

HOJA DE RUTA PARA UN SISTEMA DE ENERGÍA SOSTENIBLE

Aprovechamiento de los Recursos de Energía Sostenible de la República Dominicana



WORLDWATCH INSTITUTE
Washington, D.C.
Julio de 2015



Supported by:



Federal Ministry for the
Environment, Nature Conservation,
Building and Nuclear Safety

based on a decision of the German Bundestag

Director del Proyecto: Alexander Ochs

Gerente del Proyecto: Mark Konold

Autores: Mark Konold, Matthew Lucky, Alexander Ochs, Evan Musolino, Michael Weber, Asad Ahmed

Editora: Lisa Mastny

Composición tipográfica y diseño: Lyle Rosbotham

Este proyecto forma parte de la Iniciativa Internacional sobre el Clima. El Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear apoya esta iniciativa sobre la base de una decisión adoptada por el Bundestag o Parlamento Federal de Alemania.

Las opiniones expresadas son las de los autores y no representan necesariamente las de Worldwatch Institute; de sus directores, directivos o del personal; o de sus organismos de financiamiento.

En la portada: El parque eólico Los Cocos, Pedernales; una planta de Jatropha en Elías Piña; y la planta solar en Monte Plata, la República Dominicana. Fotografías a la cortesía de Mark Konold.

Copyright © 2015 Worldwatch Institute

Washington, D.C.

HOJA DE RUTA PARA UN SISTEMA DE ENERGÍA SOSTENIBLE

Aprovechamiento de los Recursos de Energía Sostenible de la República Dominicana

Worldwatch Institute
Washington, D.C.
Julio de 2015



Supported by:



Federal Ministry for the
Environment, Nature Conservation,
Building and Nuclear Safety

based on a decision of the German Bundestag

Índice

Prefacio 9

Agradecimientos 11

Lista de acrónimos 13

Resumen ejecutivo 16

1 Una Hoja de Ruta de Energía Sostenible para la República Dominicana: Un enfoque integrado 23

1.1 Cambio climático y energía sostenible: La República Dominicana en el contexto global 24

1.2 El sistema eléctrico actual de la República Dominicana y el rol de la energía sostenible
en el desarrollo del futuro 26

1.3. Hoja de ruta de energía sostenible en la República Dominicana: Metodología y
estructura del informe 30

2 Potencial de eficiencia energética 34

2.1 Antecedentes 35

2.2 Definición de sectores prioritarios para medidas de eficiencia 36

2.3 Generación de electricidad 38

2.4 Transmisión y distribución de la electricidad 38

2.5 Las edificaciones 41

2.5.1 *Uso de energía y emisiones de gases de efecto invernadero de las edificaciones* 41

2.5.2 *Códigos de construcción de la República Dominicana* 42

2.5.3 *La envolvente de la edificación* 43

2.5.4 *Aire acondicionado* 45

2.5.5 *La iluminación* 47

2.6 Sector residencial 49

2.6.1 *Etiquetado de eficiencia y normas para aparatos eléctricos* 50

2.7 Sector comercial 51

2.7.1 *Hoteles* 52

2.7.2 *Edificios gubernamentales* 53

2.7.3 *Restaurantes* 54

2.7.4 *Resumen* 55

2.8 Sector industrial 55

2.9 Resumen del potencial de eficiencia energética de la República Dominicana 55

3 Potencial de energías renovables 57

- 3.1 Creación sobre las evaluaciones existentes 58
- 3.2 Potencial de energía solar 58
 - 3.2.1 Situación global de la energía solar 58
 - 3.2.2 Estado actual de la energía solar en la República Dominicana 59
 - 3.2.3 Potencial de energía solar 59
 - 3.2.4 Resumen del potencial de la energía solar 62
- 3.3 Potencial de energía eólica 62
 - 3.3.1 Estado mundial de la energía eólica 62
 - 3.3.2 Situación actual de la energía eólica en la República Dominicana 62
 - 3.3.3 Potencial de energía eólica 63
 - 3.3.4 Resumen del potencial de energía eólica 64
- 3.4 Potencial hidroeléctrico 64
 - 3.4.1 Situación mundial de la energía hidroeléctrica 64
 - 3.4.2 Situación actual de la energía hidroeléctrica en la República Dominicana 65
 - 3.4.3 Potencial hidroeléctrico 66
 - 3.4.4 Resumen del potencial de la energía hidroeléctrica 67
- 3.5 Potencial de la energía de biomasa 67
 - 3.5.1 Situación mundial de la tecnología energética de biomasa 67
 - 3.5.2 Situación actual de la energía de biomasa en la República Dominicana 68
 - 3.5.3 Potencial de la energía de biomasa 69
 - 3.5.4 Resumen de la energía de biomasa 72
- 3.6 Otras tecnologías de energía renovable 72
 - 3.6.1 Tecnología de energía mareomotriz 72
 - 3.6.2 Energía geotérmica 73
 - 3.6.3 Energía a partir de residuos 74
- 3.7 Resumen del potencial de energías renovables 74

