiento de agua del sector comercial, servicios y público es rentable sustituir con energía solar, lo cual da un valor de 19.1 Ktep, lo que equivale a un potencial total de 270 mil metros cuadrados.

#### **10.4 Las barreras al uso de la energía solar para calentamiento de agua.**

Sin embargo, a pesar de una serie de iniciativas que se han tomado a lo largo de muchos años y de la actual rentabilidad en la aplicación de estos sistemas, en la República Dominicana no se ha logrado aprovechar el potencial de calentamiento de energía solar. El que no se haya logrado aprovechar a cabalidad este potencial se debe a la existencia de un conjunto de barreras que inhiben su compra e instalación por los potenciales usuarios. Entre estas barreras resaltan:

- Alto costo inicial de los equipos
- Energéticos convencionales históricamente subsidiados.

- Altas tasas de interés y limitado acceso al financiamiento para la adquisición a equipos solares a tasas preferenciales.
- Desconfianza de los posibles usuarios y/o compradores en la tecnología
- Existencia muy limitada de técnicos capacitados para instalar y/o reparar los sistemas.

#### **10.5. La experiencia internacional en políticas de fomento.**

Estas barreras, que no son todas particulares a República Dominicana, se han ido levantando en otros países con acciones gubernamentales de distintos tipos, como lo muestran las experiencias de países como Israel, Barbados, Alemania y China (ver Anexo VII). En este sentido, se identifican las siguientes iniciativas como las más significativas:

- Subsidios para la adquisición de CSAs (Alemania);
- Normas de construcción que requieran el uso de CSAs (Israel, China);
- Mecanismos financieros que permitan el pago en largos plazos y con tasas que hagan claramente rentables las inversiones en equipos solares (Túnez, Barbados, China).

Estas experiencias señalan el valor de las políticas públicas que se establecen para ampliar el mercado de la tecnología de calentamiento solar de agua. Estas políticas llevan a que se tengan las economías de escala y la competencia que permiten que se reduzcan los precios y que se mejore la calidad. Estos resultados, a su vez, llevan a un mayor atractivo de los equipos de calentamiento solar, aumentando su demanda y aplicación y los beneficios que se les asocia.

#### **10.6. Las acciones relevantes en la República Dominicana**

##### *10.6.a. El Proyecto PROFER*

El proyecto PROFER fue un programa de la cooperación del Gobierno Alemán a través de la GTZ desarrollado entre 2003 a 2007 y cuyo objetivo principal fue el lograr que los tomadores de decisiones en el contexto de la política pública dominicana tuvieran información y condiciones apropiadas para el fomento de las energías renovables.

Este proyecto actuó en dos ámbitos: en el ámbito de lo gubernamental y en el ámbito de los proyectos. En el ámbito gubernamental, el proyecto apoyó a la SEIC y a la CNE en la

formulación de los objetivos de política y estratégicos para la promoción de las ER así como en la formulación de los marcos legales y regulatorios que facilitarían la promoción del uso de las mismas. La asistencia provista a ambas instituciones les facilitó su participación en los procesos de planificación, legales y regulatorios con diversos actores, en particular con el poder legislativo.

A nivel de proyectos, el PROFER asistió a actores tanto privados como del sector público en la identificación de proyectos de ER, principalmente en la utilización de pequeñas plantas hidráulicas en proyectos de electrificación rural, y en la producción y utilización de aceites vegetales a partir de la *jatropha*.

Dentro del Programa PROFER se estimó que en la República Dominicana se tenían instalados un total de 15.000 calentadores solares en 2006.

*10.6.b. Ley No. 57-07 de Incentivo a las Energías Renovables y Regímenes Especiales.*

El 7 de Mayo de 2007 es publicada y entra en vigor la *Ley No. 57-07 de Incentivo a las Energías Renovables y Regímenes Especiales*. Esta ley tiene objetivos estratégicos y de interés público, entre los que resaltan los siguientes:

- Aumentar la diversidad energética del país en cuanto a la capacidad de autoabastecimiento de los insumos estratégicos que significan los combustibles y la energía no convencionales, siempre que resulten más viables;
- Estimular los proyectos de inversión privada, desarrollados a partir de fuentes renovables de energía;
- Mitigar los impactos ambientales negativos de las operaciones energéticas con combustibles fósiles;
- Contribuir al logro de las metas propuestas en el Plan Energético Nacional específicamente en lo relacionado con las fuentes de energías renovables, incluyendo los biocombustibles.

En particular, la entrada en vigencia de la nueva ley reduce los costos de importación de equipos solares térmicos y fotovoltaicos (exonera en un 100 por ciento la importación de maquinarias y accesorios de esta área), otorga hasta un 75 por ciento del costo de la inversión del sector en equipos como crédito único al impuesto sobre la renta y propicia la fabricación/ensamblaje local de los

mismos, y constituye un incentivo llevar adelante instalaciones solares.

Esta ley, en su Artículo, 6 dispone que la Comisión Nacional de Energía se encargará de trazar la política en el sector energía.

#### **10.7. Acciones de fomento del calentamiento solar de agua**

Para aprovechar a cabalidad las oportunidades de calentamiento solar en la República Dominicana es posible establecer un programa a ser administrado por la CNE y que incluya un conjunto de instrumentos y que cumplan un conjunto de objetivos que pueden incluir:

- Impulsar, en los sectores residencial y comercial de la República Dominicana, el aprovechamiento creciente de la energía solar para el calentamiento de agua.
- Garantizar que el crecimiento del mercado del calentamiento solar se lleve a cabo con la mayor calidad en los productos y servicios asociados.
- Favorecer el desarrollo de la industria nacional integrada por fabricantes, diseñadores de sistemas, distribuidores e instaladores de equipos y sistemas.

##### *10.7.a. Instrumentos, líneas de acción y acciones específicas*

El programa puede tener cuatro conjuntos de instrumentos (regulación, incentivos económicos, fortalecimiento de la oferta e información), cada uno con líneas específicas de acción.

- **Regulación.** Estas son medidas que establecen acciones y/o características específicas para equipos y/o instalaciones y que son establecidas en forma de normas técnicas y/o códigos que refieren las características requeridas, su forma de cumplimiento y verificación. Estas regulaciones son la base de los programas, ya que permiten asegurar la calidad de los equipos y dar certidumbre sobre su funcionamiento (lo cual, a su vez, mejorará las condiciones para su financiamiento). En este sentido se consideran tres líneas de acción.
  - *Promover y facilitar el desarrollo de normas voluntarias para equipos y sistemas.* En colaboración con fabricantes y distribuidores de calentadores solares y con la DIGENOR, promover y facilitar la adopción de normas voluntarias para equipos y sistemas relacionados al aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento de agua.

- *Capacitación y certificación de técnicos.* Con el apoyo de instituciones dedicadas a la capacitación técnica, establecer un programa de capacitación y certificación de técnicos relacionados al diseño, instalación, operación y mantenimiento de sistemas de calentamiento con energía solar.
- *Adopción de reglamentos técnicos que obliguen el uso de energía solar para el calentamiento de agua en nuevas construcciones.* Esta medida consiste en hacer obligatorio, para instalaciones nuevas, el uso de la energía solar para el total (o una parte) de las necesidades de agua caliente.
- **Incentivos económicos a usuarios.** Estas son medidas de carácter económico que afectan positivamente la rentabilidad de las inversiones individuales, que son dirigidas a un fin particular y que se justifican por el beneficio social de esas medidas individuales.
  - *Fomentar el aprovechamiento de los beneficios establecidos por la Ley No. 57-07.* La existencia de beneficios para equipos que aprovechan energías renovables en la Ley No. 57-07 se ubica como uno de los pilares del fomento del calentamiento solar de agua en la República Dominicana. Para un aprovechamiento cabal es necesario, sin embargo, establecer mecanismos que amplíen su conocimiento entre el público en general y que se aprovechen para instalar equipos y sistemas de calidad.
  - *Promover el acceso a fuentes de financiamiento existentes.* Un elemento central en la rentabilidad de los sistemas de calentamiento solar de agua es el financiamiento. La existencia de fuentes de financiamiento con tasas muy favorables a plazos muy perentorios (en particular las relacionadas a créditos hipotecarios) o de fondos de garantía para inversiones productivas significa que se pueden aprovechar para fomentar los sistemas de calentamiento solar de agua.
  - *Buscar el aprovechamiento del Mecanismo de Desarrollo Limpio.* Desde el punto de vista ambiental, el uso de CSAs en lugar de calentadores tradicionales de gas, tiene como beneficio la disminución de gases de efecto invernadero. Como tal, se sugiere buscar el aprovechamiento del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) bajo el esquema del Protocolo de Kyoto.
- **Fortalecimiento de la oferta.** El fortalecimiento de la oferta se refiere a mejorar las condiciones de operación y financiamiento de las empresas que operan en República Dominicana para que puedan cumplir con las exigencias de precio, calidad y servicio necesarios para

competir en un mercado que debe demandar calidad y precios accesibles.

- *Certificación de empresas.* Con el apoyo de las propias empresas, establecer un sistema de certificación de las mismas en términos de su capacidad de diseño, instalación, operación y mantenimiento de sistemas de calentamiento con energía solar.
- *Apoyos para PyMEs.* Apoyar a pequeñas empresas dedicadas a la fabricación, venta e instalación de sistemas de calentamiento solar de agua a identificar y tramitar apoyos de organismos de fomento industrial y tecnológico.
- **Información.** Considerando que el calentamiento solar es la opción más económica y que existen ventajas fiscales para quienes hagan inversiones para aprovechar esta opción se diseñará y pondrá a funcionar, con el apoyo de los actores económicos involucrados, una estrategia que sensibilice a la población en general sobre las ventajas del calentamiento solar.

Estas acciones serán ajustadas y modificadas en función de la evolución del programa, además de que se integrarán las que sean necesarias para cumplir los objetivos y metas para este programa.

## **10.8 Conclusiones y recomendaciones.**

- Se estima que en total se consumen 72.24 Ktep para calentar agua en República Dominicana.
- La alternativa de usar energía solar resulta bastante atractiva para sustituir electricidad para cualquier tamaño de sistema mientras que para sustituir gas LP solo es atractivo para sistemas grandes.
- Se estima que el potencial de introducción anual de calentadores solares en los hogares es de 9,000 sistemas (16,200m<sup>2</sup>).
- En el sector comercios, servicios y público es económicamente atractiva la sustitución de calentamiento con gasoil por calentamiento solar mientras que para sustitución de gas LP los números no son tan claros.
- Sólo el 69% del consumo de energía para calentamiento de agua del sector comercios, servicios y público es rentable sustituir con energía solar, lo cual equivale a un potencial total de 270 mil metros cuadrados.

Se propone un programa de fomento donde la existencia de beneficios para equipos que aprovechan energías renovables en la Ley No. 57-07 se ubica como uno de los pilares del fomento del calentamiento solar de agua en la República Dominicana.

**Tabla 33. Instrumentos aplicables para calentamiento solar de agua**

<b>Instrumento</b>	<b>Observaciones</b>
Prospección	Recomendado
Incentivos económicos y financiamiento	Necesario
Regulación y certificación de productos y sistemas	Necesario
Obligaciones al sector público	Recomendado
Compromisos voluntarios del sector privado	Recomendado
Educación e información	Necesario
Innovación tecnológica	No necesario
Articulación de actores	Muy recomendable

---

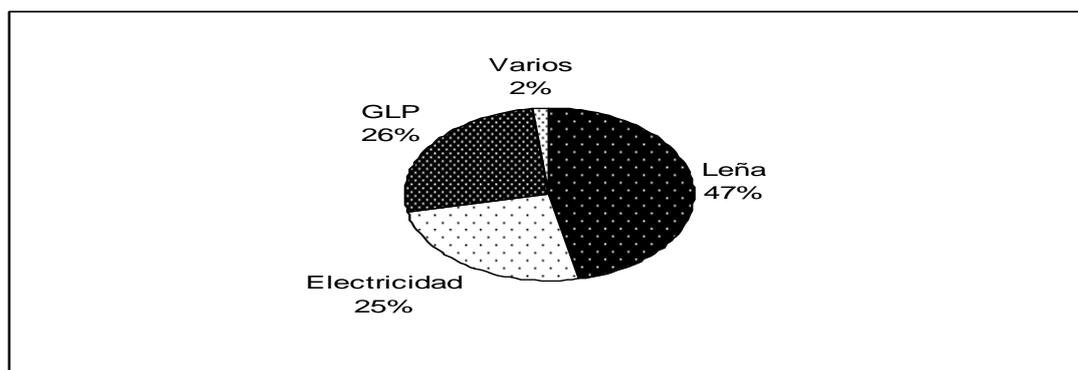
SUSTITUCIÓN DE LA LEÑA EN EL SECTOR  
RESIDENCIAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

---

## 11. SUSTITUCIÓN DE LA LEÑA EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

En la República Dominicana el consumo de leña representa, en términos energéticos, casi la mitad de la energía consumida por los hogares dominicanos (Fig. 37).

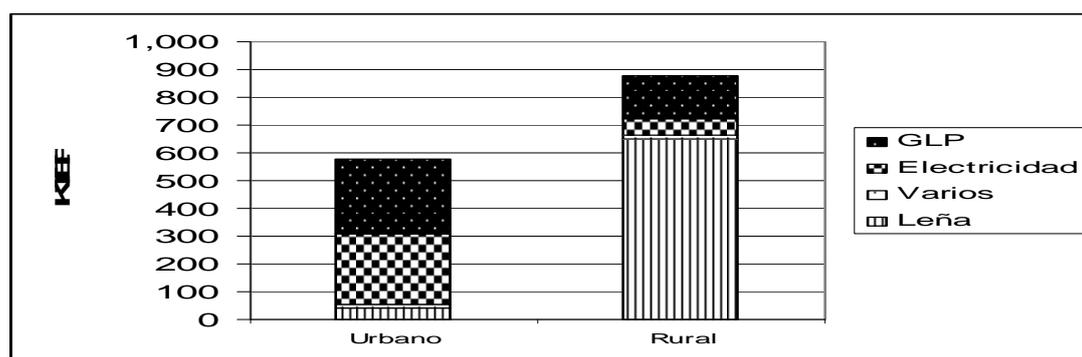
**Figura 37. Porcentajes de consumo por tipo de energético en el sector residencial (2005).**



Fuente: CNE, Balance de Energía 2005

La leña es, a su vez, consumida principalmente por los hogares rurales, donde cerca de tres cuarta parte de su consumo energético viene de ese energético (Fig. 38). También importante (aunque en una proporción menor) para el universo de viviendas rurales es el gas LP.

**Figura 38. Consumo final de energía por tipo de energético y por contexto urbano y rural en el sector residencial (2004).**



Fuente: CNE, Balance de Energía 2004

De acuerdo a datos oficiales en 2005, en República Dominicana viven poco más de 9 millones de personas en 2.14 millones de

hogares.<sup>37</sup> De estos hogares y de acuerdo al Censo de Población y Vivienda de 2002, el 36% son rurales, que representa alrededor de 770 mil viviendas.

De los usos finales de la energía que para los que se utilizan leña y GLP el más importante es, por mucho, el de la cocción (Tabla 34).

**Tabla 34. Usos finales de la leña y del gas LP en el sector residencial (2001) (KTep)**

Uso final	GLP	Leña	<i>Subtotal</i>
<b>Cocción</b>	374	429	<b>803</b>
<b>Calentamiento de agua</b>	14	12	<b>26</b>
<b>Total</b>	389	441	829

Fuente: IDEE/FB-CNE: Informe Sobre Balances, 2001, P. 135

Visto nada más para las viviendas del sector rural, la cocción es, igualmente, el uso final más importante (Tabla 35).

**Tabla 35. Usos finales de la leña y del gas LP en el sector residencial rural (2001) (KTep)**

Uso final	GLP	Leña	<i>Subtotal</i>
<b>Cocción</b>	112	386	<b>498</b>
<b>Calentamiento de agua</b>	5	11	<b>16</b>
<b>Total</b>	117	397	514

Fuente: IDEE/FB-CNE: Informe Sobre Balances, 2001, P. 135

La estructura de usos del consumo energético residencial está estrechamente vinculada con el nivel de ingreso de los hogares. Así, el mayor consumo de leña se ubica en el área rural y entre quienes tienen menores ingresos (Tabla 36).

---

<sup>37</sup> CNE Serie 1973-2005 y One, República Dominicana en Cifras, 2006

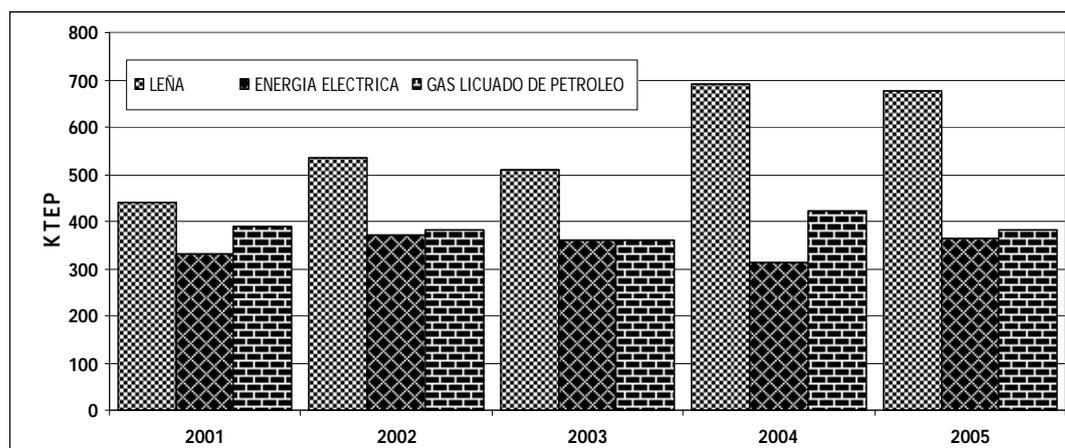
**Tabla 36. Estructura del consumo final de energía por combustibles para cocción por nivel de ingreso en el sector Residencial (2001) (En porcentajes)**

Energético	Sector Urbano			Sector Rural			
	Altos	Medios	Bajos	Altos C/EE	Medios y Bajos C/EE	Altos S/EE	Medios y Bajos S/EE
Carbón	1	2	4	3	9	1	4
GLP	94	97	90	60	62	34	26
Energía Eléctrica	5	0.1	0.4	0.1	0	0	0
Leña	0.3	1	5	37	29	65	70

Fuente: IDEE/FB-CNE

Un fenómeno importante de los últimos años es el crecimiento del uso de la leña, el cual crece significativamente a partir de 2004 (Figura 39).

**Figura 39. Evolución del consumo de los principales energéticos en el sector residencial en la República Dominicana (2001-2005)**



Fuente: CNE, Balances de Energía 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005

### 11.1 Consumos por hogar para cocción en el sector rural

Existen numerosos estudios que reportan que el poder calorífico superior de la leña en base seca de prácticamente todas las maderas, tanto de las zonas tropicales como de las templadas, es de 20.0 MJ/kg.<sup>38</sup>

<sup>38</sup> Existen numerosos estudios que reportan que el poder calorífico superior de la leña en base seca de prácticamente todas las maderas, tanto de las zonas tropicales como de las

Considerando que se tienen aproximadamente 770,000 hogares rurales en la República Dominicana y repartiendo el consumo referido en los Balances Nacionales de Energía entre ese número de viviendas, el consumo unitario promedio de leña para cocción por hogar es cercano a los tres kilos diarios y el de GLP de menos de medio kilo por día. (Tabla 37),

**Tabla 37. Consumo unitario diario de leña para cocción**

Energético	Consumo total (KTep)	Consumo equivalente	
		kg/viv-día	kg/viv-mes
Leña	386	2.87	87.46
GLP	112	0.37	11.28

Fuente: Elaboración del autor a partir de CNE, Balance de Energía 2001 y 2005

Cabe aclarar que es de suponerse que no todos los hogares utilizan GLP, por lo que el consumo unitario debe ser mayor. Sin embargo, no se pudieron obtener datos que permitiesen tener un estimado del número de hogares rurales que tienen GLP (por lo que lo que se señala es un promedio para todas las viviendas rurales).

## 11.2 Sustitución de la leña por GLP

Dado que el uso final de cocción es, por mucho, el más importante como uso de leña en los hogares rurales de República Dominicana, se analizarán solamente los impactos económicos de la sustitución de leña por GLP para este concepto.

### 10.2.a *Diferencia en eficiencias energéticas de uso entre leña y GLP*

Además de la diferencias entre el poder calorífico de la leña y el GLP, existe una significativa diferencia en el rendimiento de la tecnología utilizada para cocción. Así, mientras que una estufa de ladrillo aprovecha solamente el 14% del contenido calorífico de la leña, una estufa que utiliza GLP tiene una eficiencia de aproximadamente 55%, lo que significa que se necesita, en términos meramente energéticos, cuatro veces más energía para cocinar con leña que con GLP.<sup>39</sup>

### 11.2.b *Aumento estimado en consumo de GLP*

---

templadas, es de 20.0 MJ/kg.

[www.programadeenergiarenovable.com/Archivos/Biomasa.pdf](http://www.programadeenergiarenovable.com/Archivos/Biomasa.pdf).

<sup>39</sup> <http://www.fao.org>

Así, suponiendo que para todas las 770,000 viviendas que utilizan leña para cocción sustituyeran este energético por GLP, su consumo en términos energéticos se reduciría a una cuarta parte pero su consumo de GLP aumentaría. Se estima que esta sustitución representaría un aumento de consumo de GLP por vivienda rural cerca de 11 kg de GLP por mes (Tabla 38).

**Tabla 38. Aumento estimado de consumo de GLP por vivienda rural**

kg/viv-día	kg/viv-mes	kg/viv-año
0.35	10.60	127.21

De manera acumulada, esto representaría una reducción del consumo energético de leña en el equivalente a 386 KTep, lo que representa cerca de 810 miles de toneladas de madera que se dejan de recolectar. De la misma manera, esta sustitución representaría un aumento de 105 KTep en el consumo de GLP, lo que equivale a un aumento en la demanda de cerca de 100 mil toneladas de GLP al año (Tabla 39).

**Tabla 39. Aumento estimado de consumo de GLP por vivienda rural**

Concepto	KTep	Miles Ton
<b>Reducción en el consumo de leña</b>	386	808.09
<b>Aumento en el consumo de GLP</b>	105.27	97.95

En términos económicos, la sustitución significaría un gasto mensual adicional para las viviendas rurales superior a los 670 RD\$, lo que, en su caso, representaría un subsidio, por hogar, cercano a los 250 RD\$ por mes (Tabla 40).

**Tabla 40. Costo estimado del consumo de GLP por vivienda rural**

Concepto	Costo mensual	
	RD\$/mes	US\$/mes
<b>Con subsidio</b>	676.12	20.06
<b>Sin subsidio</b>	921.53	27.35
<b>Subsidio</b>	245.41	7.28

Este subsidio representaría, para el total de las viviendas, más de 2,200 millones de pesos dominicanos por año.

11.2.c *Inversión*

La conversión a gas LP requiere de la compra de una estufa, de un tanque de gas y del sistema que permite alimentar el gas a la estufa. El costo de un paquete con estos elementos puede ser de alrededor 5,000 RD\$ (150 US\$) lo que representa, considerando un pago mensual por 24 meses sin intereses, de 210 RD\$ por mes (6.25 US\$).<sup>40</sup>

Esto significa que, por 24 meses, los hogares rurales que estuviesen sujetos al cambio de leña a GLP pagarían cerca de 1,000 RD\$ por mes por 24 meses.

#### *11.2.d Un programa de sustitución*

Dado que es posible que una fracción importante de las 770,000 familias que viven en hogares rurales:

- No estén en condiciones de cubrir el costo de utilizar GLP,
- Vivan en una localidad a donde el transporte de gas es complicado o muy caro,
- Que el uso de la leña puede ser sustentable, esto es, que su consumo no ponga en riesgo al bosque de donde la obtienen,
- Que la leña es un recurso renovable, y

Se recomienda que se considere un programa que combine acciones de sustitución de leña con GLP con acciones de promoción de estufas mejoradas de leña.

Por lo mismo, se recomienda seguir los siguientes pasos:

- *Medición más precisa del uso de leña.* Es recomendable realizar una encuesta que ubique con mayor precisión la intensidad de uso de leña, la tecnología utilizada, el tipo de leña utilizada, el nivel de ingresos de las familias en relación a los costos estimados de usar la leña y la localización de las comunidades en términos de su posible acceso a gas LP..
- *Identificación y análisis de la tecnología más adecuada para ser promovida por el programa.* Ubicar y analizar la tecnología de cocción con GLP y con leña disponible no solo en la República Dominicana sino en los mercados regionales, revisando sus características de calidad y de precio.
- *Identificación y caracterización de los intermediarios más apropiados.* En función de las características de los modelos de estufas más

---

<sup>40</sup>[http://compare.buscape.com.mx/proc\\_unico?id=138&raiz=116&gclid=CNLyrI28jZACFQmgGgodSh9ltw](http://compare.buscape.com.mx/proc_unico?id=138&raiz=116&gclid=CNLyrI28jZACFQmgGgodSh9ltw)

adecuadas a un proceso de comercialización, se identificarán y caracterizarán (por capacidad de producción, alcance de redes, capacidad de servicio y formas y capacidad de financiamiento) los intermediarios locales (fabricantes, distribuidores, organizaciones sociales, agencias de gobierno) más apropiados para participar en un programa de gran alcance que incluya financiamiento.

- *Definición y evaluación de mecanismos de entrega de productos, servicios y financiamiento.* Con una definición de la tecnología y de los posibles intermediarios se establecerán escenarios de mecanismos por los que los usuarios finales acceden a los productos y servicios con la posibilidad de pago a plazos. En estos mecanismos se incluye el papel de las agencias de gobierno. Estos mecanismos deben entonces ser evaluados en términos de costos globales, de costos unitarios, de rentabilidad para los usuarios finales y de necesidad de recursos internacionales para hacer posible el arranque y la operación del programa y, en su caso, de algún nivel de subsidio.
- *Dimensionamiento del programa y de los recursos necesarios.* En esta etapa se establecerá el mecanismo y la magnitud de los recursos necesarios para facilitar la compra de equipos a plazos.
- *Diseño e implantación de un conjunto de estándares de calidad para productos y servicios.* El financiamiento llevará asociado como requisito el cumplimiento de un conjunto de estándares obligatorios para los equipos y la calidad de los servicios de los intermediarios. Estos estándares llevan asociados, implícitamente, un sistema de certificación y de verificación que asegure su cumplimiento cabal.
- *Implantación del programa.*

### **11.3 Conclusiones y Recomendaciones**

- Se estima que la sustitución de leña por GLP representaría un aumento de consumo de GLP por vivienda rural cerca de 11 kg de GLP por mes. De manera acumulada, esto representaría una reducción del consumo energético de leña en 386 KTep, lo que representa cerca de 810 miles de toneladas de madera que se dejan de recolectar.
- La sustitución representaría un aumento de 105 KTep en el consumo de GLP, lo que equivale a un aumento en la demanda de cerca de 100 mil toneladas de GLP al año.
- En términos económicos, la sustitución significaría un gasto mensual adicional para las viviendas rurales superior a los 670 RD\$. En su caso, esto representaría un subsidio por hogar cercano a los 250 RD\$ por mes. Este subsidio representaría, para el total de las viviendas, más de 2,200 millones de pesos dominicanos por año.
- La conversión a gas LP requiere de la compra de una estufa, de un tanque de gas y del sistema que permite alimentar el gas a la estufa.

El costo de un paquete con estos elementos puede ser de alrededor 5,000 RD\$ (150 US\$) lo que representa, considerando un pago mensual por 24 meses sin intereses, de 210 RD\$ por mes.

- Considerando un universo de 770,000 viviendas, la inversión total para un proyecto de este tipo sería de 117 Millones de US\$.
- Dado que es posible que una fracción importante de las familias que viven en hogares rurales no estén en condiciones de adoptar el GLP, se recomienda que se considere un programa que combine acciones de sustitución de leña con GLP con acciones de promoción de estufas mejoradas de leña.

**Tabla 41. Instrumentos aplicables para el ahorro para sustitución de leña**

<b>Instrumento</b>	<b>Observaciones</b>
Prospección	Muy recomendado
Incentivos económicos y financiamiento	Necesario
Regulación y certificación de productos y sistemas	Necesario
Obligaciones al sector público	No aplica
Compromisos voluntarios del sector privado	No aplica
Educación e información	Necesario
Innovación tecnológica	Recomendable
Articulación de actores	Necesario

---

USO RACIONAL DE ENERGÍA EN EL SECTOR  
TRANSPORTE EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

---

## 12. USO RACIONAL DE ENERGÍA EN EL SECTOR TRANSPORTE EN REPÚBLICA DOMINICANA

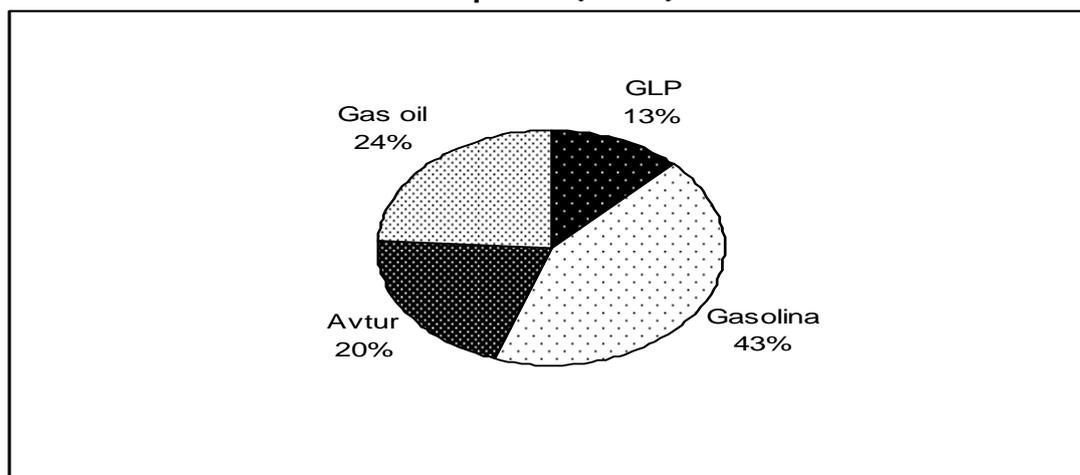
### 12.1 Consumo de combustible

En la República Dominicana el transporte es el sector de mayor consumo de energía, correspondiéndole el 41% del consumo total del país para el año 2005, durante el cual utilizó el 86% del consumo nacional de gasolinas, el 74.5% de gasoil y el 37% de GLP.

#### 12.1.a Estructura por consumo de combustibles

En la estructura de uso de los combustibles del sector transporte durante 2005 estuvo compuesta por gasolina con un 43%, el gasoil el 24%, avtur (que se utiliza en aviación) con 20% y gas licuado del petróleo con el restante 13% (Fig. 40).

**Figura 40. Porcentajes de consumo por combustible en el sector transporte (2005)**



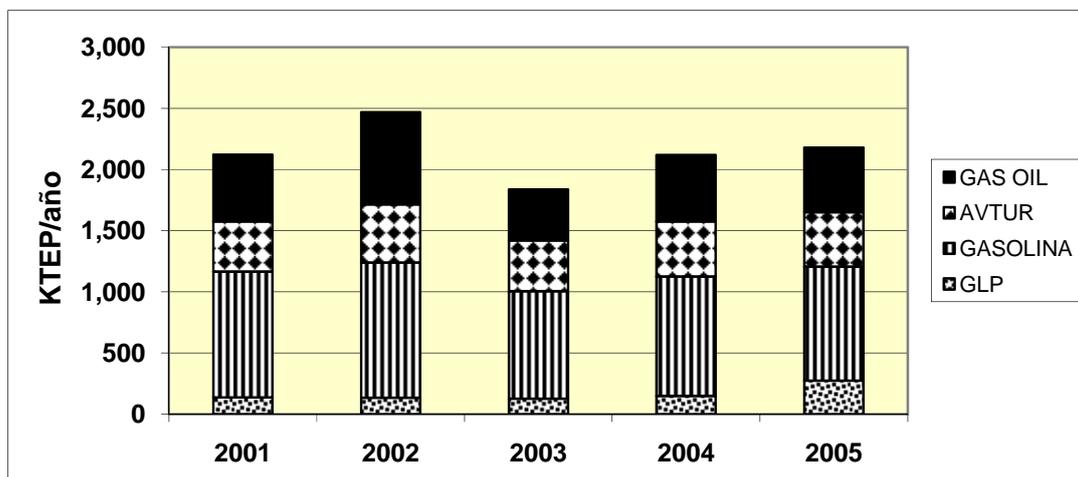
Fuente: CNE, Balance de Energía 2005

La evolución de los consumos de energía en el sector transporte entre 2001 y 2005 fue irregular. En términos de las mismas unidades térmicas (kTep), el consumo bajó significativamente en 2003 (cerca de 25%) recuperando los niveles de 2001 para 2005 (Fig. 41).