4 Mejora de la red y almacenamiento de energía 75

- 4.1 Panorámica de red existente en la República Dominicana 76
- 4.2 Generación descentralizada/distribuida 78
 - 4.2.1 Minirredes para electrificación rural 78
 - 4.2.2 Tasas de recaudación de tarifa de minirredes y electricidad 80
- 4.3 Conexión de la red e integración para la generación centralizada 81
- 4.4 Integración de recursos de energía renovable complementaria 84
- 4.5 Operaciones, mercados y pronóstico 89
- 4.6 El rol de la generación por petróleo y gas en la variabilidad de la compensación 91
- 4.7 Almacenamiento de electricidad 95
- 4.8 Restricción 95
- 4.9 Resumen de mejoras de la red para un sistema de energía renovable 96

5 Vías tecnológicas para satisfacer la demanda eléctrica futura de la República Dominicana 97

- 5.1 Proyecciones de la demanda 98
- 5.2 Tipos de escenarios 100
- 5.3 Resultados del escenario 101
- 5.4 Conclusión 106

6 Evaluación de los impactos socioeconómicos de las rutas de electricidad alternativa 107

- 6.1 Análisis de los costos nivelados de la generación de electricidad 108
 - 6.1.1 Metodología 108
 - 6.1.2 Resultados del CNGE 109
- 6.2 CNGE+: Evaluación de los costos totales de fuentes de electricidad alternativa 112
 - 6.2.1 Metodología 112
 - 6.2.2 Costos de contaminantes locales 112
 - 6.2.3 Costos del cambio climático global 113
 - 6.2.4 Resultados 115
- 6.3 Proyección de CNGE: Costos futuros de la generación de electricidad 116
 - 6.3.1 Metodología 116
 - 6.3.2 Resultados 117
- 6.4 Impactos macroeconómicos: Beneficios de una transición a sistemas de electricidad basados en fuentes de energía renovable 118
 - 6.4.1 Disminución de los costos de generación de electricidad 118
 - 6.4.2 Ahorro de miles de millones en importaciones reducidas de combustibles fósiles 120
 - 6.4.3 Inversión contra costo total de la electricidad: Costos iniciales / ahorros a largo plazo 121
 - 6.4.4 Ahorro de emisiones de gases de invernadero 123
 - 6.4.5 Creación de empleo 124
 - 6.4.6 Impacto en los sectores económicos 128
- 6.5 Conclusiones 128

7 Financiamiento de la energía sostenible en la República Dominicana: Barreras e innovaciones 130

- 7.1 Entorno de negocios existente 132
- 7.2 Estado de financiamiento interno 135
 - 7.2.1 Instituciones financieras privadas nacionales 137
 - 7.2.2 Mecanismos de financiamiento público 139
 - 7.2.3 Combinación de proyectos para reducir los costos 142
 - 7.2.4 Reformas a la estructura de precios de la electricidad 142
 - 7.2.5 Resumen 143
- 7.3 Financiamiento internacional 144

- 7.3.1 *Ayuda de desarrollo tradicional* 144
- 7.3.2 *Finanzas en el clima internacional* 144
- 7.3.3 *Remesas* 152

7.4 **Recomendaciones financieras** 153

8 Políticas para aprovechar las oportunidades de energía sostenible en la República Dominicana 156

8.1 **Establecer una visión de energía sostenible de largo plazo** 158

- 8.1.1 *Recomendaciones para fortalecer la visión energética de largo plazo de la República Dominicana* 159

8.2 **Estructura administrativa y gobierno** 162

- 8.2.1 *Asegurar un enfoque de energía sostenible en el nuevo ministerio de energía y minas* 162
- 8.2.2 *Hacer cumplir la independencia de la entidad normativa del sector eléctrico* 164
- 8.2.3 *Agilización de permisos de capacidad de energía renovable: Una sola ventana administrativa* 165
- 8.2.4 *Fortalecimiento del Consejo Nacional para el Cambio Climático* 167
- 8.2.5 *Promover la educación y comunicación energética* 167