Por combustibles, en el período 2001 a 2005 fue significativo el aumento del consumo de GLP, el cual se duplicó, mientras que la gasolina y el gas oil siguieron el patrón general de caída en 2003 y recuperar los niveles de 2001 en 2005 (Fig.42). A su vez, el Avtur

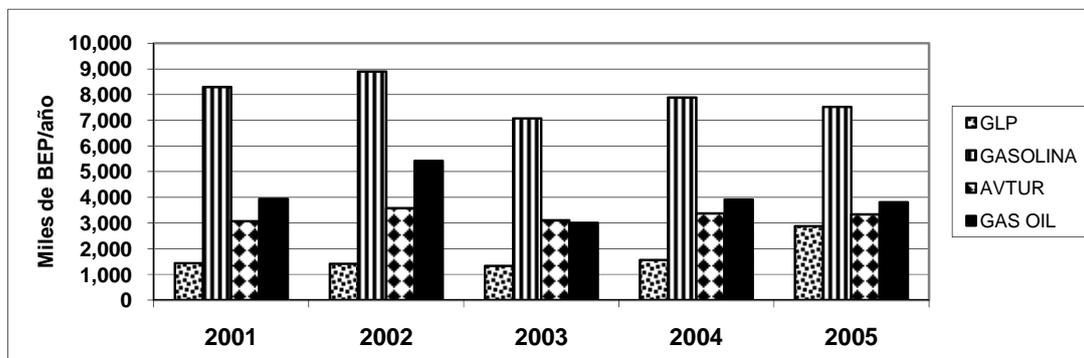
(que es el combustible para la aviación) no varió significativamente en el período.

**Figura 41. Evolución del consumo final de energía en el sector transporte en KTEP (2005)**



Fuente: CNE, Balances de Energía 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005

**Figura 42. Evolución del consumo final de energía en el sector transporte en volumen de ventas (BEP) (2005)**



Fuente: CNE, Balances de Energía 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005

### 12.1.b Parque vehicular

El parque vehicular de la República Dominicana está dominado, según datos de Dirección General de Impuestos Internos, por las motocicletas (con cerca del 50%), y los automóviles (con cerca del 25%) (Tabla 42).

**Tabla 42. Cantidad de vehículos, según tipo (2005)**

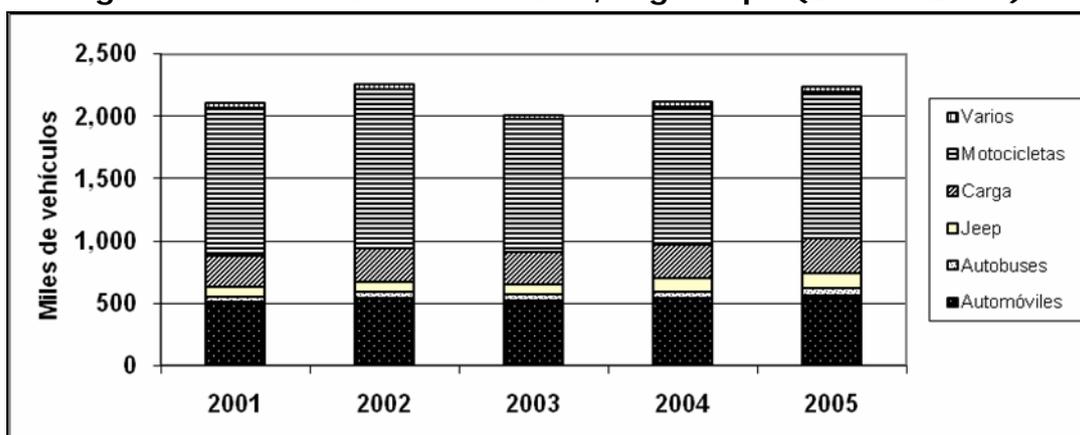
Tipo de Vehículo	Numero
Motocicletas	1,179,621
Automóviles	566,034
Carga	278,405
Jeep	123,993
Autobuses	56,889
Máquinas Pesadas	14,357
Volteo	14,131
Otros*	11,036
<b>Total</b>	<b>2,244,466</b>

Fuente: Dirección General de Impuestos Internos;

\* Incluye: Remolques, Ambulancias, Motocarga y Fúnebre

En lo referente a la evolución del crecimiento del parque vehicular del país entre 2001 a 2005, este fue irregular ya que, al igual que el consumo de combustibles, se redujo hacia 2003 y volvió a repuntar después de ese año (Fig.43).

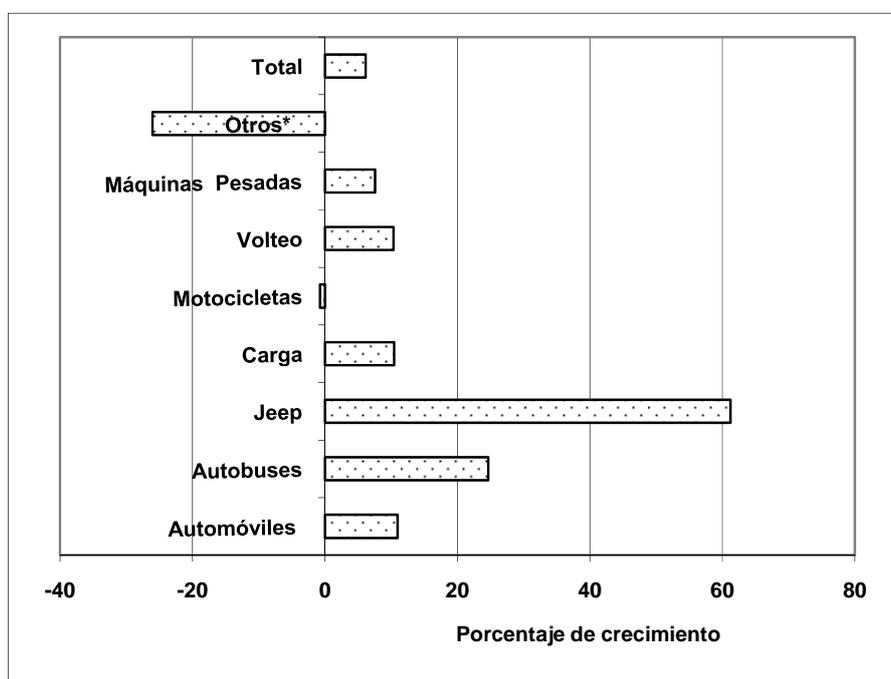
**Figura 43. Cantidad de vehículos, según tipo (2001 a 2005)**



Fuente: Dirección General de Impuestos Internos; \* Incluye: Remolques, Ambulancias, Motocarga y Fúnebre

A su vez, el crecimiento del parque vehicular fue del 6% para el período 2001-2005 (Fig. 44). En este mismo período el tipo de vehículo cuyo parque tuvo el mayor aumento fue el de los jeep y las jeeperas, con un incremento del 61%. Le siguieron en crecimiento los autobuses (autobuses, mini y micros públicos y micros particulares) que incrementaron en un 25%, los automóviles particulares con 11%. Resalta que el, de acuerdo a esta fuente, el número de motocicletas prácticamente no creció.

**Figura 44. Crecimiento porcentual del parque vehicular (2001 a 2005)**

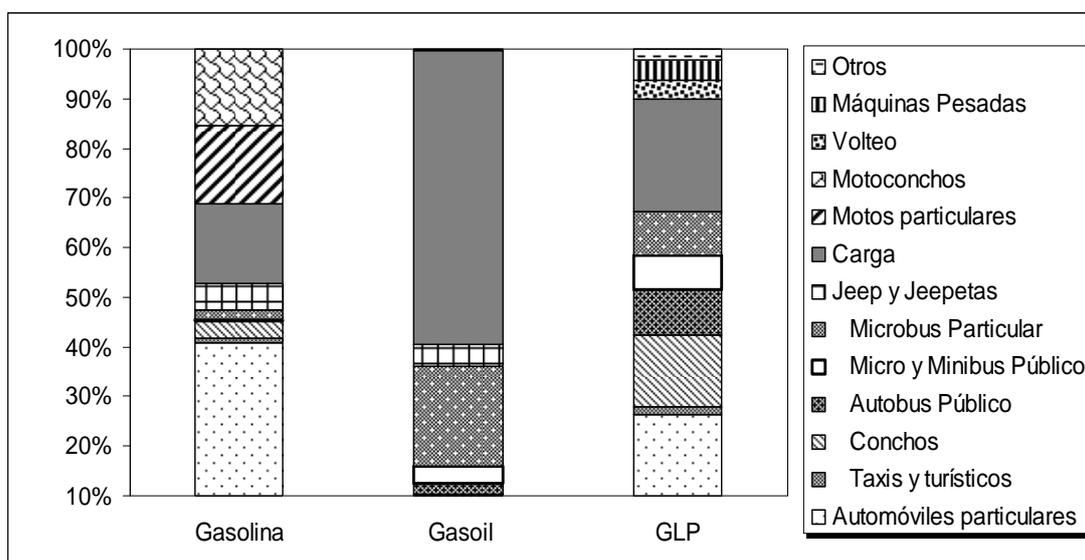


Fuente: Dirección General de Impuestos Internos; \* Incluye: Remolques, Ambulancias, Motocarga y Fúnebre

### 12.1.c Estructura de consumo de combustibles por tipo de vehículos

Por tipos de vehículo y por volumen de consumo de combustibles, los automóviles particulares consumieron el 41% de la gasolina, siguiéndole las motocicletas (tanto particulares como de servicio de taxi) que consumieron el 31% y el transporte de carga el 16%. En cuanto al gasoil, el transporte de carga utilizó casi el 60%, los microbuses particulares el 20% y los automóviles particulares cerca del 10%. En lo que se refiere al GLP, los automóviles particulares consumieron el 26% del total de este consumo para el transporte, mientras que el transporte de carga utilizó el 22%, los conchos el 14%, los autobuses públicos y los microbuses particulares el 9% cada uno y el micro y minibús público el 7%. (Figura 45 y Tabla 43).

**Figura 45. Consumo de combustibles por tipo de vehículo, República Dominicana, 2005 (en porcentajes)**



Fuente: Estimaciones propias basadas en, datos de venta de combustible y Dirección General de Impuestos Internos; \* Incluye: Remolques, Ambulancias, Motocarga y Fúnebre

**Tabla 43. Consumo de combustible por tipo de vehículo en República Dominicana, 2005 (en millones de galones)**

<i>Tipo de Vehículo</i>	<i>Gasolina</i>	<i>Gasoil</i>	<i>GLP</i>
Automóviles particulares	128.0	15.7	32.8
Carga	50.2	94.6	27.9
Motos particulares	49.2	-	-
Motoconchos	48.1	-	-
Conchos	10.9	0.5	17.8
Jeep y Jeepetas	16.7	7.4	0
Microbús Particular	5.9	32.2	11.0
Autobús Público	0.3	3.3	11.4
Micro y Minibús Público	1.0	5.5	8.6
Taxis y turísticos	2.5	0.3	1.9
Volteo	-	-	4.8
Máquinas Pesadas	-	-	4.9
Otros*	0.2	0.5	2.9
<b>Total</b>	<b>313.0</b>	<b>160.1</b>	<b>123.9</b>

Fuente: Estimaciones propias basadas en, datos de venta de combustible y Dirección General de Impuestos Internos; \* Incluye: Remolques, Ambulancias, Motocarga y Fúnebre

En la Tabla 44 se muestra el parque vehicular desagregado por tipo de vehículos y el tipo de combustibles que utilizan subconjuntos de estos tipos de vehículos.

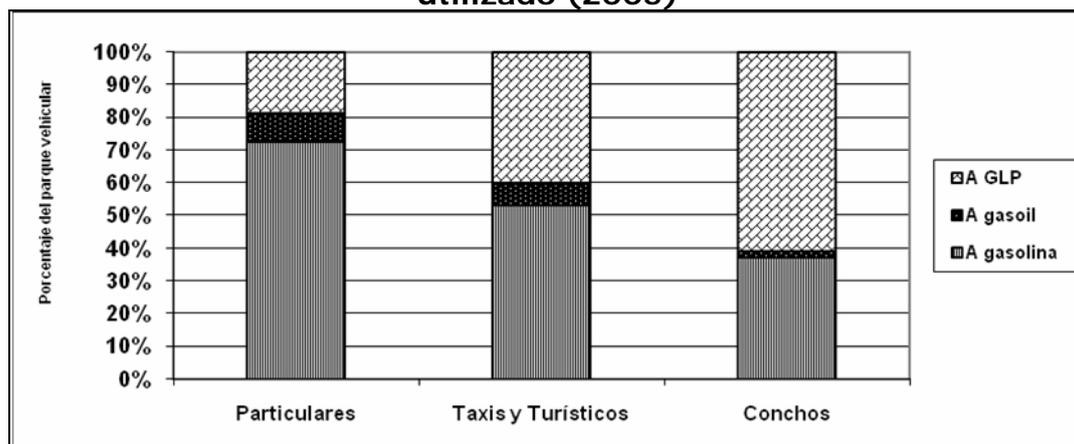
Tabla 44. Cantidad y tipo de vehículos, según combustible utilizado (2005)

Tipo de Vehículo	Subconjunto	Total de vehículos	A gasolina	A gasoil	A GLP
<i>Vehículos privados</i>	<b>Automóviles</b>	549,789	398,765	48,965	102,059
	<b>Jeep y Jeepetas</b>	123,993	85,803	38,190	-
	<b>Micro particular</b>	45,511	5,438	29,873	10,200
<i>Transporte público</i>	<b>Público</b>	2,276	51	505	1,720
	<b>Micro y mini público</b>	9,102	604	3,326	5,172
<i>Conchos y taxis</i>	<b>Taxis y Turísticos</b>	8,094	4,316	549	3,229
	<b>Conchos</b>	8,151	3,042	145	4,964
<b>Carga</b>		278,405	80,945	152,498	44,962
<i>Motocicletas</i>	<b>Particulares</b>	743,161	743,161	-	-
	<b>Motoconchos</b>	436,460	436,460	-	-
<b>Volteo</b>		14,131	-	-	14,131
<b>Máquinas Pesadas</b>		14,357	-	-	14,357
<b>Otros *</b>		11,036	639	1,489	8,908

Fuente: Estimaciones propias basadas en, datos de venta de combustible y Dirección General de Impuestos Internos; \* Incluye: Remolques, Ambulancias, Motocarga y Fúnebre

De los datos de la tabla resalta la variada composición por combustible utilizado para los automóviles, con un porcentaje mayor al 50% de los conchos operando a gas LP (Fig. 46).

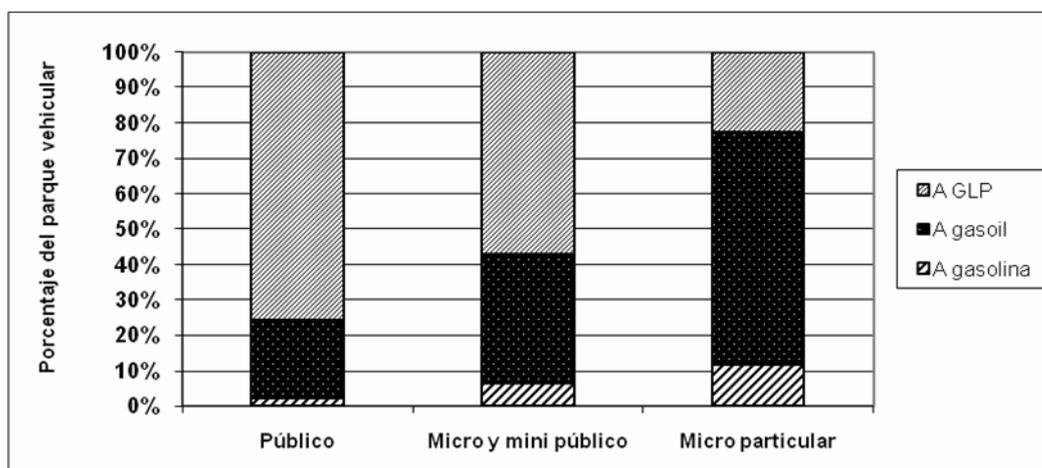
Figura 46. Porcentaje de automóviles por tipo de combustible utilizado (2005)



Fuente: Estimaciones propias basadas en, datos de venta de combustible y Dirección General de Impuestos Internos

Por su parte, resalta también la variada composición por combustible utilizado para vehículos de transporte de personas, donde más del 25% de los de tipo "Público" consumen gas LP y más del 60% del "Micro particular" consumen gas oil (Fig. 47).

**Figura 47. Porcentaje de vehículos de transporte de personas por tipo de combustible utilizado (2005)**



Fuente: Estimaciones propias basadas en, datos de venta de combustible y Dirección General de Impuestos Internos

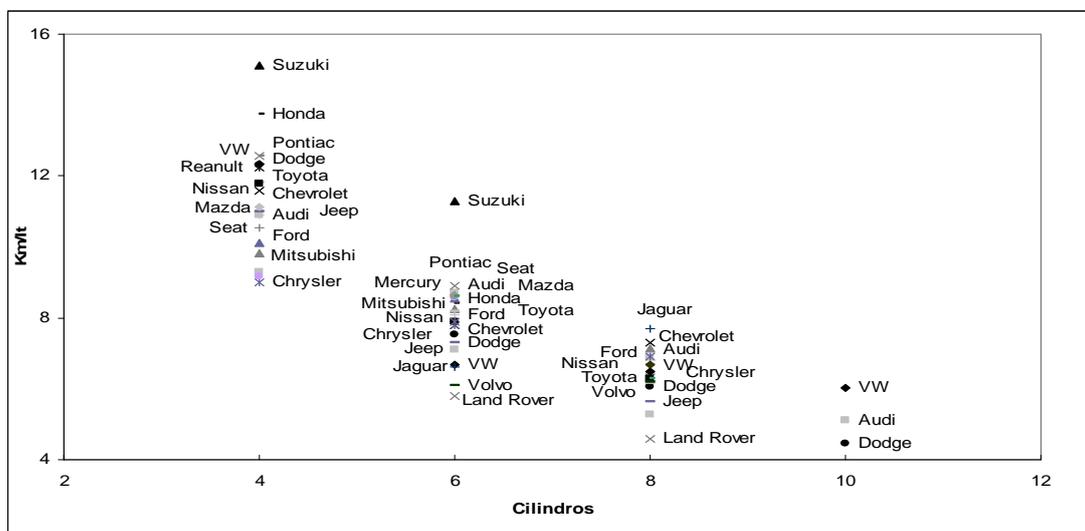
## 12.2 Rendimiento de combustible

Dado que no se pudo ubicar información sobre rendimientos de combustible para vehículos (nuevos y en uso) para la República Dominicana, se buscó información en diversas fuentes para poder tener alguna referencia sobre este parámetro y poder considerar su impacto sobre el consumo de energía en la República Dominicana.

Para automóviles los rendimientos de vehículos nuevos se ubican entre poco más de 4 hasta poco más de 15 km por litro (9.4 a 35.6 millas/galón).<sup>41</sup>

<sup>41</sup> <http://www.conae.gob.mx>

**Figura 48. Promedios de rendimientos vehiculares 2007 para diferentes tipos de vehículos, por cantidad de cilindros.**



Fuente: Preparación del autor con datos obtenidos de [www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx)

Para autobuses, se ubican rendimientos de vehículos nuevos entre 0.9 y 1.7 km por litro (Tabla 45).<sup>42</sup>

**Tabla 45. Rendimientos de combustible para autobuses nuevos**

Concepto	U-18	Scania	Volvo
Pasajeros sentados	48	47	47
Pasajeros de pie	117	113	118
Pasajeros totales	165	160	165
Rendimiento de combustible (km/lt)	0.90-1.1	0.92-1.7	0.90-1.4

Fuente: <http://www.rtp.gob.mx/FENIX/recupe.htm>

A su vez, la información referida a antigüedad del parque vehicular (datos de la Dirección General de Impuestos Internos para 2005), indica que el 77.5% de los automóviles privados registrados en son de fabricación de 1996 o anterior, mientras que un 15% fue fabricado entre 1997 y 2000, 6.5% entre 2001 y 2004 y tan sólo un 1% fueron de fabricación en 2005, lo que indica que el rendimiento promedio de combustibles de la mayoría de los vehículos en la república Dominicana está sensiblemente por debajo de los valores indicados arriba.

<sup>42</sup> <http://www.conae.gob.mx>

Por su parte, los vehículos en República Dominicana se mueven diariamente entre 25 km (para el automóvil privado) y 240 kilómetros (para el autobús). Igualmente, la ocupación promedio por vehículo va de 2 por automóvil privado a 60 para los autobuses.<sup>43</sup>

En base a lo anterior y a una calibración con los datos de consumo anual de combustible, se definieron de manera estimada los rendimientos promedio de los distintos tipos de vehículo que opera en la República Dominicana (Tabla 46).

**Tabla 46. Estimados de variables determinantes de consumo de energía por tipo de vehículo (2005)**

Tipo de vehículo	Recorrido diario (km/día)	Rendimiento de combustible (km/litro)	Parque	Consumo anual (millones de galones)
Conchos	150	3.50	8,151	34
Minibús y microbús	180	2.50	9,102	63
Autobús	110	0.80	2,276	30
Automóvil privado (1)	25	8.00	673,782	202
Motocicletas (2)	35	40.00	1,179,621	99
<b>TOTAL</b>			<b>1,872,932</b>	<b>428</b>

(1) Incluye Jeeps y jeppetas

(2) Incluye motoconchos

### 12.3 Movilidad

Para manejar escenarios que permitan estimar impactos energéticos de cambios de vehículos en la República Dominicana, se hace un estimado de la movilidad global del transporte de personas en el país.

Este indicador de la movilidad de personas se calcula multiplicando los kilómetros recorridos por día por tipo de vehículo, el número promedio de pasajeros, el parque de vehículos correspondiente y los 365 días del año (Tabla 47). Bajo esta perspectiva se estima que en la República Dominicana la movilidad de personas es de cerca de 58 mil millones de pasajero-kilómetro<sup>44</sup>, lo cual equivale a un promedio de 18 km de recorrido diario por cada dominicano.

---

<sup>43</sup> En entrevista personal realizada el 17 de Octubre de 2007 en Santo Domingo.

<sup>44</sup> Se entiende como pasajero-kilómetro a un pasajero recorriendo un kilómetro.

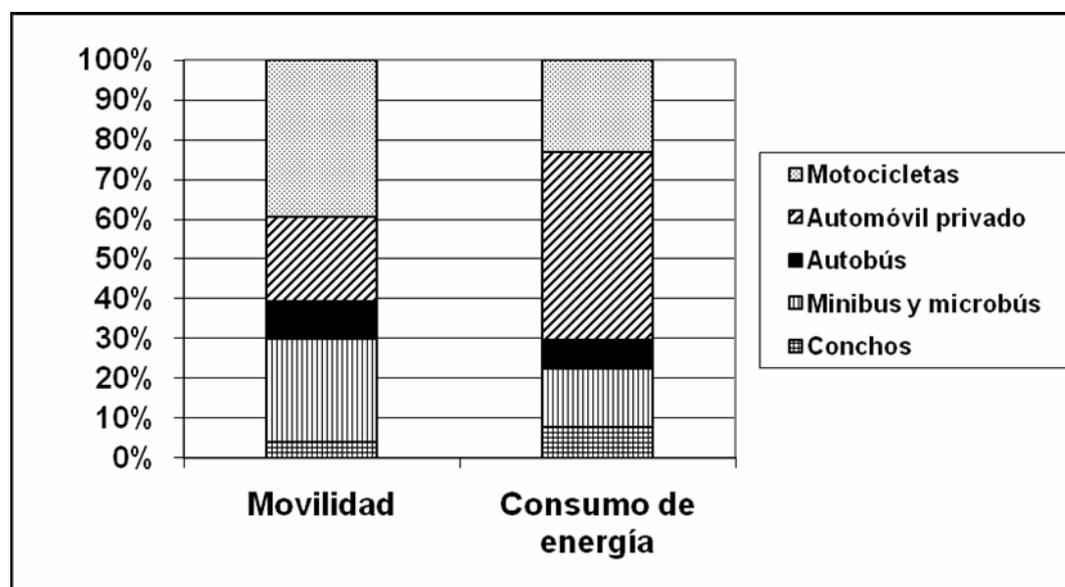
**Tabla 47. Recorridos diarios, ocupación promedio de vehículos, parque y recorrido total por pasajero estimados para la República Dominicana (2005)**

Tipo de vehículo	Recorrido diario (km/día)	Pasajeros promedio por viaje	Parque	Millones pasajero-km/año
<i>Conchos</i>	150	5	8,151	2,231
<i>Minibús y microbús</i>	180	25	9,102	14,950
<i>Autobús</i>	110	60	2,276	5,483
<i>Automóvil privado</i>	25	2	673,782	12,297
<i>Motocicletas</i>	35	2	1,179,621	22,604
<b>TOTAL</b>			<b>1,872,932</b>	<b>57,565</b>

Fuente: Preparación propia.

Haciendo una comparación de los porcentajes estimados de movilidad y de consumo de energía por tipo de vehículo resulta evidente que los autos privados consumen energía en una fracción muy superior a lo que consumen los vehículos de transporte público (Fig. 49).

**Figura 49. Porcentajes de movilidad y consumo de energía de distintos vehículos (2005)**



Fuente: Preparación propia.

#### **12.4. Las alternativas de acciones para el URE en el sector transporte**

Los detalles de la tecnologías sugeridas en este apartado se encuentran referidos en el ANEXO I: Tecnologías para el uso racional de la energía, sección transporte "Mejoras en la eficiencia energética de los vehículos", "Vehículos híbridos", "Vehículos a gas natural", "Vehículos con etanol" y "Vehículos con biodiesel".

##### *12.4.a Medidas tecnológicas aplicables a los vehículos*

Se estima que si la tecnología actualmente en el mercado se introdujese a todo el transporte nuevo de pasajeros podrían contribuir a una reducción del consumo de combustibles de cerca del 30% para 2030.<sup>45</sup> Sin embargo, estas posibilidades se enfrentan a las limitaciones propias de los mercados, por lo que, generalmente, es necesaria la intervención del gobierno a través de regulaciones o instrumentos económicos para poder generalizar su utilización y/o para acelerar el cambio de los vehículos viejos por aquellos con tecnología más avanzada.

##### *12.4.b Mejoras en la eficiencia energética de los vehículos.*

Existe actualmente tecnología que puede permitir, si se reduce la potencia de los vehículos, rendimientos de combustible del orden de 50% debajo de los actuales. Sin embargo, los mercados de automóviles en la actualidad reaccionan por otras variables y solo por medio de regulaciones obligatorias (de emisiones o de rendimiento de combustible) o través de incrementos en el precio de los combustibles se podría generalizar los vehículos con estas características.

##### *12.4.c Instrumentos económicos para el fomento*

Los instrumentos económicos sirven para reconocer, más allá de lo que marca el mercado, los altos costos sociales y ambientales asociados al uso de vehículos de combustión interna y permiten remover algunos de los obstáculos a los que se enfrentan los consumidores y los fabricantes para mejorar la eficiencia energética.

- **Precios de los combustibles o cargos por uso.** Al incrementar el costo de los combustibles o cobrar el uso de infraestructura por

---

<sup>45</sup> OECD. Transport and the Environment. Synthesis of OECD Work on Environment and Transport and Survey of related OECD, IEA and ECMT Activities. April of 2002.

distancia recorrida, que puede ser a través de impuestos específicos o de cargos en las carreteras, se puede reducir directamente su consumo o porque dan una señal económica positiva para la adquisición de vehículos más eficientes, además de recaudar recursos que paguen por los costos en los que incurre la sociedad en función de los volúmenes de uso y consumo de energía de los vehículos.

- **Impuestos a la propiedad de vehículos.** Estos instrumentos reconocen las diferencias en la eficiencia de los vehículos y castigan a los de menor rendimiento. Sin embargo, estos instrumentos no son equitativos ya que no penalizan por los volúmenes de consumo, que son los que a final de cuentas pesan en los impactos a la sociedad.

#### *12.4.d Instrumentos regulatorios.*

Los instrumentos regulatorios definen obligaciones de diversos actores económicos y sociales que, de no cumplirse, tienen castigos como multas o suspensión obligatoria de actividades. Estos instrumentos parten, generalmente, de leyes que tienen, a su vez, reglas en las que se basa la autoridad para monitorearlas, supervisarlas y hacerlas cumplir.

- **Normas y/o estándares de emisiones y de rendimiento de combustible.** Estos son instrumentos, generalmente de alcance nacional, que se establecen para cumplimiento de quienes fabrican los vehículos y se aplican independientemente del origen de los mismos. Los estándares determinan valores límite y especifican los métodos de prueba, los cuales son verificados y certificados por un conjunto de instituciones *ad-hoc*.
- **Límites de velocidad.** Los límites de velocidad se determinan en función de varias consideraciones de interés público, que incluyen la seguridad y la eficiencia energética. Estos pueden variar de acuerdo a jurisdicciones, predominando en las carreteras valores determinados por la autoridad nacional responsable de las mismas. Al igual que los estándares de emisiones y/o de rendimiento de combustibles, estos requieren de un sistema confiable que asegure su cumplimiento, aunque aquí la autoridad es directamente encargada de eso a través de las fuerzas del orden.
- **Planeación de uso de suelo y de infraestructura transporte.** Uno de los problemas más serios en las ciudades es la congestión, la cual tiene muchos impactos negativos, entre los que resaltan una menor eficiencia en la operación de los vehículos y una creciente contaminación. La planeación y regulación del uso del suelo y las decisiones sobre las inversiones en infraestructura para el movimiento de personas y mercancías (ampliación de vialidades, trenes metropolitanos, puentes, etc.) recaen principalmente en las autoridades propias de ciudades o de estados o provincias. Este tipo

de instrumentos permiten que se racionalice la localización y el movimiento de personas y mercancías en zonas urbanas en crecimiento y con visión de largo plazo, pero requieren de gran solidez de las instituciones públicas responsables.

#### *12.4.e Otras medidas*

Existen otras medidas que son de carácter administrativo y que son decisiones que toman los gobiernos ya que pueden ser implantadas en períodos cortos.

- **Promoción del transporte público.** En esta línea de acción la autoridad puede llevar a cabo inversiones o promover acciones del sector privado para ampliar la capacidad de movimiento de personas en vehículos de transporte público.
- **Control de tráfico en zonas urbanas.** Estas son medidas que pueden ser operada por medio de sistemas de poca o mucha sofisticación tecnológica como puede ser la mejora en los sistemas de semáforos, la prohibición (y cumplimiento de esta medida) del estacionamiento de vehículos en vía pública.
- **Campañas de concientización.** Este tipo de medidas son generalmente de gran alcance y buscan crear conciencia sobre la importancia social del ahorro de energía, sobre la lógica económica de llevar adelante acciones individuales y/o institucionales con ese propósito y para involucrar a la sociedad en general en acciones de beneficio colectivo.
- **Programas de información y capacitación.** Una práctica generalizada, de bajo costo relativo, y de buenos resultados para lograr ahorros de energía en conjuntos grandes de vehículos bajo una misma administración (flotillas vehiculares) son los programas de información y capacitación dirigidos a operadores de vehículos y de flotillas vehiculares.

#### **12.5 Medidas de ahorro y uso eficiente de la energía aplicables al transporte en República Dominicana.**

El PEN propone, para el sector transporte, medidas que se refieren a las mejoras para la transformación eficiente del parque, la sustitución de combustibles y la organización del sector. Específicamente, entre las medidas que recomendadas se destacan las siguientes:

1. Mejorar la infraestructura del sector;
2. Propiciar el transporte público masivo y medios más eficientes como el ferrocarril /Metro de buses articulados. En particular

sustituir el sistema de "motoconchos" por sistemas modernos de transporte público;

3. Mejorar la administración del tráfico vehicular (ej.: restringir el acceso de vehículos en ciertas áreas o a ciertas horas);
4. Propiciar las revisiones técnicas;
5. Establecer restricciones a las importaciones de vehículos usados de consumo ineficiente;
6. Establecer normas de emisiones de gases y partículas;
7. Incentivar la sustitución de combustibles hacia etanol y GLP;
8. Corregir la multiplicidad de autoridades de transporte, estableciendo una autoridad nacional y otra específica para la ciudad de Santo Domingo, encargadas de coordinar y planificar el desarrollo ordenado del sector;
9. Realizar un estudio detallado del sector, llegando a identificar el parque por tipo de motor y combustible, edad, etc.

#### **12.6 Potenciales de ahorro de energía en la República Dominicana por medidas tecnológicas aplicables a los vehículos**

Se consideran las siguientes medidas para ser aplicadas en la República Dominicana para el uso racional de energía en el sector transporte:

- Mejora en el rendimiento de combustibles de vehículos particulares
- Mejora en el rendimiento de combustibles de conchos
- Introducción de vehículos híbridos
- Mejora y ampliación de la capacidad de transporte público
- Sustitución de movilidad en automóvil privado por autobús.
- Sustitución de conchos por autobús.
- Uso del etanol

##### *12.6.a Mejora en el rendimiento de combustibles de vehículos particulares*

Se considera que los automóviles particulares (incluyendo en este universo a las jeeps y jeepetas), tanto por su cantidad como por la proporción de consumo de combustible (unido a la antigüedad), representan oportunidades de ahorro y uso eficiente significativas en la República Dominicana.

En particular, se estima que el universo potencial de acción lo representa los 530,000 autos particulares son de fabricación de 1996 o anterior.

Asumiendo que exista un programa de sustitución del 10% de los vehículos más ineficientes por vehículos con una mejora de rendimiento de combustible de 30% se obtendría un ahorro de combustible cercano a los 4.7 millones de galones (Tabla 48).

**Tabla 48. Estimados de ahorro de combustible por mejora en el rendimiento de combustibles de vehículos particulares.**

Estado	Recorrido diario (km/día)	Rendimiento de combustible (km/litro)	Parque sujeto a la medida	Consumo anual (millones de galones)
Actual	25	8.0	67,378	20.2
Propuesto		10.4		15.6
<b>Diferencia</b>		<b>+ 2.4</b>		<b>-4.7</b>

A nivel individual por vehículo, esto representa una reducción promedio de 70 galones al año que, a 3 US\$/galón, representa un ahorro de 210 US\$/año.

Esta medida, además del beneficio individual por vehículo, se puede impulsar a través de los impuestos a la propiedad de vehículos

#### *12.6.b Mejora en el rendimiento de combustibles de conchos*

Los conchos son vehículos que por su antigüedad y su poco mantenimiento tienen muy bajos rendimientos de combustible y, por lo mismo, representan oportunidades de ahorro con alta rentabilidad.

En 2005 se tenían registrados 8,151 conchos con un consumo anual de combustible estimado de 17.8 millones de galones de GLP, 10.9 millones de galones de gasolina y 0.5 millones de galones de gasoil.

El rendimiento de combustible de los conchos se estima de 3.5 km/litro (8.2 millas/galón).

Si se estableciera alguna obligación de renovación del parque de conchos por vehículos nuevos (o de modelo más reciente) podemos suponer que se podría lograr una mejora en rendimiento promedio de 100%, es decir, a 7 km/litro (16.4 millas/galón) se lograría una

reducción cercana a los 17 millones de galones de combustible al año (Tabla 49).

**Tabla 49. Estimados de ahorro de combustible por mejora en el rendimiento de combustibles de conchos**

Estado	Recorrido diario (km/día)	Rendimiento de combustible (km/litro)	Parque sujeto a la medida	Consumo anual (millones de galones)
Actual	150	3.5	8,151	33.6
Propuesto		7.0		16.8
<b>Diferencia</b>		<b>+ 3.5</b>		<b>-16.8</b>

A nivel individual por vehículo, esto representa una reducción promedio de 2,058 galones al año que, a 3 US\$/galón, representa un ahorro de 6,200 US\$/año.

Esta medida, además de que se paga por el beneficio individual por vehículo, se puede impulsar a través de los impuestos a la propiedad de vehículos

*12.6.c. Introducción de vehículos híbridos*

Los vehículos híbridos cuestan hasta 100% más que un auto de tamaño similar, por lo que su aprovechamiento en la República Dominicana sería, por el momento, limitado.

Sin embargo, haciendo un ejercicio simple de considerar la sustitución del 5% del parque actual de automóviles privados (cerca de 38,000 vehículos) por vehículos híbridos se tendría una reducción anual de consumo (por una mejora estimada de rendimiento de combustible de 8 a 20 km/litro) de cerca de 6 millones de galones por año (Tabla 50).

**Tabla 50. Estimados de ahorro de combustible por introducción de vehículos híbridos**

Estado	Recorrido diario (km/día)	Rendimiento de combustible (km/litro)	Parque sujeto a la medida	Consumo anual (millones de galones)
<b>Actual</b>	25	8.0	<b>33,689</b>	10.1
<b>Propuesto</b>		20.0		4.0
<b>Diferencia</b>		<b>+ 12.0</b>		<b>-6.1</b>

A nivel individual por vehículo, esto representa una reducción promedio de 180 galones al año que, a 3 US\$/galón, representa un ahorro cercano 3,300 US\$/año.

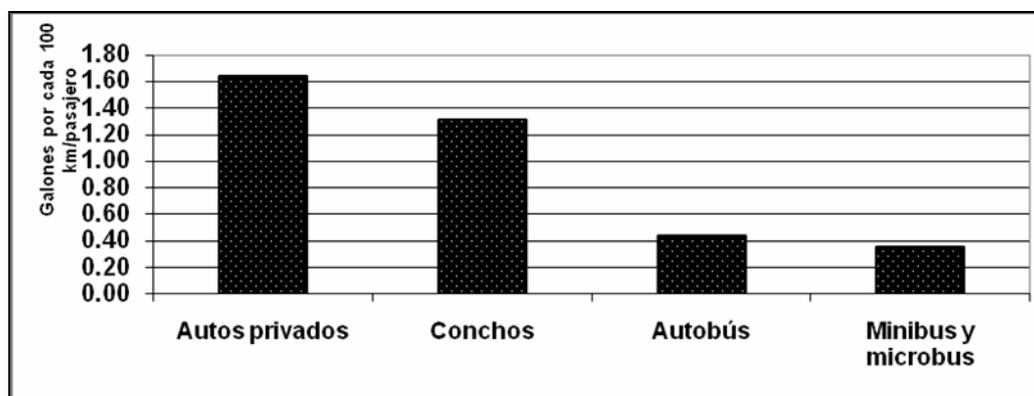
Esta medida, además del beneficio individual por vehículo, se puede impulsar a través de los impuestos a la propiedad de vehículos

*12.6.d Mejora y ampliación de la capacidad de transporte público*

La ampliación de la capacidad de transporte público es una medida que puede tener impactos significativos en el consumo de energía para transporte en la República Dominicana.

Un estimado del consumo que se requiere para mover un pasajero por 100 kilómetros (Galones/100 km-pasajero) nos muestra que el moverse en un vehículo privado (con dos personas como promedio) consume 3.8 veces más combustible por pasajero que un vehículo de transporte público (con una ocupación de 25 a 75 personas de acuerdo al tipo de vehículo) (Fig. 50). Igualmente, que esa relación es de 3 a 1 si la persona se mueve en conchos.

**Figura 50. Consumo de combustible para mover un pasajero 100 km (Galones)**



12.6.e *Sustitución de movilidad en automóvil privado por autobús.*

Este escenario supone que una fracción de los viajes que actualmente se realizan por automóvil privado se haga por vehículo de transporte público.

Así, suponiendo que 5% de los viajes que se realizan en automóvil particular se realicen en autobús (el equivalente a poco más de 550 millones de kilómetros-pasajero por año) se tendría que ampliar la capacidad de movilidad en vehículos de transporte público. De acuerdo a nuestras estimaciones, esto sería posible con un aumento del 15% del parque actual de autobuses (cerca de 340 autobuses). Esta medida significaría una reducción estimada de consumo de combustible de 5.6 millones de galones de combustible (Tabla 51).

**Tabla 51. Estimados de ahorro de combustible por sustitución de movilidad en automóvil privado por autobús.**

Tipo de vehículo	Recorrido diario (km/día)	Rendimiento de combustible (km/litro)	Parque en circulación		Variación en el consumo anual (millones de galones)
			Presente	Propuesto	
<b>Autobús</b>	110	0.80	<b>2,276</b>	<b>2,617</b>	4.51
<b>Automóvil privado (1)</b>	25	8.00	<b>673,782</b>	<b>640,093</b>	-10.11
<b>Diferencia</b>					<b>-5.6</b>

(1) Incluye Jeeps y jeppetas

Si, aunado al aumento del parque se le realiza una mejora en la eficiencia de todo el parque de autobuses (pasando de un rendimiento de combustible promedio de 0.8 km/litro a 1.0 km/litro) la reducción en consumo total de combustibles para el transporte de personas en la República Dominicana sería de 20 millones de galones de combustible (lo que representaría poco más del 3% de todo el consumo para este propósito).

12.6.f *Sustitución de conchos por autobús.*

Otro escenario técnicamente posible (pero con complejidades de otros tipos) es el de la sustitución del 100% los conchos por autobuses, es decir, que los 2,231 millones de pasajero-kilómetro que se mueven por medio de conchos sean transportados por autobuses.

De acuerdo a nuestras estimaciones, esto sería posible con un aumento del 40% del parque actual de autobuses (cerca de 900

autobuses) y con un aumento de su recorrido promedio diario. Esta medida significaría una reducción estimada de consumo de combustible de más de 21 millones de galones de combustible al año (Tabla 52).

**Tabla 52. Estimados de ahorro de combustible por sustitución de conchos por autobús.**

Tipo de vehículo	Recorrido diario (km/día)	Rendimiento de combustible (km/litro)	Parque en circulación		Variación en el consumo anual (millones de galones)
			Presente	Propuesto	
<b>Autobús</b>	110	0.80	<b>2,276</b>	<b>3,186</b>	12.0
<b>Conchos</b>	150	3.5	<b>8,151</b>	<b>0</b>	-33.6
<b>Diferencia</b>					<b>-21.6</b>

Si, aunado al aumento del parque se le realiza una mejora en la eficiencia de todo el parque de autobuses (pasando de un rendimiento de combustible promedio de 0.8 km/litro a 1.0 km/litro) la reducción en consumo total de combustibles para el transporte de personas en la República Dominicana sería de 30 millones de galones de combustible (lo que representaría poco más del 5% de todo el consumo para este propósito (Tabla 53).

**Tabla 53. Estimados de ahorro de combustible por sustitución de conchos por autobús y con mejora de rendimiento de combustibles en autobús.**

Tipo de vehículo	Recorrido diario (km/día)	Rendimiento de combustible (km/litro)	Parque en circulación		Variación en el consumo anual (millones de galones)
			Presente	Propuesto	
<b>Autobús</b>	110	1.0	<b>2,276</b>	<b>3,186</b>	3.6
<b>Conchos</b>	150	3.5	<b>8,151</b>	<b>0</b>	-33.6
<b>Diferencia</b>					<b>-30.0</b>

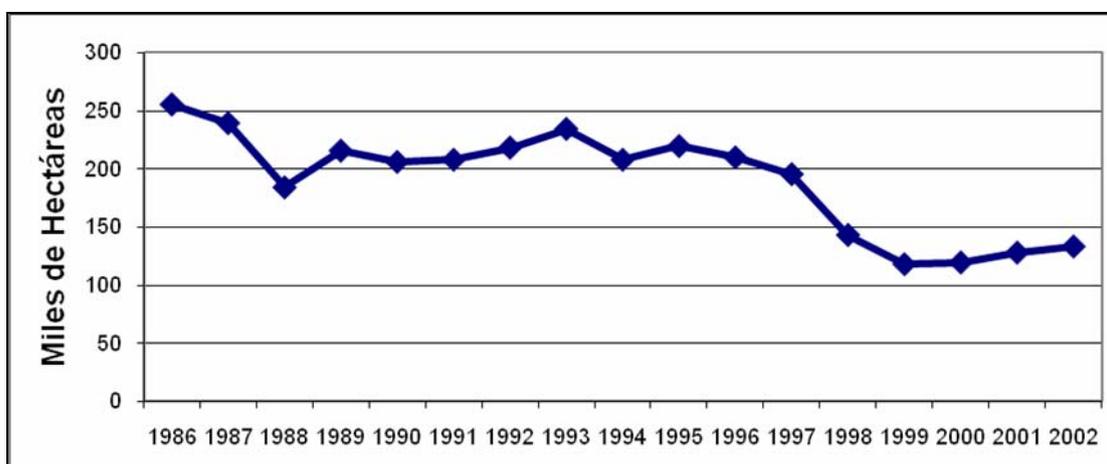
*12.6.g. Uso del etanol*

Las mezclas más probables de utilización del etanol en República Dominicana son E5 y E10, ya que en ambas composiciones no requieren de modificaciones en los motores de los automóviles.

La materia prima ideal para la producción de etanol carburante en República Dominicana, es la caña de azúcar<sup>46</sup>, ya que el país cuenta con la experiencia y el conocimiento suficiente sobre este cultivo y, además, se tienen ya, criterios a nivel mundial sobre la conveniencia y forma de desarrollar un programa con ésta fuente de biocombustible.

En este sentido la República Dominicana cuenta con cerca de 2.6 millones de hectáreas, de las cuales, para el año de 2002 cerca de 0.14 millones de hectáreas fueron sembradas con caña de azúcar (Fig. 51).<sup>47</sup>

**Figura 51. Superficie sembrada de caña de azúcar en la República Dominicana 1986-2002)**



Fuente: [www.inazucar.gov.do](http://www.inazucar.gov.do)

Es importante notar que las áreas de cultivo se han reducido, lo que permite considerar escenarios de una ampliación de la producción de caña de azúcar para convertirla a etanol.

Partiendo de un estimado de que se producen 70 litros de etanol por cada tonelada de caña de azúcar y de que la producción de caña de azúcar varía entre 60 y 110 toneladas por hectárea y suponiendo un valor bajo (70 Ton/Ha), se pueden tener una producción de cerca de 5,000 litros por hectárea sembrada de caña de azúcar.

Considerando una ampliación de 50 mil hectáreas de los niveles actuales de siembra para caña de azúcar, se podrían estar produciendo alrededor de 65 millones de galones de etanol al año, lo

---

<sup>46</sup> Conclusión obtenida del estudio hecho por Humberto Rodríguez en el borrador del documento "Diagnóstico y Definición de Líneas Estratégicas del Subsector Fuentes de Energía Nuevas y Renovables de Dominicana", Julio de 2007.

<sup>47</sup> [www.inazucar.gov.do/estadisticas\\_nacionales.htm](http://www.inazucar.gov.do/estadisticas_nacionales.htm)

que representa cerca del 16% del consumo actual de gasolina (esto en función de que la gasolina tiene un 25% más de poder calorífico por unidad de volumen).

Así, en términos muy simples, se puede decir que en la República Dominicana se puede considerar producir, en terrenos que ya han sido utilizados para la caña de azúcar, suficiente etanol como para mezclarlo con gasolina en una proporción del 15%.

## **12.7 Conclusiones y recomendaciones.**

- La gasolina es el principal combustible para transporte con un 43%, el gasoil el 24%, avtur (que se utiliza en aviación) con 20% y el gas licuado del petróleo con el restante 13%.
- Los automóviles particulares consumieron el 41% de la gasolina, siguiéndole las motocicletas con el 31% y el transporte de carga con el 16%. En gasoil, el transporte de carga utilizó casi el 60%, y los microbuses particulares el 20%.
- El parque vehicular de la República Dominicana está dominado por las motocicletas y los automóviles. El crecimiento del parque vehicular fue del 6% para el período 2001-2005.
- El 77.5% de los automóviles privados registrados son de fabricación de 1996 o anterior.
- Se estima que en la República Dominicana la movilidad de personas es de cerca de 58 mil millones de pasajero-kilómetro.
  - Lo cual equivale a un promedio de 18 km de recorrido diario por cada dominicano.
- Se considera un conjunto de medidas para ser aplicadas en la República Dominicana para el uso racional de energía en el sector transporte.
- Estas medidas pueden tener impactos significativos que pueden representar ahorros entre 5 y 30 millones de galones de combustible por año y reducir la dependencia en combustibles fósiles en 65 millones de galones al año.

**Tabla 54. Medidas a ser aplicadas en la República Dominicana**

Medida	Descripción	Impacto (Millones de galones por año)
Mejora en el rendimiento de combustibles de vehículos particulares	Sustitución del 10% de los vehículos más ineficientes por vehículos con una mejora de rendimiento de combustible de 30%	4.7
Mejora en el rendimiento de combustibles de conchos	Obligación de renovación del parque de conchos por vehículos de modelo más reciente	17.0
Introducción de vehículos híbridos	Sustitución del 5% del parque actual de automóviles privados por vehículos híbridos	6.0
Sustitución de movilidad en automóvil privado por autobús	5% de los viajes que se realizan en automóvil particular se realizan en autobús	5.6
Sustitución de conchos por autobús	Sustitución del 100% de los conchos por autobuses	De 21.0 a 30.0
Uso del etanol	Ampliación de 100 mil hectáreas de los niveles actuales de siembra para caña de azúcar	130 millones de galones de etanol al año, lo que representa cerca del 16% del consumo actual de gasolina

**Tabla 55. Instrumentos aplicables para el ahorro de energía en transporte**

Instrumento	Observaciones
Prospección	Muy recomendado
Incentivos económicos y financiamiento	Necesarios
Regulación y certificación de productos y sistemas	Recomendado
Obligaciones al sector público	No tendría efecto significativo
Compromisos voluntarios del sector privado	No necesario
Educación e información	Recomendable
Innovación tecnológica	No necesario
Articulación de actores	Necesario

---

APROVECHAMIENTO DE LA COGENERACIÓN EN  
LA REPÚBLICA DOMINICANA

---

## **13. APROVECHAMIENTO DE LA COGENERACIÓN EN LA REPÚBLICA DOMINICANA**

### **13.1 Sectores con posibilidades de aprovechamiento**

Se considera que existen dos sectores que pueden aprovechar esquemas de cogeneración: el industrial y el de servicios (particularmente los hoteles).

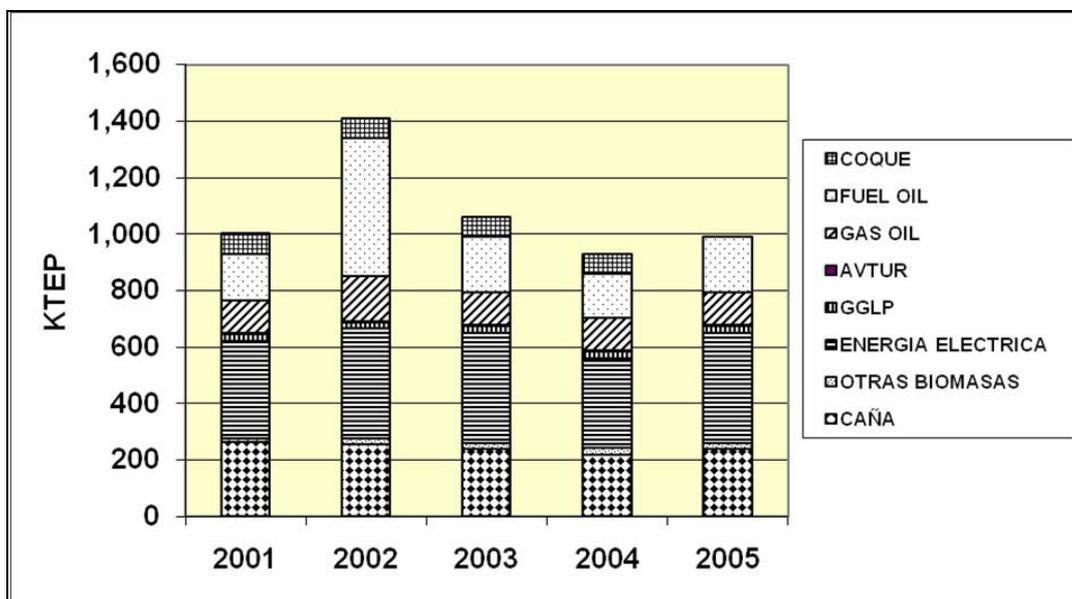
### **13.2 Sector Industrial**

El sector industrial en la República Dominicana esta constituido por, entre otras industrias, ingenios azucareros, las alimenticias, las tabacaleras, los fabricantes de textiles y cueros, las cementeras y de cerámica, la de químicos y plásticos, las "zonas francas" y las pequeñas fábricas.

En 2005, el sector industrial consumió 991 KTep. En términos de su consumo de energéticos, este sector utiliza por completo la oferta de productos de caña y el 86% de la oferta de otras biomásas. Representa a su vez el 38% del consumo nacional de energía eléctrica, el 4% de la utilización total del gas licuado del petróleo, el 16% del gasoil del total de todos los sectores, y es el único consumidor de fueloil.

Ahora bien, el consumo de energía del sector industrial ha tenido, como el resto de la economía dominicana, un patrón irregular en los últimos cinco años, lo que dificulta definir tendencias ni cuantificar con suficiente precisión las oportunidades (Fig. 52).

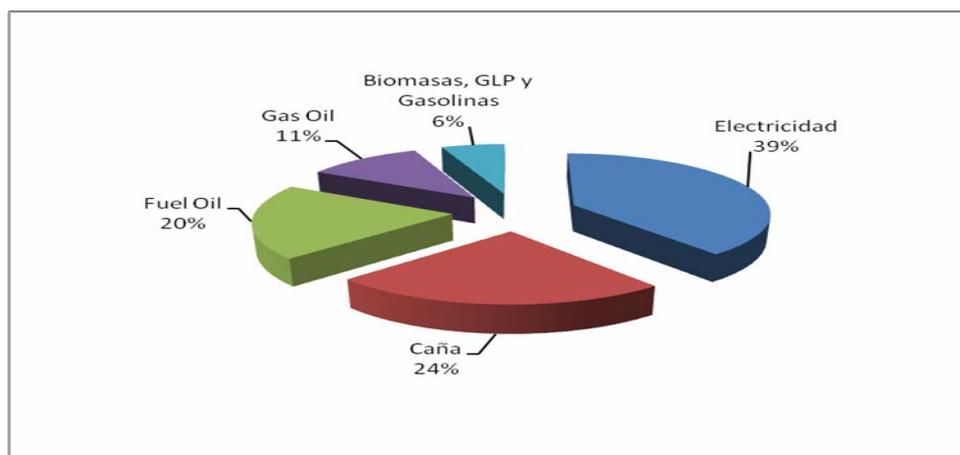
**Figura 52. Porcentajes de consumo final por tipo de energético en el sector industrial (2001 a 2005)**



*13.2.a. Consumo de electricidad*

Dentro de la estructura de utilización de los energéticos en la industria en 2005, es el consumo de electricidad el de mayor importancia, lo cual representa 390 KTEp (4,530 GWh) un 39% del consumo total en energía en este sector (Fig. 53).

**Figura 53. Porcentajes de consumo por tipo de energético en el sector industrial (2005).**

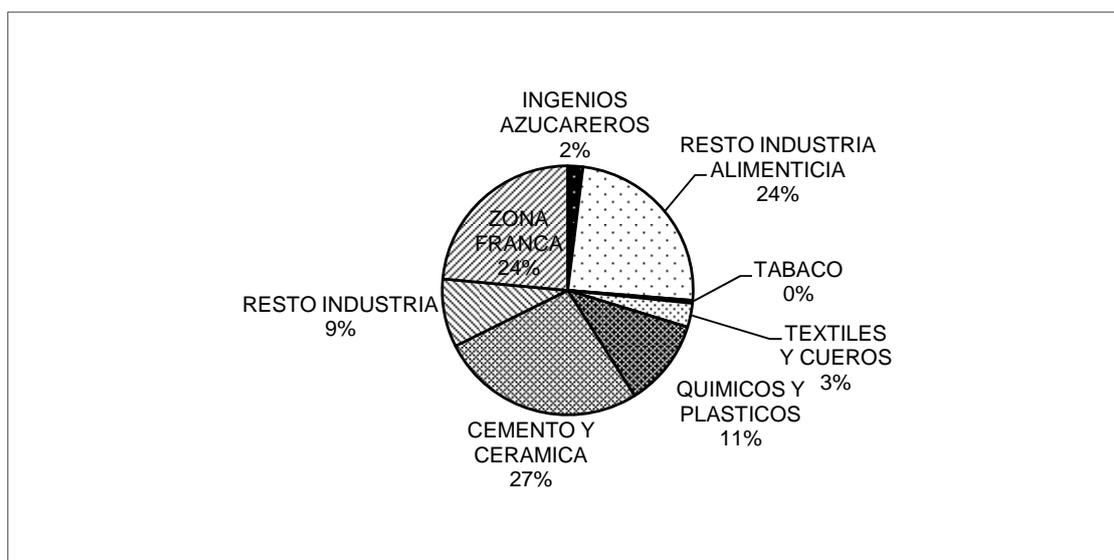


Fuente: CNE, Balance de Energía 2005

De acuerdo al Balance 2004 de Energía (no se tienen disponibles datos con este nivel de detalle para años posteriores) los principales sectores industriales como consumidores de electricidad en la

República Dominicana son la industria del cemento y la cerámica (27%), la industria alimentaria (sin incluir ingenios azucareros) (24%) y las zonas francas (24%) (Fig. 54).

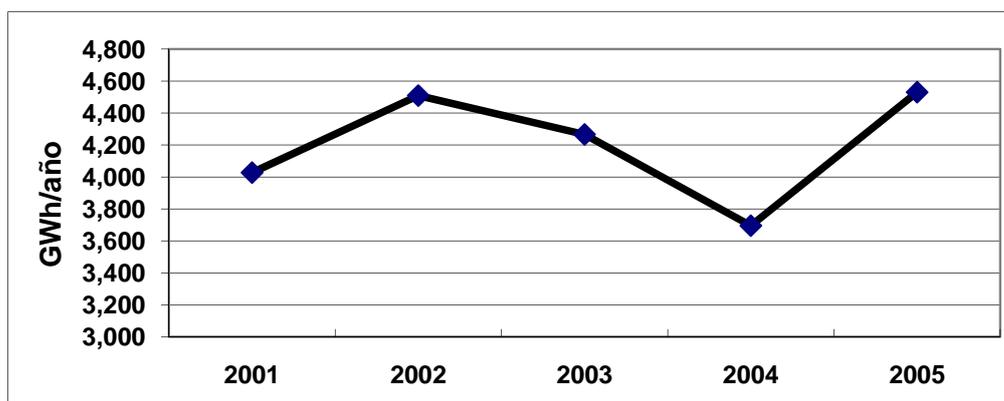
**Figura 54. Porcentajes de consumo de electricidad en el sector industrial (2004).**



Fuente: CNE, Balance de Energía 2004

El consumo de electricidad del sector industrial de la República Dominicana ha sido irregular, pero tiene tendencia a una recuperación significativa (Fig. 55).

**Figura 55. Consumo de electricidad del sector industrial**



Fuente: CNE, Balances de Energía 2001 a 2005.

13.2.b *Autoabastecimiento eléctrico*

En la actualidad, cerca del 40% de la electricidad que demanda el sector industrial es autoabastecida (Tabla 56).

**Tabla 56. Autoabastecimiento de electricidad en el sector industrial de la RD (2001)**

Subsector	Capacidad instalada (MW)	Generación (GWh)	Autoabastecimiento como % del uso de electricidad (%)	Consumo de electricidad (GWh)	Factor de carga (%)
Zonas francas	576	114	12.1	945	2.27
Resto de industria alimenticia	445	429	43.8	980	11.01
Otras industrias	251	115	56.7	202	5.21
Textiles y cuero	134	77	61.2	125	6.56
Cemento y cerámica	97	517	48.3	1070	60.62
Papel e imprenta	82	27	18	151	3.80
Químicos y plásticos	37	217	47.8	454	66.23
Ingenios azucareros	27	76	97.5	78	32.18
Tabaco	7	2	15.1	15	3.98
<b>TOTAL</b>	<b>1,657</b>	<b>1,574.80</b>	<b>39.1</b>	<b>4028</b>	<b>10.85</b>

Fuente: Preparación propia con datos de IDEE/FB-CNE: Energy Balance Information, 2001, page 200-201.

En particular, resaltan los siguientes aspectos:

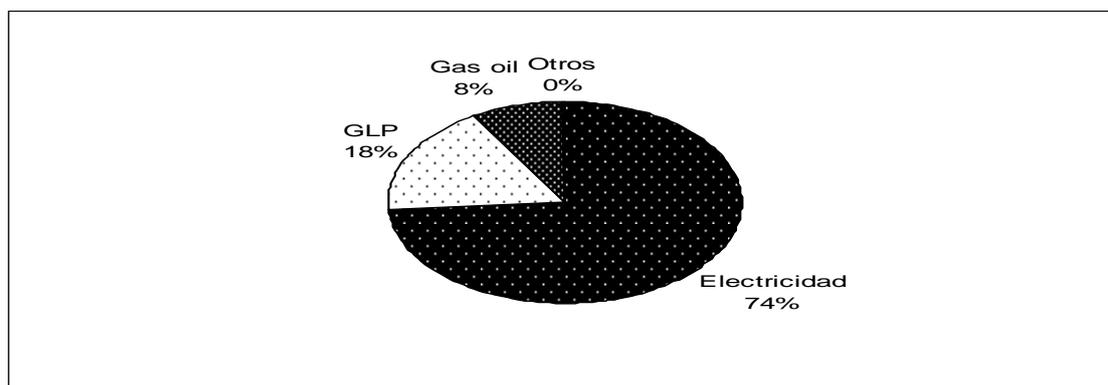
- La mayor capacidad instalada se ubica en las zonas francas (576 MW), en "resto de la industria alimenticia" (445 MW) y "otras industrias" (251 MW). Entre estas tres industrias se tiene el 77% de la capacidad de autoabastecimiento del sector industrial.
- La industria azucarera genera casi la totalidad de la electricidad que requiere (97.5%).
- Las industrias de cemento y cerámica (517 GWh), el "resto de la industria alimenticia" (429 GWh) y químicos y plásticos (217 GWh) son las que más cantidad de energía eléctrica generan.

- Las industrias que mejor aprovechan su capacidad instalada de generación son la de químicos y plásticos (66% de factor de carga) y cemento y cerámica (61% de factor de carga).
- Las industrias que menos aprovechan su capacidad instalada de generación eléctrica son las zonas francas (2.3% de factor de carga) de tabaco (4% de factor de carga) y papel e imprenta (3.8%). Esto puede significar que solo generen en horas punta o cuando se tienen apagones.

### **13.3. Sector Comercial, Servicios y Público**

En el año 2005, el consumo de energía del sector comercial, servicios y público fue de 239 Ktep. De ese total casi tres cuartas partes (el 74%) fueron en forma de electricidad (Fig. 56).

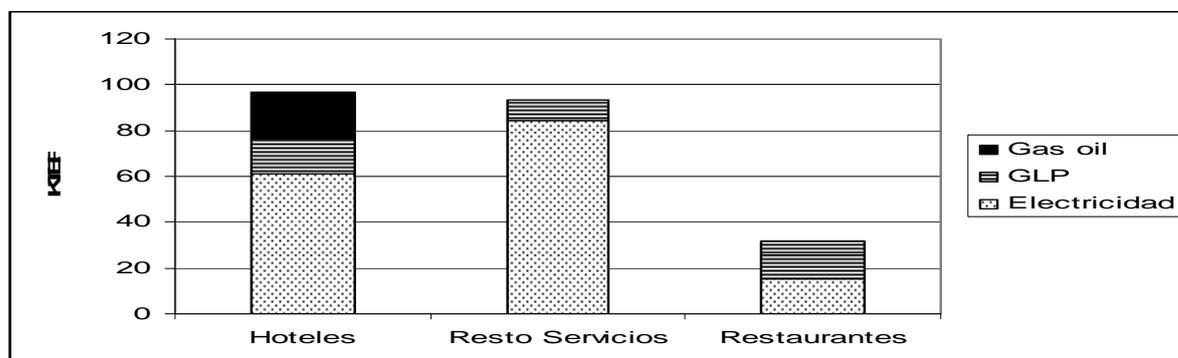
**Figura 56. Porcentajes de consumo por tipo de energético en el sector comercial, servicios y público (2005).**



Fuente: CNE, Balance de Energía 2005

Por subsectores, los hoteles basan su utilización energética fundamentalmente en electricidad, la cual representa un 63% del consumo de energía de éste subsector. Los restaurantes consumen en partes iguales gas LP y electricidad. El 90% del consumo de energía del resto de servicios es en energía eléctrica y el restante 10% en gas licuado del petróleo (Fig. 57).