8.3 **Políticas y medidas concretas** 168

- 8.3.1 *Fomentar y mejorar la eficiencia energética* 169
- 8.3.2 *Reducir el robo de electricidad* 172
- 8.3.3 *Crear incentivos para el desarrollo de la energía renovable* 176
- 8.3.4 *Mejorar la gestión de los combustibles fósiles* 185
- 8.3.5 *Promover la protección ambiental* 186

8.4 **Resumen de recomendaciones de políticas** 187

9 El futuro energético de República Dominicana: La transición hacia un sistema de energía sostenible 188

Figuras, Tablas y Recuadros

- Figura 1.1. *Generación de electricidad anual por tipo de combustible, 2013* 27
- Figura 1.2. *Tarifas eléctricas residenciales en la región del Caribe, 2014* 29
- Figura 1.3. *Metodología de la Hoja de Ruta de Energía Sostenible de Worldwatch* 32
- Figura 2.1. *Curva de los costos de reducción de CO₂ en la República Dominicana* 366
- Figura 2.2. *Consumo de electricidad comparado con el PIB per cápita en América Latina y el Caribe, 2010-2014* 37
- Figura 2.3. *Consumo de electricidad en la República Dominicana, por sector, 2013* 37
- Figura 2.4. *Consumo de energía en el edificio de la CNE, por uso final* 41
- Figura 2.5. *Uso residencial de energía en la República Dominicana, por procedencia, 2011* 49
- Figura 2.6. *Consumo de electricidad residencial en la República Dominicana, por uso final, 2004* 51
- Figura 2.7. *Consumo de energía en los hoteles dominicanos, por uso final, 2004* 52
- Figura 2.8. *Consumo de energía en los hoteles dominicanos, por fuente de combustible, 2004* 52
- Figura 2.9. *Consumo de electricidad en edificios gubernamentales, por uso final, 2004* 54
- Figura 2.10. *Reducción del consumo eléctrico en la CNE después de instalar el sistema de monitoreo* 54

Figura 3.1. Irradiancia normal directa (direct normal irradiance - DNI) promedio en la República Dominicana	60
Figura 3.2. Comparación de GHI promedio mensual, zonas seleccionadas Dominicana vs. Alemania	61
Figura 3.3. Velocidad promedio del viento en la República Dominicana	63
Figura 4.1. Red Eléctrica Integrada Nacional	76
Figura 4.2. Estimados del costo de la conexión de la red en la República Dominicana	82
Figura 4.3. Curva de demanda de carga diaria para la República Dominicana	84
Figura 4.4. Variabilidad diurna del viento en la República Dominicana	85
Figura 4.5. Histograma de eventos de rampa de 10 minutos para sitios representativos en cada provincia	86
Figura 4.6. Histograma de eventos de rampa de 60 minutos para sitios representativos en cada provincia	86
Figura 4.7. Variabilidad estacional del viento en la República Dominicana	87
Figura 4.8. Variación estacional y diurna de la energía solar en Santiago	87
Figura 4.9. Generación mensual en la República Dominicana	88
Figura 4.10. Generación de energía hidroeléctrica mensual en la República Dominicana	88
Figura 5.1. Proyección de la demanda anual hasta el 2030	99
Figura 5.2. Proyección de la demanda pico hasta el 2030	99
Figura 5.3. Demanda y generación de energía bajo BAU, 2013-2030	102
Figura 5.4. Demanda y generación de energía bajo los escenarios 1 a 3, 2013-2030	102
Figura 5.5. Demanda pico y capacidad instalada bajo el escenario 3a	105
Figura 5.6. Demanda pico y capacidad instalada bajo el escenario 3b	105
Figura 5.7. Adiciones de capacidad renovable necesaria para el 2030 bajo el escenario 3	105
Figura 6.1. CNGE para la República Dominicana (Capital, operaciones y mantenimiento y costos de combustible)	110
Figura 6.2. CNGE para la República Dominicana con costos externos (contaminación atmosférica local y cambio climático)	115
Figura 6.3. Proyección de CNGE de la República Dominicana para el 2030	117
Figura 6.4. Promedio de CNGE en el 2030 en todos los escenarios	119
Figura 6.5. Promedio anual de CNGE en todos los escenarios	119
Figura 6.6. Costos y ahorro de combustible acumulados al 2030 en todos los escenarios	120
Figura 6.7. Costo total anual de la generación de electricidad en el 2030 en todos los escenarios	121
Figura 6.8. Inversión inicial total, costo de generación y ahorros para el 2030 en todos los escenarios	122
Figura 6.9. Emisiones anuales de gases de invernadero en todos los escenarios	123
Figura 6.10. Emisiones acumuladas de gases de invernadero para el 2030 en todos los escenarios	124
Figura 6.11. Empleos directos en la cadena de valor del ciclo de vida de la planta de energía	125
Figura 6.12. Estimaciones globales de creación de empleo para varias fuentes de generación de energía	125
Figura 6.13. CNGE y estimaciones de creación de empleo para varias fuentes de generación de energía	126
Figura 6.14. Total de empleos creados por año bajo cada escenario	127
Figura 6.15. Total de empleos creados para el 2030 bajo cada escenario	127
Figura 7.1. Impacto de las tasas de interés en los costos de financiamiento para un parque eólico a escala de servicios públicos	132
Figura 7.2. Inversión en energía renovable por tecnología en la República Dominicana	133
Figura 7.3. El ahorro interno bruto e inversión extranjera directa como proporción del PIB, 2000-2013	133