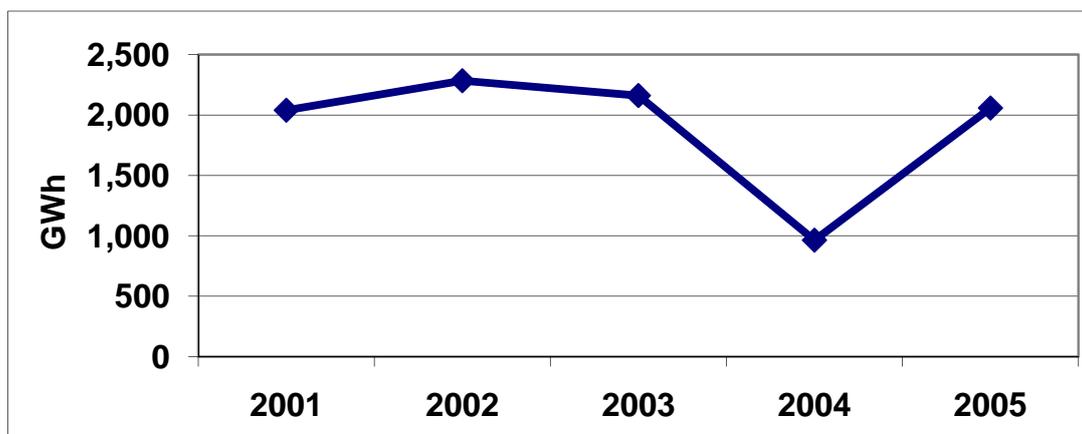
**Figura 57. Consumo por subsector y por tipo de energético en el sector comercial, servicios y público (2005).**



Fuente: Balance de Energía 2004, República Dominicana

Al igual que el del sector industrial, el consumo de electricidad del sector comercios y servicios de la República Dominicana ha sido irregular, pero tiene tendencia a una recuperación significativa (Fig. 58).

**Figura 58. Consumo de electricidad del sector comercios y servicios.**



Fuente: CNE, Balances de Energía 2001 a 2005.

### **13.4 Las oportunidades para la cogeneración en la República Dominicana**

Desafortunadamente no se dispone de información sobre las características de las plantas actuales de autoabastecimiento ni de los aspectos relacionados a las necesidades de calor de las instalaciones industriales.

Sin embargo, es posible estimar, de manera muy general, los potenciales de ahorro de energía por un mejor aprovechamiento de

la energía primaria por medio de la cogeneración. En este sentido, a continuación se presentan dos estimaciones: una suponiendo de todo el autoabastecimiento se logre por cogeneración y otra suponiendo que todo el consumo de energía se autoabastece y con cogeneración (incluyendo hoteles).

*13.4.a Autoabastecimiento actual con cogeneración*

Para hacer este ejercicio se revisa primero la relación entre el estimado de consumo de combustibles por una generación eléctrica convencional (con eficiencia de 30%) y el consumo total de combustibles de los subsectores industriales. Este ejercicio permite identificar si existe cogeneración en un subsector industrial dado.

Así, partiendo de que las industrias en la República Dominicana se autoabastecen en cerca de 1,600 GWh al año, el la relación entre el consumo estimado de combustibles para generación y el consumo total de los subsectores nos muestra que el subsector de químicos y plásticos tiene una relación de 1 a 3.57, lo que indica claramente que aplica esquemas de cogeneración (Tabla 57).

**Tabla 57. Relación de estimado de consumo de combustibles para autoabastecimiento eléctrico y consumo total por subsectores industriales.**

<b>Subsector</b>	<b>Consumo estimado de combustibles para generación (KTEP)</b>	<b>Consumo total de combustibles (KTEP)</b>	<b>Relación</b>
INGENIOS AZUCAREROS	21.9	263.7	0.08
RESTO INDUSTRIA ALIMENTICIA	123.0	102.5	1.20
TABACO	0.7	0.7	0.91
TEXTILES Y CUEROS	22.0	16.8	1.31
QUIMICOS Y PLASTICOS	62.2	17.4	3.57
CEMENTO Y CERAMICA	148.1	173.0	0.86
RESTO INDUSTRIA	40.6	32.0	1.27
ZONA FRANCA	32.8	40.8	0.80
<b>TOTAL</b>	<b>451.4</b>	<b>647.0</b>	<b>0.70</b>

Fuente: Preparación del autor en base a CNE, Balances de Energía 2001 a 2005.

Así, eliminando al sector de químicos y plásticos, llevamos a cabo un ejercicio donde se toman los valores de la Tabla 50 y se considera que la mejora de eficiencia en el uso de energía primaria por la cogeneración de un 30% a un 70%. Como resultado, se lograría un

ahorro cercano a los 220 Ktep, lo que representaría cerca del 24% de su consumo total actual (Tabla 58).

**Tabla 58. Estimado de ahorro de energía primaria por realizar el autoabastecimiento actual por cogeneración.**

Subsector	Generación		Consumo de combustibles (Ktep)		
	GWh	KTEP	Eficiencia de 30%	Eficiencia de 70%	Diferencia
INGENIOS AZUCAREROS	76.4	6.6	21.9	9.4	12.5
RESTO INDUSTRIA ALIMENTICIA	429.3	36.9	123.0	52.7	70.3
TABACO	2.3	0.2	0.7	0.3	0.4
TEXTILES Y CUEROS	76.9	6.6	22.0	9.4	12.6
QUIMICOS Y PLASTICOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CEMENTO Y CERAMICA	516.7	44.4	148.1	63.5	84.6
RESTO INDUSTRIA	141.8	12.2	40.6	17.4	23.2
ZONA FRANCA	114.4	9.8	32.8	14.1	18.7
<b>TOTAL</b>	<b>1,357.8</b>	<b>116.7</b>	<b>389.2</b>	<b>166.8</b>	<b>222.4</b>

*Fuente: Preparación del autor con datos de IDEE/FB-CNE: Energy Balance Information, 2001, page 200-201 y de CNE, Balances de Energía 2001 a 2005.*

Esto significa que el equivalente a 222.4 Ktep serían aprovechados en forma de calor para los procesos de las industrias en donde se aplica la cogeneración.

#### *13.4.b Autoabastecimiento total con cogeneración*

Un segundo ejercicio mucho más hipotético que el primero es el de suponer que todo el consumo actual de electricidad sea autoabastecido en procesos de cogeneración.

Así, en este caso incluyendo a los hoteles (que tiene posibilidades de cogeneración ya que tienen necesidades de calor y refrigeración), llevamos a cabo dos ejercicios donde se toman los consumos totales de electricidad y se suponen dos escenarios de eficiencia de generación (de la red y del autoabastecimiento con cogeneración).

#### *13.4.c Autoabastecimiento total con cogeneración: alta eficiencia en la red y mediana eficiencia en el autoabastecimiento.*

Para este caso se supone que la red tiene una eficiencia de generación promedio de 40% y el autoabastecimiento por cogeneración una eficiencia promedio de 60%.

Con estas suposiciones, el ahorro estimado de energía primaria sería cercano a los 365 KTep (Tabla 59).

**Tabla 59. Estimado de ahorro de energía primaria por autoabastecimiento total con cogeneración (*alta eficiencia en la red y mediana eficiencia en el autoabastecimiento*).**

Subsector	Consumo		Consumo de energía primaria (KTep)		
	GWh	KTep	(La Red) Eficiencia de 40%	(La planta) Eficiencia de 60%	Diferencia
INGENIOS AZUCAREROS	82.9	7.1	17.8	11.9	5.9
RESTO INDUSTRIA ALIMENTICIA	1,038.1	89.3	223.1	148.8	74.4
TABACO	16.4	1.4	3.5	2.3	1.2
TEXTILES Y CUEROS	133.1	11.4	28.6	19.1	9.5
QUIMICOS Y PLASTICOS	480.8	41.3	103.3	68.9	34.4
CEMENTO Y CERAMICA	1,134.2	97.5	243.8	162.5	81.3
RESTO INDUSTRIA	377.2	32.4	81.1	54.1	27.0
ZONA FRANCA	1,003.6	86.3	215.7	143.8	71.9
HOTELES	823.01	70.8	176.9	117.9	59.0
<b>TOTAL</b>	<b>5,089.2</b>	<b>437.6</b>	<b>1,094.0</b>	<b>729.3</b>	<b>364.7</b>

Fuente: Preparación del autor en base a CNE, Balances de Energía 2001 a 2005.

*13.4.d Autoabastecimiento total con cogeneración: baja eficiencia en la red y alta eficiencia en el autoabastecimiento.*

Para este segundo caso hipotético, se supone que la red tiene una eficiencia de generación promedio de 30% y el autoabastecimiento por cogeneración una eficiencia promedio de 70%.

Con estas suposiciones, el ahorro estimado de energía primaria sería cercano a los 830 KTep, lo que duplicaría el ahorro estimado e implicaría un aumento de poco más de 620 KTep en el consumo actual de combustibles en la industria (Tabla 60).

**Tabla 60. Estimado de ahorro de energía primaria por autoabastecimiento total con cogeneración (baja eficiencia en la red y alta eficiencia en el autoabastecimiento).**

Subsector	Consumo		Consumo de energía primaria (KTEP)		
	GWh	KTEP	Eficiencia de 30%	Eficiencia de 70%	Diferencia
INGENIOS AZUCAREROS	82.9	7.1	23.8	10.2	13.6
RESTO INDUSTRIA ALIMENTICIA	1,038.1	89.3	297.5	127.5	170.0
TABACO	16.4	1.4	4.7	2.0	2.7
TEXTILES Y CUEROS	133.1	11.4	38.2	16.4	21.8
QUIMICOS Y PLASTICOS	480.8	41.3	137.8	59.1	78.7
CEMENTO Y CERAMICA	1,134.2	97.5	325.1	139.3	185.8
RESTO INDUSTRIA	377.2	32.4	108.1	46.3	61.8
ZONA FRANCA	1,003.6	86.3	287.6	123.3	164.4
HOTELES	823.01	70.8	235.9	101.1	134.8
<b>TOTAL</b>	<b>5,089.2</b>	<b>437.6</b>	<b>1,458.6</b>	<b>625.1</b>	<b>833.5</b>

Fuente: Preparación del autor en base a CNE, Balances de Energía 2001 a 2005.

### 13.5 Conclusiones y recomendaciones

- Se considera que existen dos sectores que pueden aprovechar esquemas de cogeneración: el industrial y el de servicios (particularmente los hoteles).
- En la actualidad, cerca del 40% de la electricidad que demanda el sector industrial es autoabastecida.
- La cogeneración es aplicable, fundamentalmente, en las industrias que utilizan vapor y/o agua caliente como químicas, papeleras o alimentarias, en las que requieren procesos de secado como en minería, cerámica y similares, y, en general, en cualquier instalación que consuma calor o frío. También tiene aplicaciones en edificios en los que el calor puede emplearse para calefacción, para refrigeración (mediante sistemas de absorción) y preparación de agua caliente sanitaria (como por ejemplo hospitales y hoteles).
- La eficiencia de los sistemas de cogeneración varía entre 70 y 90% y estos sistemas amplían la eficiencia de sistemas convencionales en hasta tres veces.
- La mejora de eficiencia en el uso de energía primaria por autoabastecimiento eléctrico por cogeneración lograría un ahorro cercano a los 220 KTEp.
- Desafortunadamente no se dispone de información sobre las características de las plantas actuales de autoabastecimiento ni de los aspectos relacionados a las necesidades de calor de las instalaciones industriales. Por lo mismo, es muy recomendable realizar estudios que

identifiquen con mucha mayor precisión los potenciales de cogeneración.

**Tabla 61. Instrumentos aplicables para el ahorro de energía en cogeneración**

<b>Instrumento</b>	<b>Observaciones</b>
Prospección	Necesario
Incentivos económicos y financiamiento	Necesario
Regulación y certificación de productos y sistemas	No necesario
Obligaciones al sector público	No aplica
Compromisos voluntarios del sector privado	No necesario
Educación e información	Recomendado
Innovación tecnológica	Recomendado (se recomienda la promoción de proyectos piloto)
Articulación de actores	Muy recomendable

---

MOTORES ELÉCTRICOS EN EL SECTOR INDUSTRIAL  
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

---

## 14. MOTORES ELÉCTRICOS EN EL SECTOR INDUSTRIAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

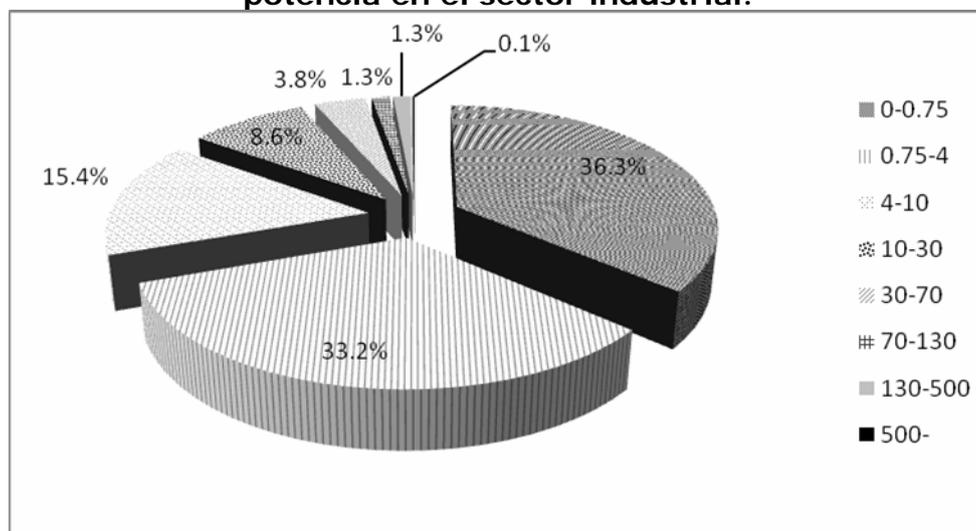
### 14.1. El consumo de energía eléctrica para motores eléctricos en el sector industrial de la República Dominicana

Los motores eléctricos satisfacen una amplia gama de necesidades, desde arrancar, acelerar, mover, o frenar, y hasta sostener y detener una carga. Estos motores se fabrican en potencias que varían desde una pequeña fracción de caballo de vapor (HP) hasta varios miles, y con una amplia variedad de velocidades, que pueden ser fijas, ajustables o variables.

De acuerdo a estudios realizados en sectores industriales de la Comunidad Europea, cerca del 70% del consumo eléctrico se realiza en motores<sup>48</sup>. Así, para la República Dominicana, donde el consumo total de electricidad en el sector industrial asciende a los 4,500 GWh, se estima que en 2005 el consumo de energía para hacer funcionar motores eléctricos fue cercano a 3,000 GWh.

El mismo estudio referido arriba nos indica la distribución por tamaño de los motores eléctricos indicándonos una mayor representatividad de motores de pequeña y mediana potencia, con los motores eléctricos de de 0 a 30 HP representando el 90% del parque existente (Figura 59).

**Figura 59. Distribución porcentual de motores eléctricos según su potencia en el sector industrial.**



Fuente: Elaboraciones propias

<sup>48</sup> University of Coimbra, Portugal, "Improving the penetration of energy efficient motors and drives". European Commission, Directorate-General for Transport and Energy, SAVE II Programme 2000.

Haciendo una extrapolación en función del consumo de electricidad en el sector industrial de la República Dominicana y basado en el estudio referido se estima en poco más de 58 mil el número de motores operando en el sector industrial de la República Dominicana (Tabla 62).

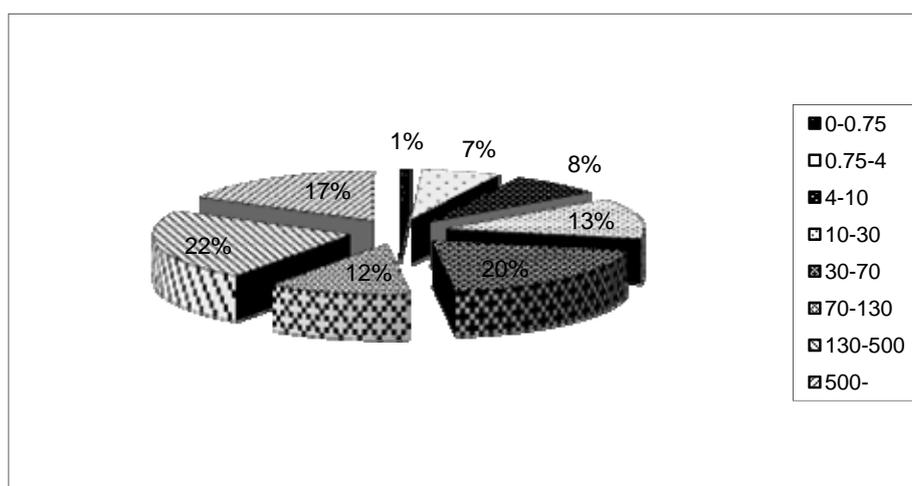
**Tabla 62. Estructura del parque de motores en el sector industrial**

Tamaño (HP)	No. de Motores
0-0.75	21,138
0.75-4	19,366
4-10	8,957
10-30	4,998
30-70	2,185
70-130	773
130-500	758
500-	83
<b>TOTAL</b>	<b>58,258</b>

El consumo de energía de los motores eléctricos depende de la potencia, la eficiencia del equipo y de las horas de operación.

Aunque los motores eléctricos pequeños y de mediana potencia representan un alto porcentaje del número de motores, no son los de mayor consumo. Con solo el 8.3% del parque, los motores de más de 30 HP consumen el 72.5% de electricidad (Figura 60).

**Figura 60. Distribución porcentual del consumo de energía en motores eléctricos del sector industrial.**

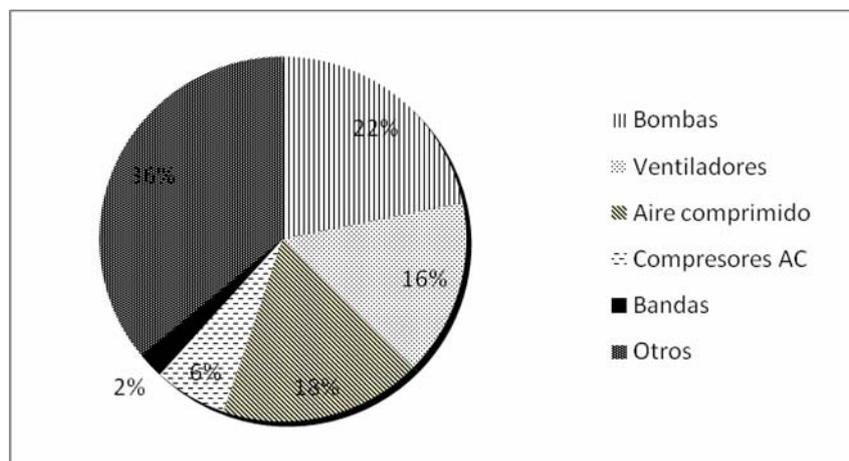


Fuente: Elaboración propia

En lo que se refiere al uso que se les da a los motores eléctricos, los motores del rubro "otros" (refiere al consumo de motores que no operan con flujo variable) son los que más electricidad consumen, siguiéndole en

uso para bombas, aire comprimido y ventiladores y, con menor importancia, se encuentran los motores utilizados para compresores de aire acondicionado y bandas (Figura 61).

**Figura 61. Estructura porcentual del consumo de los motores eléctricos en el sector industrial por uso de los motores**



Fuente: Elaboraciones propias

#### **14.2 Potenciales de ahorro de energía**

En el ANEXO I se puede ubicar una descripción de la tecnología de los motores eléctricos y de las alternativas tecnológicas para el URE.

Desde el punto de vista del usuario de los equipos, las alternativas de un usuario en la compra de un motor son: motores estándar y motores eficientes.

- Los motores estándar serán aquellos que tienen una eficiencia igual o menor a los definidos por la Norma NEMA-Premium (ver anexo de Tecnología de motor eléctrico).
- Los motores eficientes serán aquellos que cumplen con la norma Nema-Premium.

Para establecer la rentabilidad de la sustitución de motores se deben considerar los siguientes aspectos:

- Potencia del equipo
- Horas de uso por año
- Diferencial de eficiencias entre equipos estándar y equipo con certificación NEMA.

- Diferencial de costos, es decir, la diferencia en costo entre un equipo estándar y uno de certificación NEMA de alta eficiencia.
- El costo de la energía

Además de utilizar los datos de potencia y de horas de uso del estudio referido arriba y las eficiencias referidas por NEMA, se consideró un costo incremental promedio de los motores del 10%<sup>49</sup>, y un precio promedio de energía eléctrica de 0.3 US\$/kWh.

Con esta información se obtuvo una rentabilidad alta para todos los motores, siendo el período de recuperación para un motor pequeño (0-0.75 HP) de 4 meses y para un motor grande (500 HP) de menos de un mes (Tabla 63).

**Tabla 63. Potencial de ahorro de energía y monetario por cambio a motor eléctrico eficiente, según capacidad de motor.**

Potencia HP	Horas de uso (Año)	Eficiencia		Ahorro de Energía (kWh /año)	Ahorro Monetario (US\$/año)	Retorno Inversión (Meses)
		Estándar	Nema			
0-0.75	4320	0.65	0.82	406	122	4
0.75-4	4644	0.67	0.87	3637	1091	1
4-10	3287	0.82	0.90	2886	866	2
10-30	5404	0.88	0.92	4503	1351	3
30-70	7742	0.91	0.94	10182	3055	3
70-130	5137	0.92	0.95	15834	4750	3
130-500	4640	0.92	0.96	40617	12185	2
500-	7681	0.93	0.96	219667	65900	0.5

Notas: Eficiencias promedio. Al hablar de estándar nos referimos a motores en operación. Fuentes: <http://www.nema.org/premiummotors>; <http://www.siemens.com.mx>

Por lo anterior, se estima que el universo potencial de acción en motores eléctricos del sector industrial representa la totalidad de motores, por lo que se plantea, para estimar el potencial de ahorro de energía por el uso de motores eléctricos en el sector industrial, lo siguiente:

- El parque de motores eléctricos sujetos a cambio en el sector industrial es total (100%)
- Que existen 58,258 motores eléctricos operando en el sector industrial de República Dominicana
- Que el consumo de energía eléctrica por la operación de estos motores es de 3,171 GWh

<sup>49</sup> En base a precios de motores eléctricos marca Siemens

Así, el potencial de ahorro de energía por sustitución de motores en el sector industrial de la república Dominicana es de cerca de 211 GWh anuales y tendría una inversión de casi 9 millones de US\$ (Tabla 64).

**Tabla 64. Potencial de ahorro de energía por sustitución total de motores eléctricos a eficientes en el sector industrial**

Potencia HP	No. motores	Ahorro de Energía (GWh/año)	Inversión (Millones US\$)
0-0.75	21,138	8.6	0.89
0.75-4	19,366	70.4	1.2
4-10	8,957	25.8	1.3
10-30	4,998	22.5	1.5
30-70	2,185	22.2	1.4
70-130	773	12.2	0.8
130-500	758	30.8	1.3
500-	83	18.3	0.24
<b>Total</b>	<b>58,258</b>	<b>210.9</b>	<b>8.7</b>

#### 14.3 Acciones para el ahorro y uso eficiente de la energía en motores eléctricos

Dadas las condiciones de buena rentabilidad del cambio de motores eléctricos pero con la necesidad de altas inversiones iniciales, es evidente que los apoyos para promover la tecnología deben ubicarse en facilidades de crédito y de bajas tasas de interés, además de garantizar la calidad y certificar las características de los productos en el mercado. Este programa puede llevarse a cabo con el apoyo de las empresas de distribución eléctrica o a través de cadenas de distribución de los equipos.

Sea cual fuere la estrategia a seguir, es recomendable establecer un programa específico que puede integrar pasos como los que se enumeran y describen a continuación.

- **Evaluación del mercado y la tecnología** Es necesario tener una buena evaluación de los productos considerados para el programa. Esta evaluación debe incluir un análisis del mercado, no solamente en términos de las características de los productos sino también en términos de cuánto se vende de un producto dado, a qué precios y quién lo trae al mercado (importadores y comercializadores).
- **Encuesta en industrias.** Esta tarea es necesaria para definir con la mayor precisión posible el tamaño y alcance del programa. La encuesta debe incluir la siguiente información:
  - a. *Tamaño y características del motor.* Es importante conocer la potencia, eficiencia, factor de carga del motor en operación.

- b. *Patrones de uso.* Establecer, mínimamente, las horas de uso diario de los equipos. En su caso, integrar perfiles horarios por días de la semana.
  - c. *Suministro de energía.* Dado que muchas industrias en la R.D. generan su propia electricidad—a costos mayores por kWh que la red de suministro y, por lo mismo, con mayor rentabilidad para la sustitución de motores eléctricos—es importante identificar los costos que generan su propia electricidad.
  - d. *Mecanismos de entrega.* Los entrevistados deben ser preguntados sobre un conjunto de posibles elementos de mecanismos de entrega (reembolsos, pagos a través de la factura eléctrica, financiamiento con bajos intereses, etc.) para definir las opciones preferidas para acceder a la tecnología.
- **Especificaciones técnicas.** Es necesario definir los alcances del posible programa en términos de las eficiencias (NEMA-Premium) de los equipos a ser promovidos.
  - **Normalización y/o certificación.** Es importante la forma en que son evaluados los parámetros técnicos. Esto requiere el determinar las capacidades locales para pruebas y certificación bajo estándares de calidad mundial y, si la capacidad local no es adecuada, la ubicación de estas capacidades en alguna otro país de la región.
  - **Diseño del proceso de entrega de los equipos y de recuperación (en su caso) de su costo.** Los equipos a ser promovidos a través del programa pueden ser entregados por medio de varias entidades: empresas distribuidoras de electricidad, empresas de venta de productos y empresas de servicios. En su caso, los incentivos a los usuarios pueden canalizarse en forma de préstamos con bajas tasas de interés o reembolsos. Finalmente, establecer los mecanismos de recuperación de pagos. Todos estos aspectos deben ser establecidos basados en una evaluación de las capacidades de quienes podrían estar involucrados.
  - **Análisis económico y financiero.** Una vez que se defina el tamaño del mercado potencial, se deben llevar a cabo evaluaciones económicas bajo tres perspectivas: de los usuarios, las empresas distribuidoras y el interés nacional.
  - **Financiamiento.** Si los resultados de los análisis económico y administrativo son positivos, se deben buscar recursos para financiar el programa. Para el caso de República Dominicana, el Fondo Ambiental Global (GEF por sus siglas en inglés) puede convertirse en una fuente de fondos ya que el programa de ahorro de energía por motores eléctricos en las industrias ayudaría a reducir emisiones de gases de efecto de invernadero.

También es recomendable considerar la aplicación del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).<sup>50</sup>

#### **14.4 Conclusiones y recomendaciones**

- Se estima que en 2005 el consumo de energía por motores eléctricos en el sector industrial de la República Dominicana fue de 3,007 GWh.
- Análisis hechos para el sector industrial muestran que el cambio de equipos es claramente atractivo y con periodos simples de recuperación de menos de 3 años.
- Dadas las condiciones de buena rentabilidad del cambio de motores eléctricos en el sector industrial pero con la necesidad de altas inversiones iniciales, es evidente que los apoyos para promover la tecnología deben ubicarse en facilidades de crédito y de bajas tasas de interés, además de garantizar la calidad y certificar las características de los productos en el mercado. Este programa puede llevarse a cabo con el apoyo de las empresas de distribución eléctrica o a través de cadenas de distribución de los equipos.

**Tabla 65. Instrumentos aplicables para el ahorro de energía en aire acondicionado**

<b>Instrumento</b>	<b>Observaciones</b>
Prospección	Recomendado
Incentivos económicos y financiamiento	Muy recomendado
Regulación y certificación de productos y sistemas	Necesario
Obligaciones al sector público	Recomendado
Compromisos voluntarios del sector privado	Recomendado
Educación e información	Útil
Innovación tecnológica	No necesario
Articulación de actores	Muy recomendable

---

<sup>50</sup> Las Partes incluidas en el anexo I del Protocolo de Kioto podrán utilizar las reducciones certificadas de emisiones resultantes de proyectos tipo MDL de países sin compromisos de reducción de emisiones para contribuir al cumplimiento de una parte de sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones

---

PROGRAMA DE NORMALIZACIÓN PARA LA  
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA REPÚBLICA  
DOMINICANA

---

## **15. PROGRAMA DE NORMALIZACION PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA**

### **15.1 Una reflexión inicial**

Una de las barreras más importantes para el desarrollo de programas de ahorro de energía y de energías renovables en países en desarrollo es la carencia de sistemas de normas y regulaciones técnicas que permitan asegurar la calidad y el rendimiento de los equipos que adquieren las familias y las empresas con la intención de ahorrar energía y aprovechar energías renovables.

Sin estas normas se corre el riesgo de hacer inversiones que no son rentables porque no cumplen las características de eficiencia y/o rendimiento energético o que no llegan a tener la vida útil suficiente para recuperar la inversión. Esto, a su vez, lleva a que los órganos financieros que tengan intenciones de financiar las medidas consideren el riesgo demasiado alto y no apoyen las medidas y los programas. Igualmente, que las familias y/o las empresas que hagan inversiones en este tipo de equipos sin que estos cumplan con las expectativas creadas por los fabricantes y/o distribuidores corran la voz y desprestigien a alternativas que, genéricamente, son fundamentales para reducir nuestra dependencia de los energéticos fósiles y el impacto al medio ambiente.

El hecho es que el problema no es tanto la carencia de las regulaciones (que se pueden hasta copiar y/o traducir de otros contextos) sino la carencia de los sistemas que los hacen posibles y funcionales. En otras palabras, se puede tener un texto bien hecho y consensuado de una norma o regulación técnica que integre las especificaciones requeridas de un producto o servicio y un método de prueba claramente descrito y de acuerdo a prácticas nacionales, pero si no se tiene un laboratorio que haga las pruebas, ni un organismo de acreditación que se asegure de que el laboratorio haga esas pruebas conforme a las prácticas que le corresponden, ni se tiene un organismo que dé la certificación a las pruebas del laboratorio, la norma no es más que letra muerta.

### **15.2 Algunas definiciones importantes**

- **Acreditación:** el acto por el cual una entidad de acreditación reconoce la competencia técnica y confiabilidad de los organismos de certificación, de los laboratorios de prueba, de los laboratorios de calibración y de las unidades de verificación para la evaluación de la conformidad.
- **Calibración:** el conjunto de operaciones que tiene por finalidad determinar los errores de un instrumento para medir y, de ser necesario, otras características metrológicas.

- **Certificación:** procedimiento por el cual se asegura que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las normas o lineamientos o recomendaciones de organismos dedicados a la normalización nacional o internacional.
- **Evaluación de la conformidad:** la determinación del grado de cumplimiento con las normas oficiales mexicanas o la conformidad con las normas mexicanas, las normas internacionales u otras especificaciones, prescripciones o características. Comprende, entre otros, los procedimientos de muestreo, prueba, calibración, certificación y verificación.
- **Método:** la forma de realizar una operación del proceso, así como su verificación.
- **Norma o lineamiento internacional:** la norma, lineamiento o documento normativo que emite un organismo internacional de normalización u otro organismo internacional relacionado con la materia, reconocido por el gobierno mexicano en los términos del derecho internacional.
- **Organismos de certificación:** las personas morales que tengan por objeto realizar funciones de certificación.
- **Proceso:** el conjunto de actividades relativas a la producción, obtención, elaboración, fabricación, preparación, conservación, mezclado, acondicionamiento, envasado, manipulación, ensamblado, transporte, distribución, almacenamiento y expendio o suministro al público de productos y servicios.
- **Verificación:** la constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio, o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado.

### **15.3 La Normalización en la República Dominicana**

#### *15.3.a El sistema de normalización*

El sistema actual de normalización de la República Dominicana está basado en el esquema que establece la Ley No. 602 que entra en vigor en el año de 1977.

Esta ley (Art. 1) "obliga a toda persona física o moral, que se dedique a la elaboración y/o comercialización de producto, nacional o importado, cualquiera que sea su naturaleza, a garantizar al adquirente del producto la buena calidad de mismo...". Igualmente, establece un Sistema de Normalización para la elaboración de normas de calidad.

La Ley establece (Art.29) que las normas de calidad que se refieren a la salud y a la seguridad de las personas (éstas últimas referidas específicamente como "materiales y equipos de construcción de viviendas y edificios") tendrán siempre carácter obligatorio mientras que las que

rigen la competencia en la comercialización de los productos son de carácter optativo.

Actualmente se cuenta con un total de más de 630 normas oficializadas, de las cuales 180 son de cumplimiento obligatorio. Del total de estas normas el 61% corresponde a alimentos.

*15.3.b La Comisión Nacional de Normas y Sistemas de Calidad (CNNySC)*

Como elemento central de la Ley No. 602 se establece la Comisión Nacional de Normas y Sistemas de Calidad (CNNySC) y se definen con precisión sus funciones. La Comisión CNNySC está formalmente inserta dentro de la Secretaría de Estado de Industria y Comercio (SEIyC) y tiene la responsabilidad de aprobar y promulgar las normas que han sido consensuadas, llevadas a encuesta pública, revisadas y aceptadas por los comités técnicos. Es la encargada además de establecer los programas y resoluciones en torno a la normalización y las políticas de calidad. Está facultada igualmente para oficializar una propuesta de norma como optativa u obligatoria. Esta Comisión tiene dependencia y financiamiento de la SEIyC.

La CNNySC está integrada por cinco secretarios de Estado (Industria y Comercio, Salud, Obras públicas, Agricultura, Trabajo), el Gobernador del Banco Central, el Secretario Técnico de la Presidencia, dos representantes del sector exportador, un representante de la industria, uno del comercio, uno de los consumidores y el director de Defensa Civil o sus representantes y el Director General de Normas que tiene voz pero no voto.

Una de las obligaciones más importantes de la CNNySC es la de establecer las reglamentaciones correspondientes a la aplicación de las normas de calidad obligatoria. En el caso de normas relacionadas a aspectos de seguridad pública estas deben ser establecidas en coordinación con la Secretaría de Estado de Obras Públicas y comunicaciones.

*15.3.c La Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad (DIGENOR)*

La Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad (DIGENOR) es la entidad ejecutora de la CNNySC y tiene dependencia administrativa de la SEIyC. Entre sus funciones se encuentran las de:

- Coordinar, controlar y dirigir la aplicación de medidas destinadas a asegurar el cumplimiento de las normas de calidad de los productos nacionales y extranjeros.
- Inspeccionar y analizar los productos extranjeros para determinar si cumplen con las normas exigidas para el consumo nacional.

La misión específica de la DIGENOR es la de elaborar normas y reglamentos sobre servicios y productos, la de garantizar que los productos lleguen al consumidor con sus medidas, peso, volúmenes y calidad adecuados y la de asesorar a la industria en cuanto a los reglamentos técnicos además de velar, supervisar y controlar la ejecución y cumplimiento de los reglamentos, normas y sistemas de calidad emanadas de la Comisión Nacional, a través de su Departamento de Certificación y Calidad.

Dentro de la DIGENOR, el Departamento de Normalización tiene a su cargo la tarea de elaboración de las normas propuestas por la Comisión Nacional o por cualquier interesado que considere necesario la promulgación de la misma.

La DIGENOR es miembro de la Internacional Standardisation Organization (ISO), y de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), lo que implica la aceptación de determinadas guías o directrices con relación a su estructura y procedimientos.

#### *15.3.d El proceso de elaboración de normas*

La DIGENOR elabora los proyectos de normas por medio de sus Comités Técnicos, los que son convocados por el Coordinador Técnico, tomando como referencia una norma internacional, para lo cual convoca al comité que corresponda. Se discute, se armoniza y luego se envía a discusión pública. Las observaciones luego son analizadas y una vez consensuadas se envía la norma a la Comisión Nacional para su validación y aprobación como Norma Dominicana.

Los comités de discusión están conformados por los siguientes sectores: gobierno, técnico, productor y consumidor.

En este sentido, la FUNDECOM (Fundación del Consumidor de República Dominicana), ha logrado un alto grado de participación respaldados por la Ley 602 y sus reglamentos, los cuales facilitan dicha participación. Para la participación en el proceso de normalización, FUNDECON no recibe ningún tipo de apoyo, incluso los documentos o normas deben ser adquiridas al precio de cualquier particular.

El proceso de elaboración de normas en la República Dominicana es muy similar a los desarrollados en otros países de América Latina, como Perú, Chile, Panamá, Ecuador.

- **Propuesta de norma a elaborar.** El proceso de elaboración de una norma se inicia con una propuesta de estudio, la cual puede surgir por parte de algún sector interesado (industria, consumo o gobierno) o por parte del propio organismo de normalización. La propuesta debe estar acompañada de una fundamentación e identificar los posibles sectores interesados en la misma.
- **Estudio de viabilidad.** Una vez presentada la propuesta de norma, el organismo de normalización procede al estudio de viabilidad de la misma, en algunos casos conjuntamente con otros organismos públicos. Esta actividad puede resultar en el rechazo de la propuesta. De resultar aprobada, debe conformarse el Comité Técnico de Discusión.
- **Conformación del Comité Técnico.** En base a las características de la norma y en base a la lista de actores identificados en la propuesta de norma, el organismo de normalización convoca a los sectores o entidades representativas de los diferentes intereses que considera deben participar del Comité Técnico. Sobre este proceso de convocatoria no existe un criterio uniforme, y en general es el coordinador del Comité designado por el organismo de normalización el que hace la convocatoria. La primera observación que se plantea es si es necesario ser miembro del organismo de normalización para poder participar de las discusiones del Comité. En el caso de los organismos de carácter privado esto es así, quedando en aquellos dependientes de la estructura del Estado sujetos a la convocatoria que estos realicen.
- **Elaboración de anteproyecto de Norma.** Para la elaboración de un anteproyecto de norma se puede tomar como referencia alguna norma internacional, elaborar un anteproyecto propio o mediante consultores externos.
- **Rondas de discusión.** De acuerdo a la envergadura de la norma en discusión, el Comité elaborará un plan de trabajo en el que se detallarán los plazos, trabajos a realizar, cronograma de reuniones e incorporación de otros sectores al Comité, entre otros aspectos a considerar.
- **Consulta pública.** Una vez finalizada la etapa de discusión en el Comité y con el anteproyecto de norma terminado, se somete éste a un período de discusión pública, por un período de 30 días, a partir de la fecha fijada por la DIGENOR. En caso de que se reciban observaciones, se publica una segunda encuesta relativa a la misma norma, la cual tiene una duración de 20 días.
- **Ronda de observaciones.** Las observaciones recibidas y debidamente fundamentadas en la consulta pública son analizadas por el Comité, pudiendo participar en esta instancia la persona o institución que realizó

estas observaciones. De no existir consenso, los mecanismos de resolución de las diferencias planteadas son dirimidos por el Comité.

- **Elevación y promulgación de la Norma.** Una vez que se logra consenso en el Comité, el proyecto de norma es enviado a la Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad, quien emite sus recomendaciones, y posteriormente es el Consejo Directivo de la Comisión Nacional de Normalización y Sistemas de Calidad el que da por aprobada la Norma.
- **Oficialización de la Norma.** En República Dominicana la Comisión Nacional de Normas y Sistemas de Calidades es quien, en caso de aprobar el Proyecto, dicta la resolución correspondiente y oficializa la norma.137.3.e. Estado de la normalización en general y la relacionada a la eficiencia energética en particular en República Dominicana

Consultas realizadas por el autor de este informe con autoridades de DIGENOR<sup>51</sup> reflejaron las condiciones locales para impulsar la normalización para la eficiencia energética en República Dominicana.

El sistema se orienta fundamentalmente a la generación de normas y no tiene capacidad para desarrollar infraestructura de cumplimiento.

La fortaleza del sistema de normalización de la República Dominicana se ubica en el contexto de los alimentos, en particular por la necesidad de asegurar la calidad de productos de exportación (como ron y cerveza).

Las normas relacionadas a energía están acotadas a normas referentes a calidad de combustibles (etanol anhidro y mezclas con gasolina) y de paneles solares fotovoltaicos. Se está trabajando en una norma para lámparas compactas fluorescentes.

Existen normas aplicables a instalaciones relacionadas al suministro de energía. A solicitud de empresas de seguros existen normas aplicables a instalaciones de suministro de y talleres que modifican vehículos para el uso de gas LP automotriz

Existe capacidad de laboratorios de prueba en el sector privado (refinerías y cervecerías). Estos laboratorios están acreditados por organismos internacionales.

Existen empresas en República Dominicana que han tomado muy en serio la normalización. Se reporta que una empresa dominicana gasta hasta 20 millones \$RD al año para calibración de equipo.

Existe un arreglo con Cuba para la certificación de productos solares.

---

<sup>51</sup> Dr. Julio Santana, Director General e Ing. Pluvio Camilo. Las entrevistas se llevaron a cabo entre el 16 y el 17 de julio de 2007.

A pesar de que existe una ley de pesos y medidas desde 1954 (Ley No. 3925) no existe un laboratorio de lo que se clasifica como "metrología legal". Este es un laboratorio que sirve, entre otras muchas cosas, para resolver controversias como las que se presentan en relación a la medición de consumos eléctricos con las distribuidoras de energía. La falta de este laboratorio es calificada como una seria carencia.

En República Dominicana no hay reconocimientos mutuos de laboratorios con reconocimiento legal. Este es un factor que limita seriamente la posibilidad de aprovechar las capacidades de laboratorios en la región para procesos de certificación.

#### *15.3.e La participación de los consumidores*

Un documento que analiza el estado de la participación de los consumidores en los proceso de normalización en América Latina y el caribe (incluyendo a la República Dominicana) que fue preparado por la organización Consumers International y publicado en 2005 identifica problemáticas comunes a esta participación en la normalización.<sup>52</sup>

De manera genérica, Consumers International refiere las causas directas de esta limitada participación en tres aspectos: financieros, humanos y de organización (interna).

- **Escasos recursos financieros para el desarrollo del trabajo.** No existe en ningún caso una fuente de financiamiento permanente para esta actividad, ya que tanto los gobiernos como los organismos de normalización no han podido realizarlo, y las organizaciones de consumidores no han podido obtener ayuda de la cooperación internacional para esta participación directa.
- **Escaso personal capacitado para afrontar las reuniones y compromisos que se asumen.** En la mayoría de las organizaciones no se cuenta con personal asignado exclusivamente a la tarea de normalización, sino que esta actividad se complementa con otras inherentes al propio trabajo de la institución y muy relacionada en cuanto a estructura con el área de alimentos. Se tiene escaso personal capacitado en temas específicos, lo que restringe el área de acción y sólo se puede afrontar el trabajo en algunos comités.
- **Escasa capacitación o dificultades para acceder a la misma.** En general existe una buena relación con los organismos de normalización lo que posibilitaría acceder a buenas instancias de capacitación en diferentes aspectos referidos a la normalización. Sin embargo el principal problema son los costos que esto representa para las organizaciones de

---

<sup>52</sup> Consumers Internatinoal, 2005. "Los consumidores y su participación en el proceso de normalización" Santiago de Chile, Enero de 2005.

consumidores, ya que en la mayoría de las situaciones planteadas, para que las organizaciones de consumidores puedan acceder a cualquier tipo de servicio que brinde el organismo de normalización deben abonar las tarifas correspondientes (ya sea para la adquisición de alguna norma de interés o la participación en algún curso o seminario).

- **Dificultades para desarrollar una adecuada programación.** Llamativamente en algunos casos resultó complicado para las organizaciones de consumidores obtener del organismo de normalización el plan anual de trabajo de normas, en algunos casos por cuestiones burocráticas, en otros por razones de encontrarse en elaboración. La importancia de contar con una programación adecuada del trabajo en normas posibilitaría a la organización disponer adecuadamente de sus recursos.

Este informe reporta, para los seis meses previos a la realización del estudio, de nula participación de los consumidores de los proceso de normalización en República Dominicana.

#### *15.3.f Organismo de Acreditación*

En Republica Dominicana no se ha implementado aun un Sistema Nacional de Calidad, por lo que no se encuentra contemplado ningún organismo que asuma el rol de Organismo de Acreditación, por lo tanto actualmente la certificación de que los productos se encuentran de acuerdo a Normas establecidas es fundamental para la DIGENOR.

#### **15.4. Normas que serían de utilidad en la República Dominicana**

Las prioridades de eficiencia energética han llevado a que se implanten normas y sistemas de certificación para un conjunto de equipos y sistemas que utilizan energía y que serían de utilidad en República Dominicana. Estas normas no tienen que ser necesariamente de eficiencia energética per-se sino que pueden ser solamente para certificar ciertas características de los equipos (en particular su durabilidad y su rendimiento energético)

- Equipos
  - a. Refrigeradores y neveras
  - b. Motores eléctricos
  - c. Equipos de aire acondicionado
  - d. Lavadoras de ropa
  - e. Calentadores solares
  - f. Calderas

- Sistemas
  - a. Envoltente de edificios
  - b. Sistemas de iluminación en edificios
  - c. Sistemas de alumbrado público
  - d. Sistemas de bombeo de agua
  - e. De calentamiento solar

### **15.5 Etiquetado en equipos nuevos en el mercado**

Un conjunto de visitas a tiendas y almacenes con venta de equipos electrodomésticos realizadas por el consultor en compañía de funcionarios de la CNE permitió revisar las etiquetas presentes en los equipos en venta.<sup>53</sup>

En este sentido resalta lo siguiente:

- En la mayoría de los casos, los refrigeradores, neveras, lavadoras de ropa y equipos de aire acondicionado presentan etiquetas de eficiencia energética.
- Las etiquetas en los equipos dependen de su lugar de origen. Así, los equipos van acompañados de etiquetas de Estados Unidos, Canadá, México, Costa Rica y Venezuela.
- Los equipos fabricados en República Dominicana (NEDOCA) no tiene etiqueta alguna de eficiencia energética.
- Los refrigeradores y equipos de aire acondicionado de ventana que provienen Estados Unidos, Canadá y México tienen la misma eficiencia energética (ya que están homologados). Esto no ocurre para las lavadoras y sistemas tipo split de aire acondicionado.

El que muchos de los equipos tengan etiquetas es útil y permiten orientar al consumidor. Sin embargo, la variedad de las mismas crea confusión y da lugar a que no sea un elemento de decisión entre los posibles compradores.

### **15.6 Conclusiones y recomendaciones**

- El sistema de normalización de la República Dominicana es incipiente y no está preparado para impulsar cabalmente normas de eficiencia energética.
- El sistema se orienta fundamentalmente a la generación de normas y no tiene capacidad para desarrollar infraestructura de cumplimiento.

---

<sup>53</sup> Visitas realizadas el 18 de julio de 2007.

- La fortaleza del sistema de normalización de la República Dominicana se ubica en el contexto de los alimentos, en particular por la necesidad de asegurar la calidad de productos de exportación (como ron y cerveza).
- Las normas relacionadas a energía están acotadas a normas referentes a calidad de combustibles (etanol anhidro y mezclas con gasolina) y de paneles solares fotovoltaicos.
- No existe un laboratorio de lo que se clasifica como "metrología legal". Este es un laboratorio que sirve, entre otras muchas cosas, para resolver controversias como las que se presentan en relación a la medición de consumos eléctricos con las distribuidoras de energía. La falta de este laboratorio es calificada como una seria carencia.
- En República Dominicana no hay reconocimientos mutuos de laboratorios con reconocimiento legal. Este es un factor que limita seriamente la posibilidad de aprovechar las capacidades de laboratorios en la región para procesos de certificación.

Por lo mismo, se hacen las siguientes recomendaciones:

- **Analizar la pertinencia de tener un sistema propio de requerimientos mínimos de rendimientos energéticos.** Dado que, al parecer, la mayoría de los productos nuevos vienen de la zona de Norteamérica donde ya existen estos requerimientos, puede ser que la inversión en un sistema distinto de éstos requerimientos no tenga la rentabilidad social adecuada. En este sentido (y como se anota abajo) el esfuerzo debería orientarse obligar a una etiqueta para productos nuevos.
- **Reforzar el sistema nacional de normalización** Para poder llevar adelante un programa de normalización para la eficiencia energética es fundamental reforzar el sistema de normalización. En particular:
  - Establecer un laboratorio de lo que se clasifica como "metrología legal".
  - Ampliar la participación de la sociedad en la normalización (en particular de las grandes asociaciones de empresas, de los académicos y de diversas ONGs).
- **Armonizar las etiquetas que se manejan en el país.** Como se refiere arriba, los equipos en el mercado van acompañados de etiquetas de Estados Unidos, Canadá, México, Costa Rica y Venezuela, lo que confunde a los consumidores. Por lo mismo:
  - Esto requiere de tener normas sobre etiquetado específico para República Dominicana que incluyan método de prueba.
  - Promover el que en República Dominicana haya reconocimientos mutuos de laboratorios con reconocimiento legal.

- **Establecer una alianza estratégica entre DIGENOR y la CNE.** Dada la importancia de la normalización y la certificación para los programas de eficiencia energética es recomendable una relación institucional más cercana entre los dos organismos de manera que la CNE aproveche las capacidades de DIGENOR y que ésta última aproveche las necesidades de eficiencia energética para el país que la CNE representa y así obtener mayores apoyos a su funcionamiento.

---

ANEXO I  
TECNOLOGÍAS PARA EL USO RACIONAL DE LA  
ENERGÍA

---

## SECTOR RESIDENCIAL

### La tecnología de iluminación

De manera general, los sistemas de iluminación se componen de cuatro elementos: lámparas, balastos, luminarias y controles.

#### *Lámparas*

Existen en el mercado cuatro categorías de lámparas: incandescentes, fluorescentes, de descarga de alta intensidad y de baja presión de sodio y los llamados LEDs.

- **Incandescentes.** En una lámpara incandescente la luz es producida por medio del calentamiento de un filamento hasta el punto de incandescencia lo que resulta en que el 90% de la electricidad se convierte en calor. Las lámparas más comunes son las que funcionan al vacío. Existen también las lámparas de tungsteno-halógeno, las cuales son más eficientes porque se ha adicionado gas halógeno.
- **Fluorescentes.** Las lámparas fluorescentes son más eficientes que las incandescentes y contienen, generalmente, gases de argón y mercurio que convierten energía a luz utilizando una descarga eléctrica que excita a átomos gaseosos de mercurio dentro de un tubo con cubierta de fósforo. Para funcionar, estas lámparas requieren de un balastro que provee de un alto voltaje que inicia la descarga de electrones y subsecuentemente limita a la corriente a través de la lámpara. Los átomos excitados de mercurio decaen al estado de tierra (ground state) y producen fotones de radiación ultravioleta. Estos fotones de radiación ultravioleta son absorbidos por la cubierta de fósforo y convertidos a luz visible a medida que el fósforo flúorese y emite fotones en el espectro visible. Las lámparas fluorescentes se encuentran en el mercado con presentaciones para uso principalmente comercial (separadas de los balastos) y en presentaciones de tipo compacto (que integran balastos) y que se usan en aplicaciones diversas en todo tipo de instalaciones (incluyendo los hogares). Estas lámparas varían en eficiencia, distinguiéndose esta variación por el diámetro del tubo fluorescente. En este sentido la T-12 (siendo doce los doceavos de pulgada) es la menos eficiente existiendo también las T-8 y las T-5 como las de mayor eficacia<sup>54</sup>
- **De descarga de alta intensidad y de baja presión de sodio.** Las lámparas de descarga de alta intensidad producen luz con una corriente eléctrica que pasa a través de un gas o vapor bajo alta presión. Al igual que las lámparas fluorescentes, estas lámparas requieren de balastos para funcionar: Estas lámparas, por sus características luminosas, tienen

---

<sup>54</sup> Eficacia se refiere a la eficiencia con la que la potencia eléctrica se convierte en potencia luminosa.

aplicaciones para exteriores (alumbrado público) y en plantas industriales, principalmente. Dentro de estas categorías se ubican los siguientes tipos de lámparas:

- *De vapor de mercurio.* Estas lámparas consisten en un tubo de arco de vapor de mercurio en serie con un filamento de tungsteno. La envoltura exterior, o bulbo, estabiliza a la operación de la lámpara y encierra al tubo de arco para prevenir que la radiación ultravioleta radie hacia afuera.
- *De haluros metálicos.* Las lámparas de haluros metálicos (metal halide) tienen eficacias más altas y rendiciones de color que las lámparas de vapor de mercurio. Difieren de las lámparas de vapor de mercurio en que el tubo de arco contiene aditivos de haluros metálicos junto con el mercurio.
- *De alta presión de sodio.* Estas lámparas también consisten en un tubo de arco que contiene vapor de mercurio y sodio que opera a altas temperaturas y presiones. Sus Índices de Rendición de Color (CRI, por sus siglas en inglés) son típicamente bajas.
- *De baja presión de sodio.* Estas lámparas tienen las eficacias más bajas y los CRIs más bajos.
- **LED (Light Emmiting Diode).** Un LED es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz policromática, es decir, con diferentes longitudes de onda, cuando se polariza en corriente directa y es atravesado por la corriente eléctrica cuyo color depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo, pudiendo variar desde el ultravioleta, pasando por el espectro de luz visible, hasta el infrarrojo. Los LED son todavía caros, aunque su precio baja aceleradamente. De acuerdo a Carl Scianna, fundador de Polybrite, el costo unitario de un diodo emisor de luz (LED) ha bajado de 8 a 1.5 dólares en un año y seguirá bajando. Estos diodos, arreglados en un número mayor, son los que componen una lámpara LED.

Una comparación de la potencia eléctrica necesaria para iluminar el equivalente a 600 lúmenes permite comparar la eficiencia con la que operan las lámparas arriba referidas.

**Tabla 66. Estimación, por tipo de lámpara, de la potencia en Watts necesaria para 600 lúmenes<sup>55</sup>**

Tipo de lámpara	Potencia (Watts)	Vida útil (horas)	Índice de Rendición de Color (CRI)
Incandescente	60-35	750 a 2,500	Excelente
Tungsteno de halógeno	50-27	2, 000 a 4,000	Excelente
Tubo fluorescente	20-5	7,000 a 24,000	Bueno
Lámpara fluorescente compacta	12-9	8,000 a 10,000	Bueno
De vapor de mercurio	24-10	16,000 a 24,000	Regular
De haluros metálicos	9 a 5	5,000 a 20,000	Regular
De sodio de alta presión	12 a 4	16,000 a 24,000	Pobre
De sodio de baja presión	10 a 4	12,000 a 18,000	Muy pobre

De la tabla resalta el hecho de que la lámpara fluorescente compacta demande (y, en este caso, consuma) cerca de una cuarta parte de lo que una incandescente. Asimismo, aunque con un CRI de regular a pobre, las lámparas de descarga de alta intensidad tienen una demanda igualmente baja pero con una vida útil significativamente mayor (de hasta 24,000 horas).

#### *Balastos*

Los balastos son equipos eléctricos que se requieren para arrancar y operar lámparas de descarga (baja y alta) ya que (a) proveen de una corriente para calentar a los electrodos, (b) entregan el voltaje que arranca a la lámpara y (c) limitan a la corriente durante la operación de la lámpara.

En el mercado existen varios tipos de balastos que se identifican por un conjunto de parámetros.

- Por la forma de encendido: (a) con precalentado, (b) de encendido instantáneo y (c) e encendido rápido
- Por la tecnología de funcionamiento: (a) Balastos magnéticos (que pueden ser Standard o eficientes) y (b) balastos de estado sólido (electrónicos).

---

<sup>55</sup> El Lumen (símbolo: lm) es la unidad del SI para medir el flujo luminoso. La relación entre vatios y lúmenes se llama equivalente luminoso de la energía (1 watt-luz a 555 nm = 683 lm, donde 555 nm representan 555 nanómetros, valor que corresponde a la longitud de onda del verde en la luz visible.

### *Luminarias*

Las luminarias son los sistemas integrados que acompañan (y contienen) a las lámparas y a los balastos y permiten una mejor distribución de la luz, permitiendo un uso más eficiente. En este sentido resaltan las de tipo parabólico, los reflectores especulares y las que contienen lentes y polarizadores.

Como arreglos típicos estándar y eficiente se distinguen a las que utilizan lámparas tipo T12 con balastro electromagnético mientras que las eficientes son las que tienen lámparas T8 con balastro electrónico.

**Tabla 67. Arreglos típicos de luminarias estándar y eficientes.**

<b>Tipo</b>	<b>Arreglos</b>	<b>Potencia por arreglo (Incluye balastos) (Watts)</b>
Estándar	T12 4x40 W Con balastro electromagnético	192
Eficiente	T-8 3 por 32W Con balastro electrónico y pantalla reflectiva	90

### *Controles*

En los sistemas de iluminación se utilizan controles con tres propósitos: (a) mantenimiento de lúmenes, (b) controles de luz de día y (c) administradores de carga despachable. Estos sistemas, a su vez, tienen tres tipos de elementos: (a) sensores, (b) fotoceldas y (c) sistema de comunicaciones.

### **Lámparas fluorescentes**

Las lámparas fluorescentes son más eficientes que las incandescentes y contienen, generalmente, gases de argón y mercurio que convierten energía a luz utilizando una descarga eléctrica que excita a átomos gaseosos de mercurio dentro de un tubo con cubierta de fósforo.

Para funcionar, estas lámparas requieren de un balastro que provee de un alto voltaje que inicia la descarga de electrones y subsecuentemente limita a la corriente a través de la lámpara. Los átomos excitados de mercurio decaen al estado de tierra (ground state) y producen fotones de radiación ultravioleta. Estos fotones de radiación ultravioleta son absorbidos por la cubierta de fósforo y convertidos a luz visible a medida que el fósforo fluoresce y emite fotones en el espectro visible.

Las lámparas fluorescentes se encuentran en el mercado con presentaciones para uso principalmente comercial (separadas de los balastos) y en presentaciones de tipo compacto (que integran balastos) y que se usan en aplicaciones diversas en todo tipo de instalaciones (incluyendo los hogares). Estas lámparas varían en eficiencia, distinguiéndose esta variación por el diámetro del tubo fluorescente. En este sentido la T-12 (siendo doce los doceavos de pulgada) es la menos eficiente existiendo también las T-8 y las T-5 como las de mayor eficacia.<sup>56</sup> (Tabla 68)

**Tabla 68. Potencia en Watts necesaria para 600 lúmenes<sup>57</sup>**

<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Potencia (Watts)</b>	<b>Vida útil (horas)</b>	<b>Índice de Rendición de Color (CRI)</b>
Tubo fluorescente	20-5	7,000 a 24,000	Bueno
Lámpara fluorescente compacta	12-9	8,000 a 10,000	Bueno

De la tabla resalta el hecho de que la lámpara fluorescente compacta demande (y, en este caso, consuma) cerca de una cuarta parte de lo que una incandescente.

### **Lámparas incandescentes.**

En una lámpara incandescente la luz es producida por medio del calentamiento de un filamento hasta el punto de incandescencia lo que resulta en que el 90% de la electricidad se convierte en calor. Las lámparas más comunes son las que funcionan al vacío.

Existen también las lámparas de tungsteno-halógeno, las cuales son más eficientes porque se ha adicionado gas halógeno.

---

<sup>56</sup> Eficacia se refiere a la eficiencia con la que la potencia eléctrica se convierte en potencia luminosa.

<sup>57</sup> El Lumen (símbolo: lm) es la unidad del SI para medir el flujo luminoso. La relación entre vatios y lúmenes se llama equivalente luminoso de la energía (1 watt-luz a 555 nm = 683 lm, donde 555 nm representan 555 nanómetros, valor que corresponde a la longitud de onda del verde en la luz visible.

**Tabla 69. Potencia en Watts necesaria para 600 lúmenes<sup>58</sup>**

<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Potencia (Watts)</b>	<b>Vida útil (horas)</b>	<b>Índice de Rendición de Color (CRI)</b>
Incandescente	60-35	750 a 2,500	Excelente
Tungsteno de halógeno	50-27	2, 000 a 4,000	Excelente

### **LED (Light Emmiting Diode).**

Un LED es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz policromática, es decir, con diferentes longitudes de onda, cuando se polariza en corriente directa y es atravesado por la corriente eléctrica cuyo color depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo, pudiendo variar desde el ultravioleta, pasando por el espectro de luz visible, hasta el infrarrojo.

Los LED son todavía caros, aunque su precio baja aceleradamente. De acuerdo a Carl Scianna, fundador de Polybrite, el costo unitario de un diodo emisor de luz (LED) ha bajado de 8 a 1.5 dólares en un año y seguirá bajando. Estos diodos, arreglados en un número mayor, son los que componen una lámpara LED.

### **Aire acondicionado.**

Las máquinas de aire acondicionado funcionan por compresión o por absorción.

- **Refrigeración por compresión.** consiste en forzar mecánicamente la circulación de un fluido en un circuito cerrado creando zonas de alta y baja presión con el propósito de que el fluido absorba calor en un lugar y lo disipe en el otro. Se basa en la propiedad física de que la evaporación de un líquido o la dilatación de un gas absorben calor, y la compresión o condensación desprenden calor.
- **Refrigeración por absorción.** Este es un medio de producir frío que aprovecha que ciertas sustancias absorben calor al cambiar de estado líquido a gaseoso. Así como en el sistema de compresión el ciclo se hace

---

<sup>58</sup> El Lumen (símbolo: lm) es la unidad del SI para medir el flujo luminoso. La relación entre vatios y lúmenes se llama equivalente luminoso de la energía (1 watt-luz a 555 nm = 683 lm, donde 555 nm representan 555 nanómetros, valor que corresponde a la longitud de onda del verde en la luz visible.

mediante un compresor, en el caso de la absorción, el ciclo se basa físicamente en la capacidad que tienen algunas sustancias, como el bromuro de litio, de absorber otra sustancia, tal como el agua, en fase de vapor. Otra posibilidad es emplear el agua como sustancia absorbente (disolvente) y la absorbida (soluto) es el amoníaco.

Una medida de la capacidad de refrigeración es la Tonelada de Refrigeración (TR), la cual equivale a la extraer 12,000 BTU en una hora (BTU/hr).

A su vez, una forma de evaluar el rendimiento de un equipo de aire acondicionado es el EER (Energy Efficiency Ratio) y es equivalente a los BTU de enfriamiento entregados por hora dividido entre la potencia eléctrica demandada al equipo.

Así, por ejemplo, una unidad de 6,000 BTU/hr (media TR) con una EER de 10, entrega 6,000 BTU por hora y utiliza 600 Watts

Existen, además del EER, otros indicadores equivalentes de rendimiento en aire acondicionado

- **SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio)**. Mide el rendimiento estacional en (BTU/kWh).
- **COP (Coefficient of Performance)**. Mide el rendimiento instantáneo en kWt / kWe.

En particular, las relaciones entre SEER, COP y EER son las siguientes:

e.  $SEER = EER \div 0.9$

f.  $SEER = COP \times 3.792$

g.  $EER = COP \times 3.413$

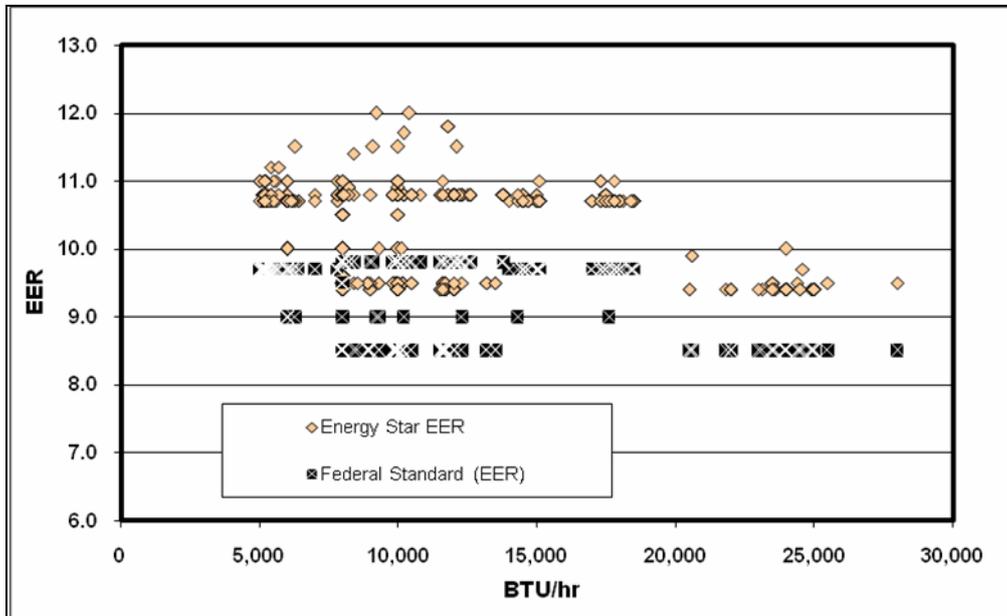
Para proveer aire acondicionado a las casas se utilizan mayormente dos tipos de sistemas: de ventana (o unitarios) y los de tipo split.

- **Tipo ventana**. Son aquellos que vienen en una sola pieza y son colocados en una ventana o en una apertura en la pared con la parte que contiene el condensador afuera y la que contiene el evaporador adentro.
- **Tipo split**. Estos equipos se integran de una o varias unidades para colocar o fijar en el interior de la casa. Cada unidad interior se conecta a través de un tubo, que contiene varios tubos y cables, con la unidad exterior.

Los equipos para uso residencial vienen en tamaños que van, fundamentalmente, de media a dos y media toneladas. Estos equipos

vienen tienen una variedad de EER, con valores que van de 8.5 hasta 12.0.

**Figura 62. Valores de EER para el universo de equipos de aire acondicionado registrados en el programa Energy Star.**



Fuente: Energy Star

## Refrigeradores y neveras

Un refrigerador es un aparato que hace descender la temperatura, eliminando el calor de los objetos que se introducen en él. El equipo enfría un volumen cerrado tomando energía de su aire interior y cediéndola al aire exterior.

El refrigerador funciona con un compresor que mediante energía eléctrica, hace circular un gas refrigerante en un sistema de tuberías. Este sistema, a grandes rasgos, consta de dos procesos, uno de compresión y otro de descompresión del gas, que lo hacen pasar de estado gaseoso a líquido y viceversa: Cuando pasa por el compartimiento interno absorbe el calor de los alimentos. Estos se enfrían y el refrigerante pasa del estado líquido al gaseoso, volviendo de nuevo al compresor que lo impulsa hacia un serpentín, en donde se enfría, disipando su calor hacia el exterior. Finalmente, regresa a su estado líquido, para iniciar nuevamente el proceso. Este es un ciclo de evaporación y condensación. Para poder controlar estos procesos, los refrigeradores cuentan con un sistema de termostato para regular el frío de su interior, que controla el proceso de compresión del gas refrigerante.<sup>59</sup>

Un ejemplo de lo que han mejorado los refrigeradores es lo que ha ocurrido en México, donde la eficiencia energética ha mejorado en 70% en menos de 10 años, con la aplicación de normatividad de eficiencia energética.

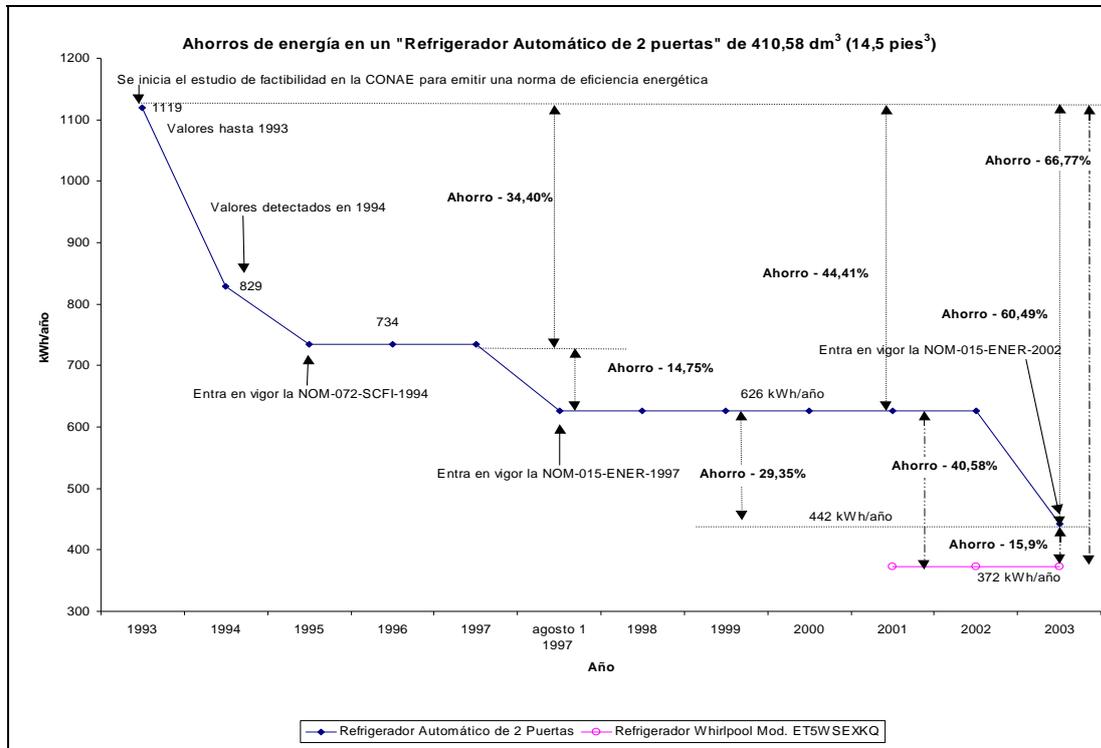
**Tabla 70. Comparación del consumo de energía de refrigeradores con y sin norma en México (en KWh/mes)**

Capacidad de refrigeración	Sin Norma	NOM-072-SCFI-1994	NOM-015-ENER-2002
(4,5 ft <sup>3</sup> )(105 a 141 dm <sup>3</sup> )	40	33	18
(7,8y9 ft <sup>3</sup> )(186 a 280 dm <sup>3</sup> )	48	37	21
(10,11,12 ft <sup>3</sup> )(281 a 350 dm <sup>3</sup> )	68	52	30
(13,14 ft <sup>3</sup> )(355 a 409 dm <sup>3</sup> )	87	51	38
(15 a 21, 26 a30 ft <sup>3</sup> )(410 a 844 dm <sup>3</sup> )	98	67	43

---

<sup>59</sup> <http://www.misrespuestas.com/como-funciona-el-refrigerador.html>

**Figura 63. Evolución del consumo unitario de un refrigerador de 15 pies cúbicos entre 1993 y 2003**



Fuente: Comisión Nacional para el Ahorro de Energía

## Calentadores solares

Un calentador solar es un dispositivo que capta la radiación solar, la transforma en energía térmica y la transfiere a un fluido de trabajo, generalmente agua. Para los propósitos del presente análisis se consideran los equipos que funcionan para calentar el agua por debajo de su punto de ebullición<sup>60</sup>, es decir, sin un cambio de estado a vapor.

A su vez, los calentadores solares pueden clasificarse, para los propósitos del presente estudio, en cuatro tipos: solares planos, integrales, de tubos evacuados (o de vacío) y colectores de concentración.

- **Colectores solares planos.** Estos equipos funcionan captando la energía solar en aletas o placas captadoras conectadas térmicamente a tubos por donde circula el fluido a calentar. Los tubos generalmente corren en paralelo y comienzan y terminan en un cabezal común. Las aletas y los tubos pueden ser de una variedad de materiales, predominando el cobre, el plástico (prolpropileno) y el aluminio. Los colectores solares planos pueden ser utilizados como placas o dentro de cajas aisladas térmicamente. En este segundo caso la cara expuesta al sol tiene una cubierta transparente, la cual puede ser de vidrio o de un material plástico. Los colectores solares que se utilizan sin caja sirven para aplicaciones donde se requiere subir la temperatura del agua a temperaturas relativamente bajas, como es el caso de las albercas.
- **Calentadores integrales.** Un calentador integral se caracteriza por que el tanque de almacenamiento del agua se encuentra en la misma sección que el absorbedor, donde el tanque sirve como absorbedor.
- **Calentadores solares de tubos evacuados.** La principal característica este tipo de colectores es que el absorbedor se encuentra dentro de una cámara que se le ha extraído el aire, con la finalidad de evitar pérdidas térmicas por conducción y convección. Dentro de los calentadores solares de tubos evacuados existen diversas tecnologías. La primera de ellas consiste en un tubo de vidrio al vacío que contiene un tubo de metal o tubo de calor, en el cual existe un cambio de fase. El segundo consiste en un tubo en U por donde pasa el fluido. El tercero consiste en tubos concéntricos. Los materiales con lo que se fabrican los colectores de tubos evacuados es vidrio en el tubo exterior y el tubo interior puede ser cobre o vidrio principalmente. Independientemente de la tecnología usada, los colectores constan de varios tubos evacuados conectados en paralelo y en la parte superior.

---

<sup>60</sup> El punto de ebullición es la temperatura a la cual un elemento o compuesto químico pasa del estado líquido al estado gaseoso, o a la inversa se denomina punto de condensación. (es.wikipedia.org)

- **Colectores solares de concentración.** Existen los concentradores parabólicos compuestos (CPC) que son estacionarios y son para temperaturas del rango mencionado en este escrito. Están conformados por espejos cóncavos y parabólicos orientados en un punto determinado concentran la energía de la radiación solar. Son eficaces sólo con luz solar directa, y tienen que seguir el movimiento del Sol. Este tipo de colector puede alcanzar altas temperaturas.

## **VIDRIO**

La radiación solar penetra a través de superficies vidriadas o simplemente ventanas. En condiciones generales medias el 86% continuará por el interior del local hasta encontrar una superficie opaca.

Para evitar el paso de la energía solar se utilizan sistemas de protección solar. Se entiende por protección solar a cualquier dispositivo fijo o móvil que impida total o parcialmente el ingreso de la radiación solar al interior de un local o habitación, como lo son persianas, cortinas, pantallas parasol y toldos, entre otros.

La medida de la capacidad de frenar en parte el paso de los rayos del sol de una superficie traslúcida es el factor solar o coeficiente de sombra. Se considera que los vidrios incoloros tienen un coeficiente de sombra igual a 1.0. Cuando hay que reducir el calor que ingresa a un edificio por el efecto del sol, es necesario usar vidriados que tengan control solar.

Los vidrios más comunes que absorben el calor están coloreados en su masa. Los tonos más conocidos son el gris y el bronce, que tienen un coeficiente de sombra de 0.65 y 0.73 en comparación con el vidrio incoloro. Esto significa que dejan pasar menos radiación solar. Existen ya en el mercado productos que tienen un coeficiente de sombra muy bajo, llegando a 0.39 sin limitar la transmisión de luz visible, cercana al 66 por ciento.

También existe el vidrio de baja emisividad (*Low-E*), que refleja la energía infrarroja del sol sin afectar la luz visible. Estos vidrios reducen el paso de la energía calórica y se pueden combinar con vidrios coloreados para aumentar su eficacia.

**Materiales aislantes**

La conducción ocurre en las envolventes cuando el interior de la edificación y el exterior tienen distintas temperaturas, fluyendo del lado caliente al frío. El flujo de calor por conducción (qc) (o la cantidad de calor que atraviesa a un medio por interacción molecular directa) es función, por lo tanto, de cuatro factores:

- El **diferencial de temperatura (ΔT)** entre los puntos extremos de la materia por la que fluye el calor.
- La **conductividad térmica (k)** del material que conforma la materia por la que fluye el calor.
- El **área de transferencia de calor (A)**, es decir, el área expuesta al diferencial de temperatura.
- El **espesor del material (t)** expuesto al diferencial de temperatura.

Una forma de representar la conductividad de un material es por medio del coeficiente de transferencia de calor (K), el cual, a diferencia de la conductividad térmica, no depende del espesor de material.

$$K = (qc) / (A * \Delta T)$$

Para propósitos de simplificación de cálculo de flujo de calor a través de una superficie se ha establecido un "Valor R". El valor R es inversamente proporcional a la conductividad (k) y directamente proporcional al espesor del material (t):

$$R = t/k$$

**Tabla 71. Características de diversos materiales aislantes**

Tipo de aislamiento	Densidad Aparente	Conductividad Térmica a 25° C de temperatura media		Resistencia Térmica a 1" ( 2.5 cm) de espesor	
	Kg/m <sup>3</sup>	W/ m °C	k	RSI	R
			BTU in / ft <sup>2</sup> h °F	°C m <sup>2</sup> / W	ft <sup>2</sup> h°F / BTU
Espuma Elastomérica	60	0.039	0.2705	0.65	3.7
Fibra de vidrio	19 a 30	0.040	0.277	0.64	3.6
Fibra Mineral	30 a 50	0.037	0.257	0.69	3.9
Poliestireno expandido	15	0.037	0.257	0.69	3.9
Poliestireno extruido	33	0.029	0.201	0.88	5.0
Poliuretano conformado	32	0.026	0.180	0.98	5.5

## SECTOR COMERCIOS Y SERVICIOS

### Lámparas de descarga de alta intensidad y de baja presión de sodio.

Las lámparas de descarga de alta intensidad producen luz con una corriente eléctrica que pasa a través de un gas o vapor bajo alta presión. Al igual que las lámparas fluorescentes, estas lámparas requieren de balastos para funcionar: Estas lámparas, por sus características luminosas, tienen aplicaciones para exteriores (alumbrado público) y en plantas industriales, principalmente. Dentro de estas categorías se ubican los siguientes tipos de lámparas:

- De vapor de mercurio. Estas lámparas consisten en un tubo de arco de vapor de mercurio en serie con un filamento de tungsteno. La envoltura exterior, o bulbo, estabiliza a la operación de la lámpara y encierra al tubo de arco para prevenir que la radiación ultravioleta radie hacia afuera.
- De haluros metálicos. Las lámparas de haluros metálicos (metal halide) tienen eficacias más altas y rendiciones de color que las lámparas de vapor de mercurio. Difieren de las lámparas de vapor de mercurio en que el tubo de arco contiene aditivos de haluros metálicos junto con el mercurio.
- De alta presión de sodio. Estas lámparas también consisten en un tubo de arco que contiene vapor de mercurio y sodio que opera a altas temperaturas y presiones. Sus Índices de Rendición de Color (CRI, por sus siglas en inglés) son típicamente bajas.
- De baja presión de sodio. Estas lámparas tienen las eficacias más bajas y los CRIs más bajos.

**Tabla 72. Potencia en Watts necesaria para 600 lúmenes<sup>61</sup>**

Tipo de lámpara	Potencia (Watts)	Vida útil (horas)	Índice de Rendición de Color (CRI)
De vapor de mercurio	24-10	16,000 a 24,000	Regular
De haluros metálicos	9 a 5	5,000 a 20,000	Regular
De sodio de alta presión	12 a 4	16,000 a 24,000	Pobre
De sodio de baja presión	10 a 4	12,000 a 18,000	Muy pobre

---

<sup>61</sup> El Lumen (símbolo: lm) es la unidad del SI para medir el flujo luminoso. La relación entre vatios y lúmenes se llama equivalente luminoso de la energía (1 watt-luz a 555 nm = 683 lm, donde 555 nm representan 555 nanómetros, valor que corresponde a la longitud de onda del verde en la luz visible.

## **Balastos<sup>62</sup>**

Los balastos son equipos eléctricos que se requieren para arrancar y operar lámparas de descarga (baja y alta) ya que (a) proveen de una corriente para calentar a los electrodos, (b) entregan el voltaje que arranca a la lámpara y (c) limitan a la corriente durante la operación de la lámpara.

En el mercado existen varios tipos de balastos que se identifican por un conjunto de parámetros.

- Por la forma de encendido:
  - a. con precalentado,
  - b. de encendido instantáneo y
  - c. de encendido rápido
  
- Por la tecnología de funcionamiento:
  - a. Balastos magnéticos (que pueden ser Standard o eficientes) y
  - b. balastos de estado sólido (electrónicos).

Los balastos que permiten mayor eficiencia son los balastos electrónicos. En combinación con lámparas ahorradoras pueden permitir ahorros de hasta 35% si se les compara con los balastos y lámparas normales, pero el ahorro depende de una serie de variables que deben ser siempre consideradas

Estos balastos de estado sólido pueden ser de tipo discreto ó integrado y trabajan con alta frecuencia y bajas pérdidas (4 a 6 Watts promedio) mejorando además la eficacia de la lámpara y se pueden instalar directamente en lugar de los electromagnéticos porque son de las mismas dimensiones, aunque su peso es mucho menor. Los hay de potencia de lámpara constante y de potencia variable (dimmeables).

---

<sup>62</sup> [http://www.procalsol.gob.mx/wb/CONAE/CONA\\_2656\\_balastos\\_electronic](http://www.procalsol.gob.mx/wb/CONAE/CONA_2656_balastos_electronic)

## **Luminarias**

Las luminarias son los sistemas integrados que acompañan (y contienen) a las lámparas y a los balastos y permiten una mejor distribución de la luz, permitiendo un uso más eficiente. En este sentido resaltan las de tipo parabólico, los reflectores especulares y las que contienen lentes y polarizadores.

Como arreglos típicos estándar y eficiente se distinguen a las que utilizan lámparas tipo T12 con balastro electromagnético mientras que las eficientes son las que tienen lámparas T8 con balastro electrónico.

**Tabla 73. Arreglos típicos de luminarias estándar y eficientes.**

<b>Tipo</b>	<b>Arreglos</b>	<b>Potencia por arreglo (Incluye balastos) (Watts)</b>
Estándar	T12 4x40 W Con balastro electromagnético	192
Eficiente	T-8 3 por 32W Con balastro electrónico y pantalla reflectiva	90

## Controles para iluminación

En los sistemas de iluminación se utilizan controles con tres propósitos: (a) mantenimiento de lúmenes, (b) controles de luz de día y (c) administradores de carga despachable.

Estos sistemas, a su vez, tienen tres tipos de elementos: (a) sensores, (b) fotoceldas y (c) sistema de comunicaciones.

Un sensor es un dispositivo que detecta manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, como la energía, velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, etc. Podemos decir también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro elemento.<sup>63</sup>

## Aire acondicionado

Las máquinas de aire acondicionado funcionan por compresión o por absorción.

- **Refrigeración por compresión.** consiste en forzar mecánicamente la circulación de un fluido en un circuito cerrado creando zonas de alta y baja presión con el propósito de que el fluido absorba calor en un lugar y lo disipe en el otro. Se basa en la propiedad física de que la evaporación de un líquido o la dilatación de un gas absorben calor, y la compresión o condensación desprenden calor.
- **Refrigeración por absorción.** Este es un medio de producir frío que aprovecha que ciertas sustancias absorben calor al cambiar de estado líquido a gaseoso. Así como en el sistema de compresión el ciclo se hace mediante un compresor, en el caso de la absorción, el ciclo se basa físicamente en la capacidad que tienen algunas sustancias, como el bromuro de litio, de absorber otra sustancia, tal como el agua, en fase de vapor. Otra posibilidad es emplear el agua como sustancia absorbente (disolvente) y la absorbida (soluto) es el amoníaco.

Los elementos mínimos de un equipo de aire acondicionado son:

- **Refrigerante.** Este es un fluido con propiedades especiales de punto de evaporación y condensación. Su función consiste en, mediante los cambios de presión y temperatura inducidos, absorber calor en un lugar y disiparlo en otro, principalmente mediante un cambio de líquido a gas y viceversa.
- **Compresor.** Este es el dispositivo mecánico que bombea y comprime el fluido refrigerante, creando una zona de alta presión y generando el

---

<sup>63</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

movimiento del refrigerante en el sistema. Este elemento se alimenta de electricidad para funcionar.

- **Condensador.** Es un intercambiador de calor y su función consiste en liberar o disipar el calor del refrigerante al ambiente. Este es generalmente un serpentín de cobre con laminillas de aluminio a modo de disipadores de calor.
- **Evaporador.** Es otro intercambiador y su función es que el refrigerante absorba calor del área refrigerada. Es también un serpentín, muy similar al condensador.
- **Dispositivo regulador de presión.** Su función consiste en controlar el paso del refrigerante desde al área de alta presión a la de baja presión. Mediante este dispositivo el refrigerante se expande reduciendo su presión y temperatura, además regula el caudal de fluido refrigerante. Según el caso, puede ser una válvula de expansión, un tubo capilar o un restrictor.

Elementos usualmente anexos:

- **Termostato.** Este elemento tiene la función es apagar o encender automáticamente el compresor a fin de mantener el área refrigerada dentro de un campo de temperaturas.
- **Ventilador.** Su función es aumentar el flujo de aire para mejorar el intercambio de calor. Generalmente está en el área del condensador. Según el tipo de dispositivo que sea, puede haber o no en el área del evaporador. Este elemento se alimenta de electricidad para funcionar.

Una medida de la capacidad de refrigeración es la Tonelada de Refrigeración (TR), la cual equivale a la extraer 12,000 BTU en una hora (BTU/hr).

A su vez, una forma de evaluar el rendimiento de un equipo de aire acondicionado es el EER (Energy Efficiency Ratio) y es equivalente a los BTU de enfriamiento entregados por hora dividido entre la potencia eléctrica demandada al equipo.

Así, por ejemplo, una unidad de 6,000 BTU/hr (media TR) con una EER de 10, entrega 6,000 BTU por hora y utiliza 600 Watts

Existen, además del EER, otros indicadores equivalentes de rendimiento en aire acondicionado

- **SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio).** Mide el rendimiento estacional en (BTU/kWh).

- **COP (Coefficient of Performance)**. Mide el rendimiento instantáneo en kWt / kWe.

En particular, las relaciones entre SEER, COP y EER son las siguientes:

- $SEER = EER \div 0.9$
- $SEER = COP \times 3.792$
- $EER = COP \times 3.413$

En el sector comercios y servicios se encuentran sistemas que se aplican al sector residencial como los referidos arriba pero también se ubican sistemas que integran los mismos elementos (aunque en diferente escala) que un sistema residencial y que caen dentro de una de las siguientes cuatro categorías:

- **De "todo aire"**. En estos sistemas las plantas de tratamiento de aire y de refrigeración se puede localizar a cierta distancia del espacio a acondicionar bajo un arreglo de estación central. Existen cinco sistemas dentro de esta clasificación:
  - a. Ducto simple, volumen variable. En este sistema de velocidad normal se surte una sola corriente de aire ya sea caliente o fría. La capacidad se ajusta a la carga por un control automático de volumen. Los sistemas para cuartos exteriores se zonifican según su exposición al exterior. Hay difusores terminales de aire que tienen controles operados por el sistema que son autocontenidos y autobalanceados que son instalados y calibrados en fábrica.
  - b. Ducto dual. Este es un sistema de alta velocidad que surte dos corrientes de aire (una primaria y una secundaria) a cada cuarto. La fuente de aire primaria es de volumen constante y temperatura variable y neutraliza ganancias o pérdidas por transmisión a lo largo del año. La corriente secundaria es de volumen variable y de temperatura constante. Las terminales de cuarto incorporan reguladores de volumen de aire controlados termostáticamente. Hay difusores terminales de aire que tienen controles operados por el sistema que son autocontenidos y autobalanceados que son instalados y calibrados en fábrica.
  - c. Multi-zona. En este método se distribuye una corriente simple de aire a velocidad normal a cada cuarto a través de ductos. El aparato central de tratamiento de aire incluye rejillas de control de flujo (dampers) que pre-mezclan el aire frío y caliente y que son controladas a partir de termostatos localizados en los cuartos.
  - d. Ducto doble, volumen constante. En este sistema se surte de aire tratado a través de un par de ductos hasta las terminales de aire con diseño y funciones especiales. Estas unidades mezclan aire automáticamente para mantener temperaturas apropiadas y también patrones de volumen y aire apropiadas.

- **De "aire-agua"**. Como en los sistemas todo aire el aparato de tratamiento de aire y de refrigeración están separadas del espacio acondicionado. El enfriamiento del espacio es, sin embargo, afectado poco por el aire traído del aparato central. La mayor parte de la carga térmica del espacio es balanceado por agua fría circulada a través de un serpentín en una unidad de inducción o a través de un panel radiativo. Existen tres sistemas bajo esta clasificación:
  - a. Inducción. Este sistema utiliza una alimentación de aire de alta velocidad, alta presión y volumen constante a una terminal de tipo de alta inducción. Aire inducido desde el cuarto es enfriado dentro de la terminal como sea requerido. La capacidad de control es ya sea por flujo de agua o por un "by-pass" de aire.
  - b. Serpentín con ventilador de aire suplementario. Este tipo de terminal provee enfriamiento directo del aire del cuarto. Aire surtido en volumen constante de manera suplementaria provee la ventilación que se necesite.
  - c. Paneles radiativos con aire suplementario. El panel terminal de radiación en la pared o techo provee el enfriamiento por radiación. Una corriente de aire a volumen constante es surtida para deshumidificación y ventilación.
- **De "todo agua"**. Son aquellos sistemas con terminales en cuartos del tipo serpentín con ventilador (fan-coil) los cuales pueden estar conectados a uno ó dos circuitos de agua. El medio de enfriamiento (tal como agua semi-congelada--"chilled"--o salmuera) puede ser proveída desde una fuente remota y circulada a través de los serpentines en las terminales de serpentín con ventilador localizadas en el espacio. La ventilación se obtiene a través de una apertura en la pared o por infiltración.

### **Esquema de Unidad Central o de Enfriadora de Agua (Chiller)**

El enfriador de agua es un caso especial de máquina de refrigeración cuyo cometido es enfriar un medio líquido, generalmente agua. Son sistemas muy utilizados para acondicionar grandes instalaciones como edificios de oficinas y sobre todo aquellas que necesitan simultáneamente climatización y agua caliente sanitaria (ACS), por ejemplo hoteles y hospitales.

Existen diversas opciones de unidades centrales o enfriadoras de agua (Chillers) y cada opción será la más adecuada, dependiendo de la ubicación de la instalación a la que sirve, la disponibilidad y costo del agua, así como las tarifas de energía eléctrica en el lugar de la aplicación.

Cuando se hace una selección en el equipo a utilizar se debe tomar en cuenta que los equipos enfriados por agua son más eficientes que los enfriados por aire, pero se debe analizar el sistema completo, ya que al sistema de enfriamiento por agua tiene que agregársele el consumo eléctrico de los ventiladores de la torre de enfriamiento y en de las bombas de agua de condensación.

La determinación de los rendimientos de los chillers requiere de un análisis específico por caso, tomando en cuenta todo el perfil de la carga térmica durante un año.

**Tabla 74. Principales tipos de compresores de acuerdo al medio de condensación**

<b>Tipo de Compresor</b>	<b>Medio de condensación</b>	<b>kW/TR<sup>64</sup></b>	<b>IPLV<sup>65</sup></b>
Reciprocante	Aire	1.1	10.5 EER
Rotativo (Scroll)	Aire	1.1	11.5 EER
Tornillo	Aire	1.1	12.2 EER
Reciprocante	Agua	0.9	15.7 EER
Tornillo	Agua	0.65	0.575
Centrífugo	Agua	0.55	0.523
Centrífugo c/Variador	Agua	0.55	0.460

---

<sup>64</sup> Aunque la relación kW/TR es una referencia inicial, no debe tomarse como algo absoluto, ya que este valor se toma al 100% de la capacidad del equipo, es decir a las condiciones de diseño, las cuales son las condiciones más críticas.

<sup>65</sup> El valor integrado del comportamiento a cargas parciales (IPLV) solo toma cuatro puntos de operación, que son, al 100%, 75%, 50% y 25%, pero les da el mismo peso a cada uno de ellos



## **Torres de Refrigeración**

Una torre de refrigeración es una instalación que extrae calor del agua mediante evaporación o conducción.

Cuando el agua es reutilizada, se bombea a través de la instalación en la torre de enfriamiento. Después de que el agua se enfría, se reintroduce como agua de proceso. El agua que tiene que enfriarse generalmente tiene temperaturas entre 40 y 60 °C. El agua se bombea a la parte superior de la torre de enfriamiento y de ahí fluye hacia abajo a través de tubos de plástico o madera. Esto genera la formación de gotas. Cuando el agua fluye hacia abajo, emite calor que se mezcla con el aire de arriba, provocando un enfriamiento de 10 a 20 °C.

Existen sistemas de enfriamiento abiertos y cerrados. Cuando un sistema es cerrado, el agua no entra en contacto con el aire de fuera. Como consecuencia la contaminación del agua de las torres de enfriamiento por los contaminantes del aire y microorganismos es insignificante.

- El enfriamiento por evaporación con torres de enfriamiento, es utilizado en aplicaciones HVAC alrededor del mundo.
- Las torres de enfriamiento y de circuito cerrado, son utilizadas para condensar el agua en chillers.
- Los condensadores evaporativos se utilizan en grandes sistemas de aire acondicionado donde pueden ofrecer mayores ventajas de funcionamiento en comparación con los sistemas de paquete enfriados por agua o aire.

## Ventiladores

De 20 a 60% de la energía utilizada en un sistema de aire acondicionado es consumida por los ventiladores y las bombas que manejan el aire y el agua.

Un ventilador es una turbomáquina que se caracteriza porque el fluido impulsado es un gas (fluido compresible) al que transfiere una potencia con un determinado rendimiento.

En función de la trayectoria del fluido, todos estos ventiladores se pueden clasificar en

- **De flujo radial (centrífugos).** En los ventiladores centrífugos la trayectoria del fluido sigue la dirección del eje del rodete a la entrada y sale perpendicular al mismo a la salida.
- **De flujo axial.** La denominación "axial" deriva del hecho de que el aire que pasa a través del ventilador no cambia de dirección y fluye en paralelo al eje del ventilador.

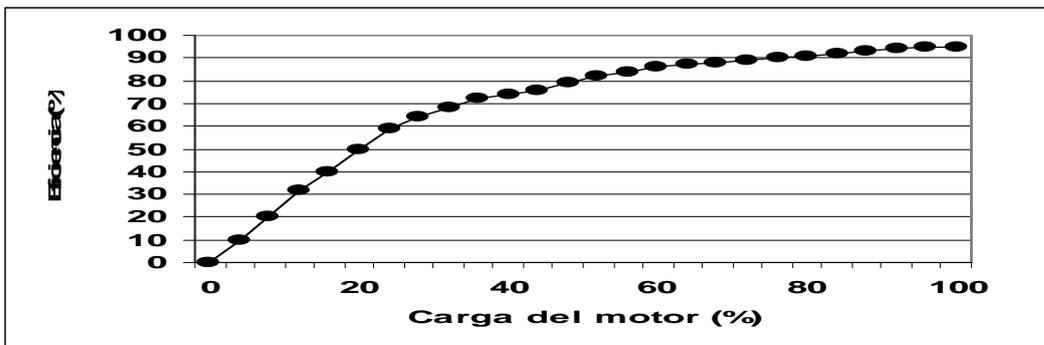
Los ventiladores axiales son más adecuados para suministrar flujos mayores a baja presión (tareas de alta velocidad específica), mientras que los ventiladores centrífugos están mejor adaptados para proporcionar flujos menores a alta presión (tareas de baja velocidad específica).

### Variadores de velocidad

El variador de velocidad es, en un sentido amplio, un dispositivo o conjunto de dispositivos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores. También es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, por sus siglas en inglés *Adjustable-Speed Drive*).

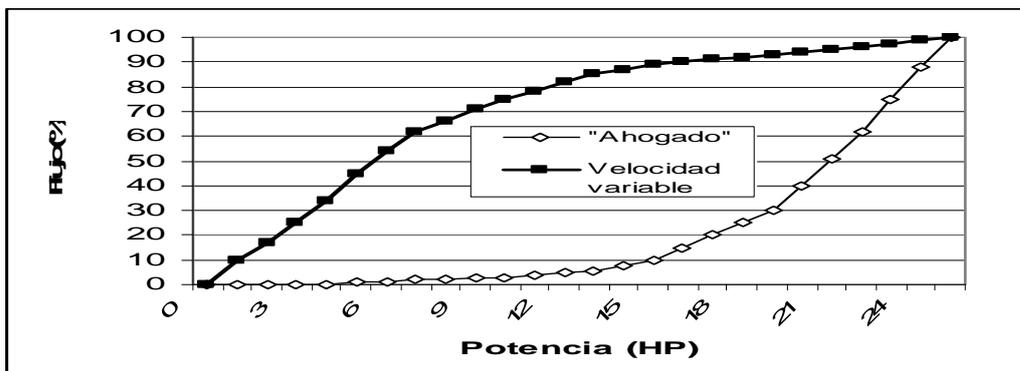
Estos dispositivos son útiles para sistemas donde los motores operan a cargas variables o pueden estar sobredimensionados ya que un motor que no opera a carga plena funciona con menor eficiencia.

**Figura 64. Perfil de eficiencia de un motor eléctrico respecto al porcentaje de carga plena.**



Igualmente, la utilidad de los variadores de velocidad se presenta en los sistemas de movimiento de fluidos que son "ahogados" para cumplir con un flujo dado (y que, por lo mismo, consumen energía de más).

**Figura 65. Perfil de flujo versus potencia requerida por modos de control de flujo.**



## **Materiales aislantes**

La conducción ocurre en las envolventes cuando el interior de la edificación y el exterior tienen distintas temperaturas, fluyendo del lado caliente al frío. El flujo de calor por conducción ( $q_c$ ) (o la cantidad de calor que atraviesa a un medio por interacción molecular directa) es función, por lo tanto, de cuatro factores:

- El **diferencial de temperatura ( $\Delta T$ )** entre los puntos extremos de la materia por la que fluye el calor.
- La **conductividad térmica ( $k$ )** del material que conforma la materia por la que fluye el calor.
- El **área de transferencia de calor ( $A$ )**, es decir, el área expuesta al diferencial de temperatura.
- El **espesor del material ( $t$ )** expuesto al diferencial de temperatura.

Una forma de representar la conductividad de un material es por medio del coeficiente de transferencia de calor ( $K$ ), el cual, a diferencia de la conductividad térmica, no depende del espesor de material.

$$K = (q_c) / (A * \Delta T)$$

Para propósitos de simplificación de cálculo de flujo de calor a través de una superficie se ha establecido un "Valor R". El valor R es inversamente proporcional a la conductividad ( $k$ ) y directamente proporcional al espesor del material ( $t$ ):

$$R = t/k$$

**Tabla 75. Características de diversos materiales aislantes**

Tipo de aislamiento	Densidad Aparente	Conductividad Térmica a 25° C de temperatura media		Resistencia Térmica a 1" ( 2.5 cm) de espesor	
	Kg/m <sup>3</sup>	W/ m °C	k	RSI	R
			BTU in / ft <sup>2</sup> h °F	°C m <sup>2</sup> / W	ft <sup>2</sup> h° F / BTU
Espuma Elastomérica	60	0.039	0.2705	0.65	3.7
Fibra de vidrio	19 a 30	0.040	0.277	0.64	3.6
Fibra Mineral	30 a 50	0.037	0.257	0.69	3.9
Poliestireno expandido	15	0.037	0.257	0.69	3.9
Poliestireno extruido	33	0.029	0.201	0.88	5.0
Poliuretano conformado	32	0.026	0.180	0.98	5.5

## **Sistemas de protección solar**

Se conoce por radiación solar al conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiancia, que mide la energía que, por unidad de tiempo y área, alcanza a la Tierra. Su unidad es el Watts/m<sup>2</sup> (Watts por metro cuadrado).

La radiación se transmite como ondas electromagnéticas entre dos cuerpos a temperaturas distintas. Este es el caso de la radiación solar, que es emitida a varios miles de grados centígrados a los techos y paredes de las edificaciones.

La radiación solar penetra a través de superficies vidriadas o simplemente ventanas. En condiciones generales medias el 86% continuará por el interior del local hasta encontrar una superficie opaca.

Para evitar el paso de la energía solar se utilizan sistemas de protección solar. Se entiende por protección solar a cualquier dispositivo fijo o móvil que impida total o parcialmente el ingreso de la radiación solar al interior de un local o habitación, como lo son persianas, cortinas, pantallas parasol y toldos, entre otros.

La medida de la capacidad de frenar en parte el paso de los rayos del sol de una superficie traslúcida es el factor solar o coeficiente de sombra. Se considera que los vidrios incoloros tienen un coeficiente de sombra igual a 1.0. Cuando hay que reducir el calor que ingresa a un edificio por el efecto del sol, es necesario usar vidriados que tengan control solar.

Los vidrios más comunes que absorben el calor están coloreados en su masa. Los tonos más conocidos son el gris y el bronce, que tienen un coeficiente de sombra de 0.65 y 0.73 en comparación con el vidrio incoloro. Esto significa que dejan pasar menos radiación solar. Existen ya en el mercado productos que tienen un coeficiente de sombra muy bajo, llegando a 0.39 sin limitar la transmisión de luz visible, cercana al 66 por ciento.

También existe el vidrio de baja emisividad (*Low-E*), que refleja la energía infrarroja del sol sin afectar la luz visible. Estos vidrios reducen el paso de la energía calórica y se pueden combinar con vidrios coloreados para aumentar su eficacia.

## Calentadores solares

Un calentador solar es un dispositivo que capta la radiación solar, la transforma en energía térmica y la transfiere a un fluido de trabajo, generalmente agua. Para los propósitos del presente análisis se consideran los equipos que funcionan para calentar el agua por debajo de su punto de ebullición<sup>66</sup>, es decir, sin un cambio de estado a vapor.

A su vez, los calentadores solares pueden clasificarse, para los propósitos del presente estudio, en cuatro tipos: solares planos, integrales, de tubos evacuados (o de vacío) y colectores de concentración.

- **Colectores solares planos.** Estos equipos funcionan captando la energía solar en aletas o placas captadoras conectadas térmicamente a tubos por donde circula el fluido a calentar. Los tubos generalmente corren en paralelo y comienzan y terminan en un cabezal común. Las aletas y los tubos pueden ser de una variedad de materiales, predominando el cobre, el plástico (prolpropileno) y el aluminio. Los colectores solares planos pueden ser utilizados como placas o dentro de cajas aisladas térmicamente. En este segundo caso la cara expuesta al sol tiene una cubierta transparente, la cual puede ser de vidrio o de un material plástico. Los colectores solares que se utilizan sin caja sirven para aplicaciones donde se requiere subir la temperatura del agua a temperaturas relativamente bajas, como es el caso de las albercas.
- **Calentadores integrales.** Un calentador integral se caracteriza por que el tanque de almacenamiento del agua se encuentra en la misma sección que el absorbedor, donde el tanque sirve como absorbedor.
- **Calentadores solares de tubos evacuados.** La principal característica este tipo de colectores es que el absorbedor se encuentra dentro de una cámara que se le ha extraído el aire, con la finalidad de evitar pérdidas térmicas por conducción y convección. Dentro de los calentadores solares de tubos evacuados existen diversas tecnologías. La primera de ellas consiste en un tubo de vidrio al vacío que contiene un tubo de metal o tubo de calor, en el cual existe un cambio de fase. El segundo consiste en un tubo en U por donde pasa el fluido. El tercero consiste en tubos concéntricos. Los materiales con lo que se fabrican los colectores de tubos evacuados es vidrio en el tubo exterior y el tubo interior puede ser cobre o vidrio principalmente. Independientemente de la tecnología usada, los colectores constan de varios tubos evacuados conectados en paralelo y en la parte superior.

---

<sup>66</sup> El punto de ebullición es la temperatura a la cual un elemento o compuesto químico pasa del estado líquido al estado gaseoso, o a la inversa se denomina punto de condensación. (es.wikipedia.org)

- **Colectores solares de concentración.** Existen los concentradores parabólicos compuestos (CPC) que son estacionarios y son para temperaturas del rango mencionado en este escrito. Están conformados por espejos cóncavos y parabólicos orientados en un punto determinado concentran la energía de la radiación solar. Son eficaces sólo con luz solar directa, y tienen que seguir el movimiento del Sol. Este tipo de colector puede alcanzar altas temperaturas.

## **INDUSTRIA**

### **Cogeneración**

La cogeneración se define como la técnica de producción secuencial de energía eléctrica o mecánica, conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica útil, o ambas, a partir de una sola fuente de energía primaria.

La cogeneración es aplicable, fundamentalmente, en las industrias que utilizan vapor y/o agua caliente como químicas, papeleras o alimentarias, en las que requieren procesos de secado como en minería, cerámica y similares, y, en general, en cualquier instalación que consuma calor o frío.<sup>67</sup> También tiene aplicaciones en edificios en los que el calor puede emplearse para calefacción, para refrigeración (mediante sistemas de absorción) y preparación de agua caliente sanitaria (como por ejemplo hospitales y hoteles).

En algunos esquemas de cogeneración el vapor se aprovecha para accionar equipos de bombeo, compresión o molienda; en otros, para suministrar calor a los procesos petroquímicos y de refinación de la industria petrolera. También se aplica en procesos de destilación para la industria azucarera, química y cervecera; y de secado en la industria papeleras.<sup>68</sup>

Al generar electricidad con un motor generador o una turbina, el aprovechamiento de la energía en el combustible es del 25% al 40%, solamente y el resto debe disiparse en forma de calor. Al cogenerar, este porcentaje se puede incrementar hasta cerca del 90%, ya que se aprovecha una parte importante de la energía térmica que normalmente se disipa en la atmósfera.

En general, la cogeneración permite la reducción de los costos de operación a través de una mejor transformación y uso de los energéticos primarios utilizando sistemas con diseños eficientes y económicos y que al mismo tiempo garanticen la continuidad y calidad en los servicios eléctrico y térmico.

La tecnología para proyectos de cogeneración está determinada por:

- El tipo de energético primario utilizado (gas natural, combustóleo, carbón, bagazo de caña o agave, licor negro, residuos forestales, basura).
- La relación de los requerimientos eléctricos y térmicos de los procesos a los que habrá de servir.

---

<sup>67</sup> <http://www.acogen.es/contenidos.asp?categoria=4>

<sup>68</sup> <http://www.iie.org.mx/boletin022006/art.pdf>

- La disponibilidad del agua
- Las regulaciones ambientales aplicables a la localidad donde se ubica la planta.
- La infraestructura eléctrica de respaldo y, en caso de entrega de electricidad a la red, de porteo eléctrico.

Un caso hipotético muy común es el de una empresa industrial mediana que requiere vapor y electricidad para su proceso y sus necesidades de vapor son más significativas que las de electricidad. En este caso, para obtener el vapor y la electricidad, tiene tres opciones:<sup>69</sup>

- Generar su vapor y comprar la energía eléctrica
- Generar toda su energía eléctrica, aprovechar el calor de desecho y generar el resto del calor con una caldera
- Producir todo el calor que necesita como subproducto de la generación de electricidad<sup>70</sup>

Se puede decir que la aplicación de la cogeneración es viable en procesos industriales cuando el costo de la energía eléctrica producida es menor al precio que ofrece la empresa que proporciona el servicio en el lugar donde se ubica la instalación.<sup>71</sup>

Actualmente la mayoría de los esquemas de cogeneración se basan en tres arreglos típicos:

- Generadores de vapor y turbogeneradores de vapor con extracciones de vapor a proceso o turbinas a contrapresión.
- Turbinas de gas con recuperadores de calor para producir vapor de proceso (cogeneración simple).
- Ciclos combinados (turbinas de gas conectadas a ciclos de potencia de vapor).
- Cogeneración con motores de combustión interna

Los esquemas con turbinas de vapor aprovechan combustibles de menor calidad (como el carbón mineral y los residuos líquidos del petróleo) pero tienen la desventaja de que su eficiencia es baja y requieren de sistemas que retiren los contaminantes (óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas) de los gases de combustión (ver Figura 2).

---

<sup>69</sup> <http://www.funtener.org/pdfs/presecog17jun04.pdf>

<sup>70</sup>

<http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/3707/2/iniciativacog220205.pdf>

<sup>71</sup> <http://www.acogen.es/contenidos.asp?categoria=4>

Los esquemas de turbogenerador de gas y vapor a proceso utilizan una turbina de gas para la producción de electricidad y un recuperador de calor para producción de vapor a proceso. En este caso, se provecha el 30% de la energía del combustible para generar electricidad y el 55% de la energía se convierte en energía térmica útil para el proceso.

La definición general de eficiencia en un sistema de cogeneración es la de la relación de la energía aprovechada (como electricidad y calor) y la energía primaria suministrada al sistema de cogeneración:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Energía aprovechada}}{\text{Energía suministrada}} \times 100$$

En particular, la eficiencia de los sistemas de cogeneración varía entre 70 y 90% y estos sistemas amplían la eficiencia de sistemas convencionales en hasta tres veces.

**Tabla 76. Eficiencias de sistemas de generación de electricidad con y sin cogeneración**

<b>Tipo de planta</b>	<b>Eficiencia en planta convencional (%)</b>	<b>Eficiencia de conversión con cogeneración (incluye electricidad y calor útil) (%)</b>
<b>Planta con turbina a vapor</b>	30	70
<b>Planta con turbina a gas natural</b>	36	85
<b>Motores de combustión interna</b>	25	73
<b>Microturbinas</b>	20	70

Fuente: Preparación del autor de fuentes varias.

## **Generación Distribuida**

La generación distribuida (también llamada microgeneración) representa uno de los desarrollos más significativos en el campo de los sistemas eléctricos.

Una de sus principales ventajas tiene que ver con el hecho de que son instaladas donde se requiere la potencia, por lo que su calor de desecho puede ser aprovechado para, por ejemplo, calentar el agua del edificio donde funcionan, llevando a eficiencias energéticas que pueden alcanzar de 80 a 90% (comparadas al 30% que tienen las plantas típicas de los sistemas centralizados).

Igualmente, aún cuando la electricidad que generan es más cara en la fuente—que generalmente lo es—no está sujeta a las grandes pérdidas de transmisión que tienen lugar en el proceso de llegar a los usuarios finales. Encima de eso, el calor de desecho que generan puede ser aprovechado, contrario a lo que sucede en las grandes empresas generadoras, que generalmente lo desperdician.<sup>72</sup>

Otra razón para el aprovechamiento de la generación distribuida es que puede ofrecer calidad de energía, aspecto clave en los sistemas productivos modernos. Hoy día una interrupción leve o una variación de voltaje imperceptible pueden tener costos muy altos para empresas que funcionan con tecnología sofisticada.

Las tecnologías de energía descentralizada consisten de sistemas de generación de electricidad que producen electricidad en o cerca del punto de consumo. Entre ellas se encuentran:<sup>73</sup>

- d. Cogeneración de alta eficiencia
- e. Sistemas de reciclado de energía, incluyendo el uso de gases de desecho, calor de desecho y caídas de presión para generar electricidad *in situ*.

Los motores Stirling<sup>74</sup>, las micro turbinas, las celdas de combustible y otros dispositivos pueden ser instalados en tamaños que los hacen adecuados para generar electricidad en hoteles, escuelas, hospitales pequeños negocios y hasta casas.

---

<sup>72</sup> The Dawn of Micropower, The Economist, 3 de Agosto de 2000.

<sup>73</sup> World Survey of Decentralized Energy. Alliance for Decentralized Energy, 2004.

<sup>74</sup> El motor Stirling es radicalmente distinto a los motores de combustión interna. Su principio básico de funcionamiento es que una cantidad fija de gas permanece sellada dentro del motor. El ciclo Stirling involucra una serie de eventos que cambian la presión del gas dentro del motor, dando lugar a que realice trabajo.

Estos sistemas tienen costos variados con inversiones que van de 600 a 10,000 dólares americanos por cada mil Watts (un kW) instalado.

**Tabla 77. Opciones de generación de electricidad en sistemas de microgeneración con combustibles fósiles.**

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>Motor reciprocante</b>	<b>Microturbina</b>	<b>Motor Stirling</b>
Rango actual de tamaños (kW)	5 a 10,000	20 a 300	0.1 a 100
Eficiencia eléctrica (%)	20 a 45	30 a 38	20 a 36
Costo actual de instalación (por kW)	\$600 a 1,000	\$600 a 1,000	\$1,500
Costo esperado de instalación con producción en masa (por kW)	< \$500	\$200 a 250	\$200 a 300

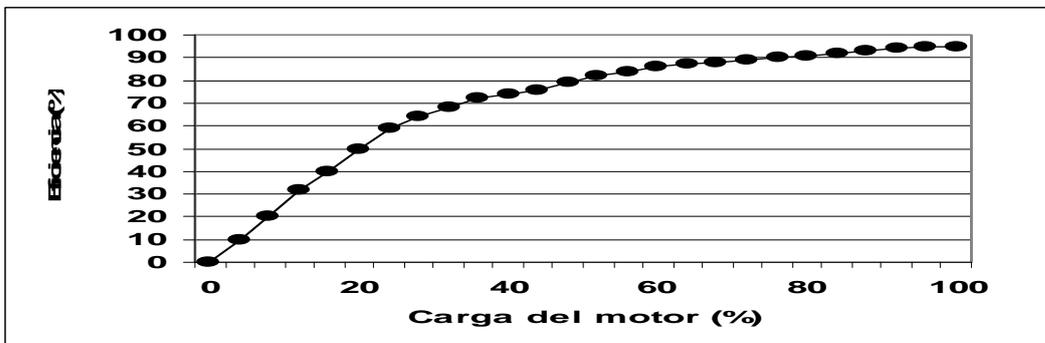
Fuente: Seth Dunn y Christopher Flavin, Sizing up Micropower, State of the World 2000, The Worldwatch Institute, 2000.

### Variadores de velocidad

El variador de velocidad es, en un sentido amplio, un dispositivo o conjunto de dispositivos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores. También es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, por sus siglas en inglés *Adjustable-Speed Drive*).

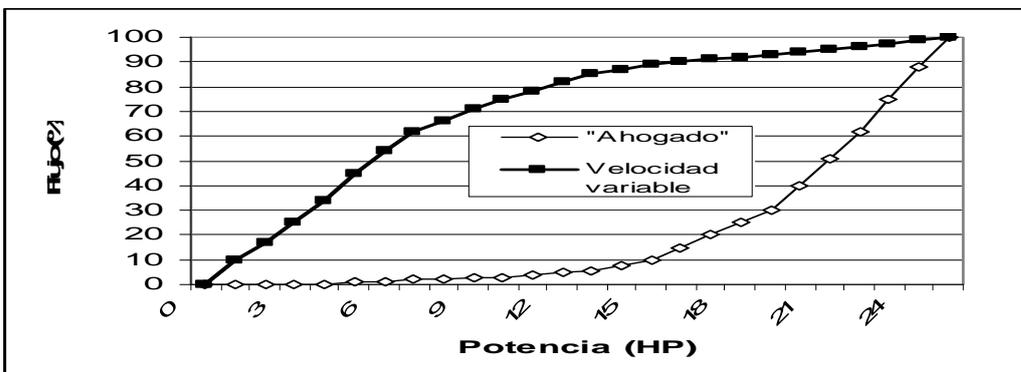
Estos dispositivos son útiles para sistemas donde los motores operan a cargas variables o pueden estar sobredimensionados ya que un motor que no opera a carga plena funciona con menor eficiencia.

Figura 66. Perfil de eficiencia de un motor eléctrico respecto al porcentaje de carga plena.



Igualmente, la utilidad de los variadores de velocidad se presenta en los sistemas de movimiento de fluidos que son "ahogados" para cumplir con un flujo dado (y que, por lo mismo, consumen energía de más).

Figura 67. Perfil de flujo versus potencia requerida por modos de control de flujo.



## **Motores Eléctricos<sup>75</sup>**

Un motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en movimiento, esto es, en energía mecánica.

La conversión de energía en un motor eléctrico se debe a la interacción entre una corriente eléctrica y un campo magnético. Un campo magnético, que se forma entre los dos polos opuestos de un imán, es una región donde se ejerce una fuerza sobre determinados metales o sobre otros campos magnéticos. Un motor eléctrico aprovecha este tipo de fuerza para hacer girar un eje, transformándose así la energía eléctrica en movimiento mecánico.

### **Partes de un Motor**

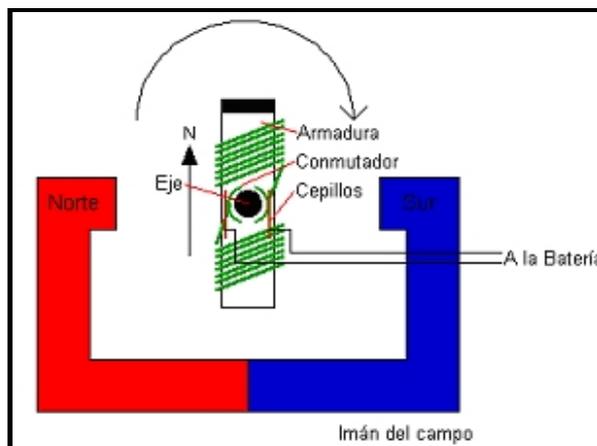
La figura siguiente muestra un motor eléctrico simple de corriente continua o directa de 2 polos, consta de 6 partes, tal como se muestra en el diagrama:

- Una armadura o rotor.
- Un conmutador.
- Cepillos.
- Un eje.
- Un Imán de campo.
- Una fuente de energía.

---

<sup>75</sup> Fuentes: Páginas Web <http://es.wikipedia.org>; <http://www.inta.es>;  
<http://www.enreparaciones.com.ar>; <http://www.portalplanetasednas.com.ar>;  
<http://www.fide.org.mx>; <http://www.conae.gob.mx>

**Figura 68. Diagrama de un motor**



Fuente: <http://es.wikipedia.org>

### **Tipos de motores eléctricos**

En cuanto a los tipos de motores eléctricos genéricamente se distinguen motores monofásicos, que contienen un juego simple de bobinas en el estator, y polifásicos, que mantienen dos, tres o más conjuntos de bobinas dispuestas en círculo.

Según la naturaleza de la corriente eléctrica transformada, los motores eléctricos se clasifican en motores de corriente continua (descrito arriba), también denominada directa, motores de corriente alterna, que, a su vez, se agrupan, según su sistema de funcionamiento, en motores de inducción, motores sincrónicos y motores de colector.

#### *Motores de corriente alterna*

Los motores de corriente alterna tienen una estructura similar a los de corriente continua, con pequeñas variaciones en la fabricación de los bobinados y del conmutador del rotor. Según su sistema de funcionamiento, se clasifican en motores de inducción, motores sincrónicos y motores de colector.

#### *Motores de inducción*

El motor de inducción no necesita escobillas ni colector. Su armadura es de placas de metal magnetizable. El sentido alterno de circulación, de la corriente en las espiras del estator genera un campo magnético giratorio que arrastra las placas de metal magnetizable, y las hace girar. El motor de inducción es el motor de corriente alterna más utilizado, debido a su fortaleza y sencillez de construcción, buen rendimiento y bajo costo así como a la ausencia de colector y al hecho de que sus características de funcionamiento se adaptan bien a una marcha a velocidad constante.

### *Motores sincrónicos*

Los motores sincrónicos funcionan a una velocidad sincrónica fija proporcional a la frecuencia de la corriente alterna aplicada. Su construcción es semejante a la de los alternadores. Cuando un motor sincrónico funciona a potencia constante y sobreexcitado, la corriente absorbida por éste presenta, respecto a la tensión aplicada un ángulo de desfase en avance que aumenta con la corriente de excitación. Esta propiedad es la que ha mantenido la utilización del motor sincrónico en el campo industrial, pese a ser el motor de inducción más simple, más económico y de cómodo arranque, ya que con un motor sincrónico se puede compensar un bajo factor de potencia en la instalación al suministrar aquél la corriente reactiva, de igual manera que un condensador conectado a la red.

### *Motores de colector*

Los problemas de la regulación de la velocidad en los motores de corriente alterna y la mejora del factor de potencia han sido resueltos de manera adecuada con los motores de corriente alterna de colector. Según el número de fases para los que están concebidos los motores de colector se clasifican en monofásicos y polifásicos, siendo los primeros los más utilizados.

## **Potencia de un motor eléctrico**

La potencia de una máquina eléctrica es la energía desarrollada en la unidad de tiempo. La potencia de un motor es la que se suministra por su eje. Un motor absorbe energía eléctrica y suministra energía mecánica.

La potencia que da una máquina en un instante determinado depende de las condiciones externas a ella; en un motor eléctrico depende de la resistencia mecánica de los mecanismos que mueve.

Entre todos los valores de potencia posibles hay uno que da las características de la máquina, es la potencia nominal, que se define como la que puede suministrar sin que la temperatura llegue a los límites admitidos por los materiales aislantes empleados. Cuando la máquina trabaja en esta potencia se dice que está a plena carga. Cuando una máquina trabaja durante breves instantes a una potencia superior a la nominal se dice que está trabajando en sobrecarga.

## **Eficiencia de un motor eléctrico**

La eficiencia ( $\eta$ ) es la medida de la capacidad de un motor para convertir la potencia eléctrica que toma de la línea en potencia mecánica útil y es comúnmente expresada en porcentajes.

Esto es:

$$\eta = \frac{\text{Potencia de salida (Mecánica)}}{\text{Potencia de entrada (Eléctrica)}} \times 100$$

Es importante para el cálculo de la eficiencia que las unidades de las potencias sean las mismas, ya que la potencia eléctrica se expresa en unidades de kW (kiloWatts) y la potencia mecánica en unidades de CP (Caballos de Potencia) o HP (por sus siglas en inglés). Entonces, se pueden usar las siguientes equivalencias:

$$\begin{aligned} 1 \text{ kW} &= 1.34 \text{ CP} \\ 1 \text{ CP} &= 0.746 \text{ kW} \end{aligned}$$

Ahora, es imprescindible saber que no toda la energía eléctrica de entrada que recibe el motor de la línea se convierte en energía de movimiento, en la conversión siempre existen pérdidas, por lo que la eficiencia nunca será del 100%.

Las pérdidas consumen sólo una fracción de la potencia de entrada o eléctrica, y se entienden como las pérdidas de transformación que se manifiestan en calor en el proceso de conversión de la energía eléctrica en mecánica. Por su naturaleza se pueden agrupar de la siguiente manera:

*Pérdidas en los conductores*, ya sea en las bobinas del estator y/o en los bobinados del rotor. Estas pérdidas dependen del cuadrado de la corriente ( $I^2R$ ) y son las más importantes, ya que de ellas se pueden explicar más de la mitad de las pérdidas totales del motor.

*Pérdidas en el núcleo magnético*, que se deben a las alteraciones de campo magnético en el material del estator y del rotor por efectos de histéresis<sup>76</sup> y de corriente de Eddy<sup>77</sup>.

*Pérdidas por fricción y ventilación*, que se deben a la fricción en los rodamientos y a las pérdidas por resistencia del aire al giro del ventilador y de otros elementos rotativos del motor.

*Pérdidas indeterminadas o adicionales a la carga*, llamadas así porque su naturaleza es compleja y son difíciles de determinar por medio de mediciones directas o de cálculos; están relacionadas con la carga y

---

<sup>76</sup> Son causadas debido a la propiedad de remanencia que tienen los materiales magnéticos al ser excitados por un flujo magnético en una dirección.

<sup>77</sup> Son causadas por las corrientes inducidas o corrientes de Eddy que circulan en las laminas magnéticas del núcleo que son inducidas por el flujo magnético giratorio.

generalmente se supone que varían con el cuadrado del momento de salida.

El diseño final de un motor es un balance entre las pérdidas de eficiencia, buscando su mínima expresión, con el objetivo de obtener una eficiencia elevada y poder satisfacer, además, otros requerimientos de operación como el torque, la corriente de arranque y el factor de potencia.

La forma en que se distribuyen relativamente las pérdidas depende del tipo y tamaño del motor.

Los motores eléctricos se clasifican por su eficiencia, por ejemplo en México, la eficiencia de los motores eléctricos que se fabrican y comercializan están sujetos al cumplimiento de la NOM-016-ENER- 2002. Esta norma fue establecida en 1997 y modificada en 2002, ante la dinámica de la normatividad internacional, principalmente la de los Estados Unidos de Norteamérica.

La primera normatividad norteamericana data de 1992, la "Energy Policy Act, EPAct, 1992" ésta norma tuvo como base los valores de eficiencia y funcionamiento que NEMA estableció para sus asociados en 1989.

Posteriormente, en 1997, modifican la norma, la cual es aceptada por NEMA y por todos sus asociados. Los niveles de eficiencia de dicha norma son similares a los valores de los motores de "alta eficiencia" definidos por la norma mexicana NOM-016-ENER-2002.

En la actualidad, los fabricantes de motores eléctricos han superado estas normas, motivo por el cual, en E.U.A. se crea el Consorcio para la Eficiencia Energética (CEE), y desarrolla un conjunto de niveles de eficiencia mayores a los definidos por EPAct, y denominaron a la tecnología que cumplía con los estándares como de "eficiencia Premium".

Ante todo ello, la Asociación Nacional de Manufacturas Eléctricas (NEMA) les concedió el reconocimiento especial, con la designación "Nema-Premium" a los motores que no sólo son altamente eficientes sino que van un paso más allá, ofreciendo un mayor rendimiento energético.

Para sostener esta denominación los motores eléctricos deben tener una eficiencia igual o mayores a los establecidos en las tablas 12-12 y 12-13 de "NEMA Standards Publication MG1-2003"

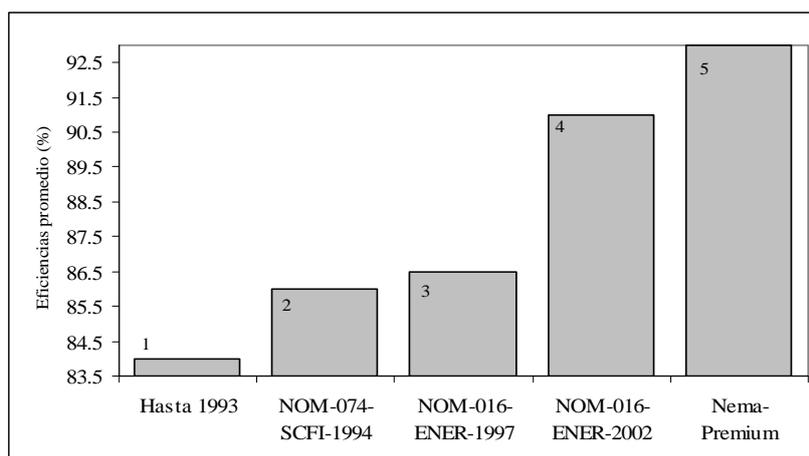
**Tabla 78. Eficiencia Nominal para "NEMA-Premium™"**

Potencia Nominal CP	Abierto			Cerrado		
	2 polos	4 polos	6 polos	2 polos	4 polos	6 polos
5	86.5	89.5	89.5	88.5	89.5	89.5
7.5	88.5	91.0	90.2	89.5	91.7	91.0
10	89.5	91.7	91.7	90.2	91.7	91.0
15	90.2	93.0	91.7	91.0	92.4	91.7
20	91.0	93.0	92.4	91.0	93.0	91.7
25	91.7	93.6	93.0	91.7	93.6	93.0
30	91.7	94.1	93.0	91.7	93.6	93.0
40	92.4	94.1	94.1	92.4	94.1	94.1
50	93.0	94.5	94.1	93.0	94.5	94.1
60	93.6	95.0	94.5	93.6	95.0	94.5
75	93.6	94.5	95.0	93.6	95.4	94.5
100	93.6	95.4	95.0	94.1	95.4	95.0
125	94.1	95.4	95.0	95.0	95.4	95.0
150	94.1	95.8	95.4	95.8	95.8	95.0
200	95.0	95.8	95.4	95.4	96.2	95.8

Fuente: <http://www.nema.org/premiummotors>.

La figura siguiente muestra la evolución de la eficiencia promedio en los motores eléctricos, las eficiencias expresadas son las mínimas establecidas.

**Figura 69. Evolución de eficiencias en motores eléctricos (Motor 30CP, 4 polos, abierto)**



Fuentes:

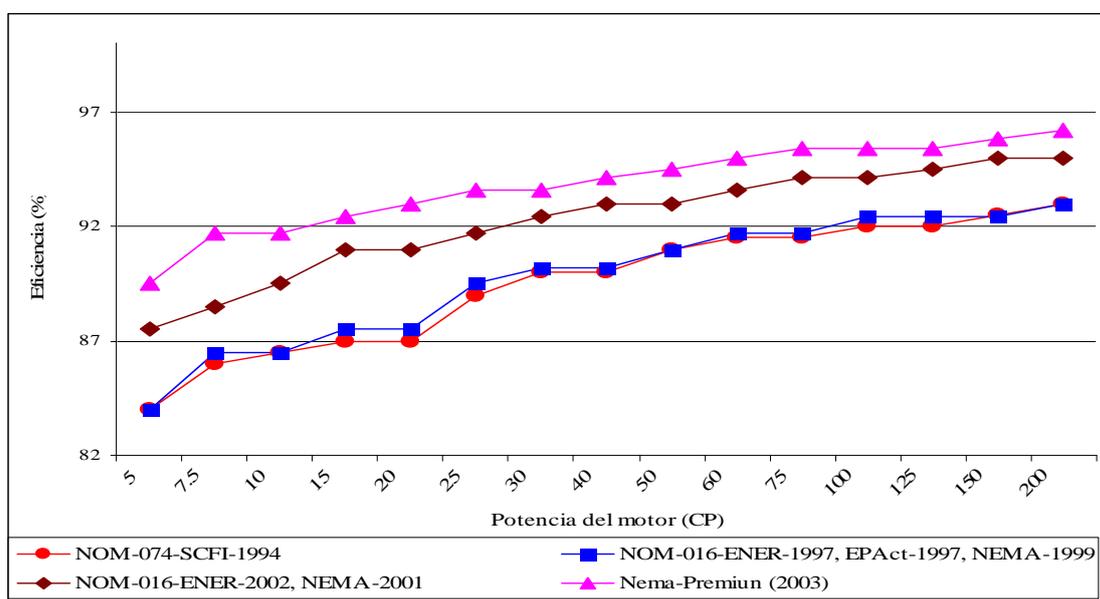
1. Instituto de Investigaciones Eléctricas;
2. NOM-074-SCFI-1994, Publicada en DOF el 8 de septiembre de 1994, vigencia del 01 de Enero de 1995 al 18 de Junio de 1998.
3. NOM- 016-ENER-1997, Publicado en DOF el 17 de Junio de 1998, vigencia del 18 de Junio de 1998 al 14 de Marzo de 2003

4. NOM-016-ENER-2002, Publicado en DOF el 13 de Enero de 2003 y vigente a partir del 14 de Marzo de 2003.

5. "NEMA Standard Publication MG1-2003" Tablas 12-12 y 12-13; <http://www.nema.org/premiummotors>

En la figura 70 se muestran las gráficas de las eficiencias nominales para motores de 4 polos, a plena carga, cerrados, para las capacidades definidas en las normas mexicanas y en las Nema-Premium. Se compara el de 4 polos cerrado, sólo como ejemplo, ya que se pueden hacer las comparaciones 2,4,6 y 8 polos, abiertos o cerrados y sus diferentes capacidades en todas ellas habrá diferencias de eficiencia significativas.

**Figura 70. Comparación de eficiencias nominales a plena carga para motores de inducción cerrados de 4 polos.**



Fuente: NOM-074-SCFI-1994; NOM-016-ENER-1997; NOM-016-ENER-2002 y NEMA MG1-2003

## TRANSPORTE

### Mejoras en la eficiencia energética de los vehículos.

Existe actualmente tecnología que puede permitir, si se reduce la potencia de los vehículos, rendimientos de combustible del orden de 50% debajo de los actuales. Sin embargo, los mercados de automóviles en la actualidad reaccionan por otras variables y solo por medio de regulaciones obligatorias (de emisiones o de rendimiento de combustible) o través de incrementos en el precio de los combustibles se podría generalizar los vehículos con estas características.

Los rendimientos de combustible se miden en distancia recorrida por unidad de volumen de combustible (gasolina, gasoil o GLP).

El rendimiento de un automóvil está condicionado por los siguientes aspectos<sup>78</sup>:

- 1. La potencia y el tamaño del motor.** La potencia de un motor se mide en caballos de fuerza (CP) y su tamaño en litros, que corresponde al volumen desplazado por los pistones. Mayor potencia y volumen de un motor significará mayor consumo de combustible.
- 2. El tamaño y peso de vehículo.** Entre más pequeño y ligero sea el vehículo será más eficiente.
- 3. El tipo de transmisión.** Una transmisión con un amplio rango de velocidades siempre mejora el consumo de combustible, tal es el caso de una transmisión manual de 5 velocidades o una automática de 4.

En el ámbito internacional la industria automotriz produce año con año automóviles más seguros y eficientes, que incorporan innovaciones tecnológicas en sus diferentes sistemas, mejores y modernos perfiles aerodinámicos, reducción en los pesos de los materiales empleados en su fabricación. Asimismo, los investigadores han formulado combustibles de mayor calidad y más limpios, que son mejor aprovechados por los motores y contribuyen a tener un ambiente más limpio, principalmente en las grandes ciudades.

Existe actualmente tecnología que puede permitir, si se reduce la potencia de los vehículos, rendimientos de combustible del orden de 50% debajo de los actuales. Sin embargo, los mercados de automóviles en la actualidad reaccionan por otras variables y solo por medio de regulaciones obligatorias (de emisiones o de rendimiento de combustible)

---

<sup>78</sup> <http://www.conae.gob.mx>

o través de incrementos en el precio de los combustibles se podría generalizar los vehículos con estas características.

## **Vehículos Híbridos**<sup>79</sup>

Un vehículo híbrido es aquel que combina dos o más sistemas que, a su vez, consumen fuentes de energía diferentes. Uno de los sistemas es el generador de la energía eléctrica, que consiste en un motor de combustión interna de alta eficiencia, combinado con volantes de inercia, ultracondensadores o baterías eléctricas. El otro sistema está compuesto por la batería eléctrica y los moto-generadores instalados en las ruedas.

Los componentes más importantes de un vehículo híbrido son:

- **Motor a Gasolina.** Este es similar al que tienen los automóviles convencionales. Sin embargo, el motor en un híbrido es más pequeño y cuenta con tecnología avanzada que reduce las emisiones e incrementa la eficiencia del mismo.
- **Motor Eléctrico.** El motor eléctrico de un auto híbrido es muy sofisticado. Electrónica avanzada permite que éste actúe correctamente como motor y generador.
- **Generador.** Es parecido a un motor eléctrico, pero este sólo trabaja para producir energía eléctrica. Se usa más en vehículos híbridos que tienen configuración en serie.
- **Tanque de Gasolina.** El tanque de combustible del híbrido es la fuente de energía del motor a gasolina. La gasolina tiene mayor densidad energética que las baterías.
- **Baterías.** Las baterías en un auto híbrido son la fuente de energía del motor eléctrico. A diferencia de la gasolina en el tanque de combustible, que solo puede proveer de energía al motor a gasolina, el motor eléctrico en el auto híbrido puede suministrar energía a las baterías, así como obtenerla de estas.
- **Transmisión.** La transmisión en un automóvil híbrido cumple la misma función básica que en un auto convencional.

No todos los motores híbridos funcionan igual, pero todos los híbridos que circulan actualmente tienen tres características en común:

- **Fuentes de poder duales.** Los híbridos usan la potencia combinada del motor de gasolina y el motor de batería para hacer funcionar el vehículo. El de batería carece de la potencia total del motor de gasolina, pero puede ofrecer considerable impulso, particularmente a bajas velocidades. Algunos híbridos tienen la capacidad de funcionar únicamente con la batería durante un período, pero la mayoría necesitan el motor de gasolina para funcionar.

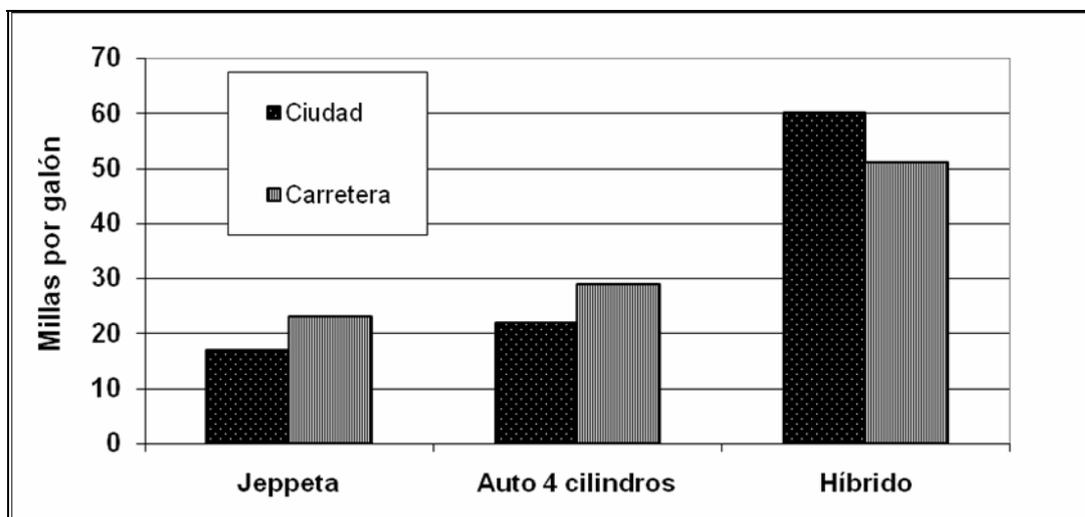
---

<sup>79</sup> Descripción obtenida de <http://www.conae.gob.mx>

- **El motor de gasolina permanece apagado mientras espera.** Cuando se detiene en un semáforo, el motor de gasolina del híbrido se apaga. Los motores de batería manejan las funciones mínimas necesarias cuando el auto no se está moviendo, lo cual ahorra combustible.
- **Frenado regenerativo.** Los híbridos capturan la energía de los frenos y la usan para recargar la batería. No es necesario conectar los híbridos.

Los motores híbridos ofrecen un magnífico rendimiento de gasolina al aprovechar las tecnologías y diseños más innovadores. Además, reducen las emisiones contaminantes. Ya existen en el mercado automóviles de éste tipo, cuyos rendimientos llegan a las 60 millas por galón (para carretera) lo cual es muy superior al de otros vehículos en el mercado.

**Figura 71. Rendimientos de combustible por tipos de vehículos**



Fuente: [http://autos.yahoo.com/new\\_cars.html](http://autos.yahoo.com/new_cars.html)

## **Vehículos a gas natural**

El gas natural es una mezcla de hidrocarburos, compuesta principalmente por metano (CH<sub>4</sub>), el cual es el primer miembro de la familia de los alcanos, que en condiciones atmosféricas se presenta en forma gaseosa. Es un gas incoloro e inodoro, cuyo principal componente es el metano y se encuentra principalmente en las cavidades rocosas de las formaciones geológicas y en las cavidades microscópicas o intersticiales, las cuales unidas pueden formar grandes acumulaciones de gas.

El gas natural tiene un índice de octano de 130,<sup>80</sup> característica que permite incrementar la potencia de los motores, propiciando que trabajen con mayor eficiencia, evitando dejar residuos de la combustión, y por lo tanto desgastando menos los motores, por lo que los costos de mantenimiento se ven reducidos al poder espaciar los cambios de aceite y bujías a cada 20,000 y 120,000 km respectivamente.<sup>81</sup>

Tomando en cuenta las propiedades físico-químicas del gas natural, se pueden considerar algunas ventajas de su uso:<sup>82</sup>

- Asegura una eficiencia en la operación ya que presenta una combustión completa y limpia.
- Es un combustible relativamente barato.
- Su manejo tiene menos riesgos que el del GLP debido a que en caso de fugas y al ser más ligero que el aire, se disipa rápidamente en la atmósfera.

Un motor dedicado a gas natural no difiere mucho en cuanto a medidas, peso, construcción o requerimientos de materiales de un motor a gasolina.

Para utilizar gas natural se puede hacer una conversión de motores que operan con ciclo Otto, los cuales pueden operar con gasolina (o diesel) y/o gas natural, lo que permite que los vehículos operen satisfactoriamente cuando el gas natural no está disponible. En este arreglo el propio motor opera con un carburador para gas natural (generalmente llamado mezclador gas/aire) o un sistema de inyección de combustible gaseoso, en adición al carburador regular (o sistema Fuel Injection).

---

<sup>80</sup> El octanaje o índice de octano es una escala que mide la resistencia que presenta un combustible (como la gasolina) a detonar prematuramente cuando es comprimido dentro del cilindro de un motor.

<sup>81</sup> [www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx)

<sup>82</sup> [www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx)

Los componentes de un kit de conversión a gas natural son los siguientes:<sup>83</sup>

- Cilindros para almacenar el gas
- Interruptor del selector de combustible
- Transductor para el selector de combustible e indicador de combustible.
- Válvula de corte maestro del cilindro.
- Conexión para la recarga del gas.
- Carburador o mezclador aire-combustible o Sistema de inyección de combustible gaseoso.
- Módulo de control de encendido, que adapta la curva de encendido del vehículo a las características del GNV en el sistema dual gasolina
- Válvula solenoide para el control de la gasolina.
- Líneas de presión adecuadas.
- Sistema de alivio de presión.

La última generación de kits de conversión debe interactuar con el control del microprocesador del motor y los sistemas de control de emisiones, esto con el fin de modular la alimentación del gas natural dentro del motor para optimizar los niveles de potencia y emisiones.

---

<sup>83</sup> Energy, Mines and Resources Canada, Natural Gas an Alternative Transportation Fuel, 1992

## **Vehículos con Etanol**

El etanol es también llamado alcohol etílico. Es un líquido inflamable e incoloro; posee un alto octanaje y una mayor solubilidad en gasolina que el metanol. Al etanol que proviene de plantas y/o granos se le conoce como bioetanol.

El etanol puede utilizarse como combustible para automóviles por sí mismo o también puede mezclarse con gasolina en cantidades variables para reducir el consumo de derivados del petróleo. El combustible resultante se conoce como gasohol.

El gasohol se utiliza en mezclas que van desde el 5% al 95% de etanol y desde 95% hasta el 5% gasolina, denominados E5, E10 hasta E95. Las mezclas hasta 30% de etanol (E30) son las más utilizadas ya que no requieren de modificaciones en el motor del automóvil. Generalmente, cuanto mayor es el contenido de etanol en una mezcla de gasohol, más baja es su conveniencia para los motores comunes de automóvil.

Se utiliza también y cada vez más, como aditivo para oxigenar la gasolina, como reemplazo para el metil-ter-butil-éter, ya que este último contamina el suelo y el agua subterránea. Igualmente, puede utilizarse como combustible en las celdas de combustible.

Desde el punto de vista técnico, la caña de azúcar es una de las materias primas para producir bioetanol. Lo anterior se debe a que los azúcares que contiene se encuentran en una forma simple de carbohidratos fermentables y además, durante su procesamiento se genera el bagazo, que se usa como combustible en la producción de etanol.

Se estima que por cada hectárea sembrada se producen alrededor de mil galones de etanol al año.

**Tabla 79. Rendimientos unitarios de producción de materia prima (maíz y caña de azúcar) y de bioetanol**

Materia prima	Toneladas por hectárea	Litros por tonelada	Producción de bioetanol por unidad de área	
			m <sup>3</sup> por hectárea al año	Litros por m <sup>2</sup> al año
Maíz (USA)	9.2	360	4,900	0.5
Caña de azúcar (Brasil)	70	70	3,300	0.3

Fuente: Preparación propia del autor a partir de varias fuentes

## **Vehículos con Biodiesel**

El biodiésel es un combustible sintético líquido que se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales mediante procesos industriales, y que se aplica en la preparación de sustitutos totales o parciales del diesel convencional o gasóleo obtenido del petróleo.

<sup>84</sup>

La fuente del biodiesel suele ser la planta de colza, ya que es una especie de alto contenido de aceite, que se adapta bien a los climas fríos. Sin embargo existen otras variedades con mayor rendimiento por hectárea, tales como la palma, la jatropha, curcas, entre otros. También puede producirse de grasas animales, nuevas o usadas.

Los procesos industriales para obtener el biodiesel son diversos. De manera general, los aceites vegetales obtenidos de semillas y/o plantas oleaginosas se someten a un proceso químico llamado transesterificación o alcoholisis, que intenta sustituir en un lípido (éster) un alcohol (glicerina) por uno más ligero como metanol, etanol, propanol o butanol. El producto recuperado es separado en fases para eliminar el glicerol. La mezcla restante es separada y el exceso de alcohol reciclado. Posteriormente los lípidos son sometidos a un proceso de purificación que consiste en el lavado con agua, secado al vacío y filtrado.<sup>85</sup>

El biodiesel puede usarse en su forma pura (100% biodiesel) o mezclado en cualquier proporción con diesel regular para su uso en motores de ignición a compresión. El biodiesel como sustituto total del diesel se denomina B100, mientras que otras denominaciones como B5 o B30 hacen referencia a la proporción o porcentaje de biodiesel utilizado en la mezcla.

Aunque se puede usar en forma pura, la más adecuada aplicación del biodiesel es en mezclas con los derivados de petróleo convencionales. Es la mezcla B5 la más utilizada debido a que no requiere modificaciones en los motores para su uso.

---

<sup>84</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Biodi%C3%A9sel>

<sup>85</sup> [http://sepiensa.org.mx/contenidos/2006/biodiesel/biodiesel\\_1.htm](http://sepiensa.org.mx/contenidos/2006/biodiesel/biodiesel_1.htm)

## **Confort térmico y Temperatura Efectiva**

El confort térmico es un concepto subjetivo que expresa el bienestar físico y psicológico de un individuo cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son favorables a la actividad que desarrolla. Con base en la experiencia en el diseño de sistemas de aire acondicionado, se ha determinado que la mayoría de la gente se siente confortable cuando la temperatura oscila entre 21° C y 26° C, y la humedad relativa entre 30% y 70%. Estos valores se aplican cuando las personas están vestidas con ropa ligera, a la sombra y relativamente inactivas.<sup>86</sup>

La American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) ha conducido investigaciones a través de muchos años e involucrando a cientos de gentes en un intento de relacionar los factores de temperatura, humedad y movimiento de aire al confort humano. De los resultados de estas pruebas se ha concluido que diferentes personas reaccionan de distintas maneras a las condiciones atmosféricas que las rodean. Asimismo, se desarrolló el concepto de Temperatura Efectiva.

La Temperatura Efectiva es una medida del confort que involucra a los efectos combinados de temperatura, humedad y movimiento del aire en la manera en que son juzgados por los sujetos de los estudios de investigación. Por lo mismo, los sistemas de aire acondicionado diseñados para producir la misma exacta temperatura, humedad y movimiento de aire pueden no tener los efectos óptimos de confort a lo largo de todo el año.

En este sentido, para quienes no viven en la región es evidente que en la República Dominicana existe una manifiesta preferencia por temperaturas particularmente bajas en los sistemas de aire acondicionado, lo cual lleva a consumos relativamente mayores de energía para acondicionamiento de espacios.

---

<sup>86</sup> <http://www.arq.ucv.ve/idec/racionalidad/Paginas/Manualconfort.html>

**Normas, reglamentos y códigos de construcción**

En muchas partes del mundo existen obligaciones de características para edificaciones que influyen en sus intensidad de uso de energía.

*International Energy Conservation Code 2004*

Existen códigos con carácter internacional que establecen, para una clasificación climática, valores de R para techo y paredes.

**Tabla 80. Requerimientos de aislamiento mínimo (Valor R) para edificios no residenciales – elementos opacos**

Zona climática	1	2	3	4 excepto Marina	5 y Marina 4	6	7	8
----------------	---	---	---	------------------	--------------	---	---	---

**Techos**

Aislamiento completamente encima de cubierta	R-15ci	R-15ci	R-15ci	R-15ci	R-20ci	R-20ci	R-25ci	R-25ci
Edificios de metal (con ladrillo térmico R-5)	R-19+R-10	R-19	R-19	R-19	R-19	R-19	R-19+R-10	R-19+R-10
Atico y otros	R-30	R-30	R-30	R-30	R-30	R-30	R-38	R-38

**Paredes**

Masivas	NR	NR	R-5.7ci	R-5.7ci	R-7.6ci	R-9.5ci	R-11.4ci	R-13.3ci
Edificios de Metal	R-13	R-13	R-13	R-13	R-13+R-13	R-13+R-13	R-13+R-13	R-13+R-13
Enmarcado de metal	R-13	R-13	R-13	R-13	R-13+R-3.8ci	R-13+R-3.8ci	R-13+R-3.8ci	R-13+R-7.5ci
Enmarcado de madera y otro	R-13	R-13	R-13	R-13	R-13	R-13	R-13	R-13+

Fuente: International Energy Conservation Code 2004

### **Ejemplo del costo de la energía conservada**

#### **El caso de la iluminación en los hogares en República Dominicana**

Para aproximarnos al potencial de ahorro de energía en la iluminación de hogares dominicanos es útil establecer la rentabilidad de cambios de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas. En este sentido son cuatro las variables que determinan la rentabilidad de una medida de ahorro de energía (en este caso relativa a la iluminación):

- La energía que se puede ahorrar, lo cual se establece en función de los parámetros energéticos de la tecnología utilizada y, de la que, la puede sustituir, y del patrón de uso de la misma.
- La tarifa o precio de la energía que utiliza, lo cual permite establecer el valor monetario de lo que se puede ahorrar.
- El costo de la modificación o de la sustitución del equipo o sistema; y
- La tasa de retorno que espera quien hace la inversión para ahorrar energía.

En lo que se refiere a lámparas éstas tienen precios y características como se indican en la Tabla siguiente. Como se muestra, los precios de las lámparas fluorescentes compactas varían significativamente.

**Tabla 81. Precios y características de lámparas de uso doméstico en República Dominicana (precios de Julio de 2007)**

<b>Tipo</b>	<b>Marca</b>	<b>Vida útil (horas)</b>	<b>Watts</b>	<b>Precio</b>
Incandescente	Sylvania	1,000	60	15 \$RD
Fluorescente compacta	Max Lite	4,000	15	115 \$RD
Fluorescente compacta	Day 1	5,000	15	31 \$RD

Fuente: Estimaciones del autor y datos obtenidos en el mercado local.

En lo que se refiere a precios de la energía eléctrica, en Febrero de 2007 los cargos por kWh oscilaban entre 3 y 9 \$RD/kWh.<sup>87</sup>

*Costo de energía evitada por lámparas compactas fluorescentes.*

Una medida de la rentabilidad de una medida de ahorro de energía es el costo del kWh evitado por el uso de una lámpara ahorradora en función de las horas de uso y para precios de lámparas. Este es un valor que se puede comparar con los cargos aplicables en las tarifas vigentes.

---

<sup>87</sup> Resolución CIE-16-2007

$$CEC = (II * TRC + O\&Minc) / AAE$$

donde:

II = Costo incremental de la medida de ahorro

O&Minc = Costos de operación y mantenimiento

AAE = (Pinc - Plfc) \* Horas de uso al año

Horas de uso al año = Horas encendido por día \* 365

Pinc = Potencia de lámpara incandescente

Plfc = Potencia de lámpara fluorescente compacta

$$TRC = d / [ 1 - (1 - d)^{-n} ]$$

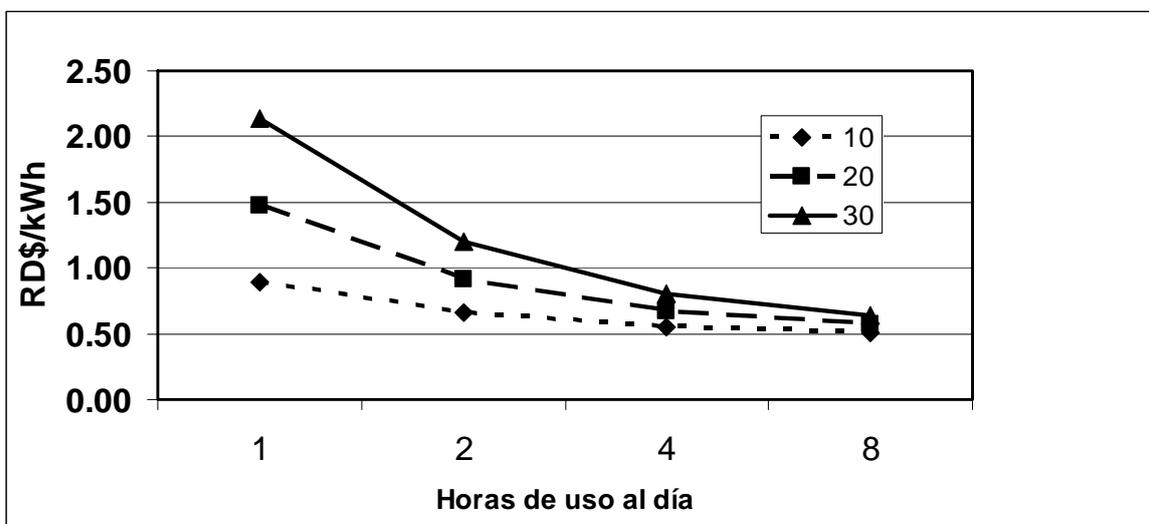
donde:

d= Tasa real de retorno anual

n= Vida útil de la medida de ahorro (en años) = 8,000 horas/ Horas de uso al año

Haciendo el cálculo para la lámpara más cara de la Tabla 14 (115 \$RD), el costo evitado en pesos dominicanos para períodos de uso diario de más de una hora para una tasa de retorno de hasta 30% es menor al cargo más bajo de energía, lo que refleja la clara rentabilidad de este tipo de tecnología en los hogares de República Dominicana.

**Figura 72. Costo de Energía Evitada por sustitución de lámpara incandescente de 60 Watts por Lámpara Compacta Fluorescente de 15 Watts (6,000 horas de vida, 115 \$RD)**



## ***ANEXO I Tecnologías para el uso racional de la energía en la República Dominicana***

---

En términos de períodos de recuperación de la inversión, para puntos de luz que operan dos horas por día, la inversión en una lámpara ahorradora se recuperaría en menos de un año para las tarifas más bajas (considerando lámparas de menor costo y un ahorro anual de 66 kWh).

Esto indica que la eficiencia energética en iluminación sea una buena inversión para cualquier hogar en República Dominicana.

Como un estimado simple, el cambiar dos lámparas incandescentes a compactas fluorescentes en cada uno de los más de dos millones de hogares dominicanos puede resultar en ahorros anuales de energía eléctrica por más de 130 GWh por año (con un valor de, cuando menos, 15 millones de dólares).<sup>88</sup>

---

<sup>88</sup> Supone 2.2 millones de hogares con cambio de dos lámparas de 60 Watts que operan dos horas por día por lámparas compactas fluorescentes de 15Watts.

---

ANEXO II  
FACTORES DE EMISIÓN DE CO<sub>2</sub> EN REPÚBLICA  
DOMINICANA

---

**METODOLOGÍA PARA CALCULAR EMISIONES DE CO<sub>2</sub> POR LA GENERACIÓN Y EL CONSUMO DE ENERGÍA EN REPÚBLICA DOMINICANA.**

**1. Emisiones por tipo de combustibles**

Para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> originadas por la quema de combustibles y el potencial de reducción por la implementación de medidas de URE en la República Dominicana se utilizó la metodología del *Manual de Referencia de las Directrices del IPCC para los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, 1996 (IPCC 1997) (Tabla A)*.

**Tabla A. Coeficientes de emisión de CO<sub>2</sub> debidas al consumo de combustibles (IPCC, 1997)**

<b>Combustible</b>	<b>CO<sub>2</sub> (Kg/TJ)</b>
Gas Natural	56,100
Gas Licuado de Petróleo	63,067
Ligero	77,367
Pesado	77,367
Gasolina	69,300
Diesel	74,067
Gasóleo	74,067
Leña	109,633
Carbón	94,600
Keroseno	71,867
Coque	94,600

**2. Emisiones provenientes del sector eléctrico**

Las emisiones resultado del consumo final de electricidad se calculan ponderando el consumo de energéticos que se utilizan en su generación.

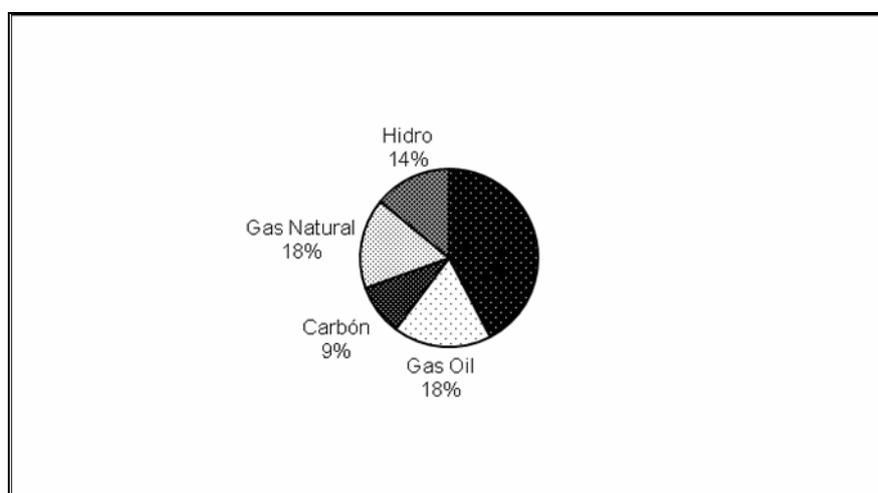
En República Dominicana<sup>89</sup>, el 42.4% de la generación eléctrica fue a base de fuel oil No.6, el 18% de gas oil No.2, 16.5% de gas natural, el 14% se obtuvo de la hidroenergía y el restante 9% del carbón (Figura A).

Para establecer el factor de emisión de CO<sub>2</sub> por tipo de planta se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ por generación eléctrica (KgCO}_2\text{/kWh)} = \frac{\text{Consumo de combustible}}{\text{Generación de Energía Eléctrica}_{\text{combustible}}} \times \text{Factor de emisión del combustible}$$

<sup>89</sup> <http://www.sie.gov.do> y balance nacional de energía de República Dominicana, 2004.

**Figura A. Estructura de combustibles para generación eléctrica en República Dominicana.**



Fuente: [www.sie.gov.do](http://www.sie.gov.do) y balance nacional de energía de República Dominicana, 2004.

De esta forma se estima un factor de emisión en kilogramos de CO<sub>2</sub> por kWh que depende de la estructura total de generación (Tabla B).

**Tabla B. Factores de emisión generación eléctrica, República Dominicana**

Combustible	Consumo de energía (TJ)	Generación de energía (GWh)	Factor de emisión (kgCO <sub>2</sub> /TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> por tipo de planta (KgCO <sub>2</sub> /kWh)	Emisiones Totales por generación (Millones Ton CO <sub>2</sub> )
<b>Fuel Oil No.6</b>	46,736.53	4,909	77,367	0.737	3.6
<b>Gas Oil No.2</b>	32,336.04	2,061	74,067	1.16	2.4
<b>Carbón</b>	12,635.3	1,077	94,600	1.11	1.2
<b>Gas Natural</b>	7,592.29	1,910	56,100	0.223	0.43
<b>Hidro</b>	0	1,621	0	0	
<b>Total</b>	99,300.16	11,578	-	-	7.6

Fuentes: Balance Nacional de Energía de República Dominicana, 2004 y <http://www.sie.gov.do>

Con lo anterior se obtuvo un factor de emisión para generación eléctrica en la República Dominicana de **0.656 KgCO<sub>2</sub> / kWh**

### 3. Emisiones provenientes de la combustión en el sector transporte

Para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector transporte correspondiente a la combustión de energéticos se depende de cuatro variables:

- Número de Vehículos
- Kilometraje Recorrido por año (KM)
- Rendimiento del combustible
- Poder Calorífico del Combustible utilizado (PC)

Para realizar el cálculo de emisiones se utilizó la siguiente ecuación:

Emisiones de CO<sub>2</sub> = ((No. Vehículos \* Km<sub>anuales</sub>) / PC Rendimiento de combustible)\* Coeficiente de emisión asociado a combustible.

El poder calorífico de los combustibles que se utilizó en la estimación de emisiones son los mostrados en la siguiente tabla:

**Tabla C. Poder calorífico de los combustibles (2000)<sup>90</sup>**

<b>Combustible</b>	<b>Poder calorífico</b>	<b>Unidades</b>
Gas Natural	32,326	MJ/m <sup>3</sup>
GLP	3,734	MJ/bbl
Gasolina	5,126	MJ/bbl
Diesel	5,729	MJ/bbl
Gasoil	5,665	MJ/bbl

---

<sup>90</sup> Poder calorífico de combustibles mexicanos obtenidos de <http://www.sener.gob.mx>