Figura 7.4. Precios de compra y venta de distribuidores de electricidad en la República Dominicana desde 2008	143
Figura 8.1. Procedimiento administrativo para obtener una concesión de energía renovable	165
Tabla 1.1. Plantas de energía existentes en la República Dominicana por combustible	28
Tabla 1.2. Capacidad eléctrica añadida reciente y expansión eléctrica planificada en la República Dominicana	30
Tabla 2.1. Emisiones de CO ₂ procedentes de la generación de electricidad en países seleccionados de América Latina y el Caribe, 2002, 2007 y 2011	39
Tabla 2.2. Eficiencia de las plantas de energía por tecnología de generación en la República Dominicana	40
Tabla 2.3. Normas de la OSHA para las necesidades de iluminación de espacios en las edificaciones	49
Tabla 2.4. Proporción del consumo de energía eléctrica por nivel de ingresos	50
Tabla 2.5. Ahorros de las medidas de eficiencia energética en los hoteles del Caribe	53
Tabla 3.1. Rendimiento potencial de la energía solar anual en Santiago y Santo Domingo	61
Tabla 3.2. Total de puntos de la red y factor de capacidad de viento por región	64
Tabla 3.3. Potencial de producción anual de energía eólica en la República Dominicana	64
Tabla 3.4. Potencial de la biomasa en la República Dominicana	69
Tabla 3.5. Potencial del bagazo de caña de azúcar en la República Dominicana	70
Tabla 4.1. Opciones de tecnología de almacenamiento de energía	92
Tabla 5.1. Escenarios de Worldwatch para una transición de energía renovable en la República Dominicana para el 2030	100
Tabla 5.2. Plantas recientemente agregadas y plantas convencionales planificadas que se supone inician su operación	103
Tabla 5.3. Año de inicio de la operación y capacidad instalada de plantas de energía convencional	104
Tabla 6.1. Intensidades de las emisiones de 15 países del Caribe, 2009	114
Tabla 7.1. Indicadores de competitividad económica y empresarial seleccionados para la República Dominicana	134
Tabla 7.2. Seleccionar indicadores de desarrollo del mercado financiero de GCI para la República Dominicana	136
Tabla 7.3. Condiciones de financiamiento de Petrocaribe	140
Tabla 7.4. Gastos de Petrocaribe en la República Dominicana	140
Tabla 7.5. Algunos proyectos de energía renovable y eficiencia energética anteriores financiados internacionalmente en la República Dominicana	145
Tabla 7.6. Proyectos de energía renovable y eficiencia energética actuales financiados internacionalmente en la República Dominicana	147
Tabla 7.7. Proyectos MDL registrados en la República Dominicana	148
Tabla 7.8. Programa de Subsidios Pequeños del GEF continuo en el sector de energía de la República Dominicana	151
Tabla 7.9. Ejemplos de mecanismos de eliminación de riesgo para proyectos de energía renovable	155
Tabla 8.1. Emisiones de dióxido de carbono de la República Dominicana a partir del consumo de energía	159
Tabla 8.2. Incentivos para apoyar las energías renovables en la República Dominicana, promulgados y modificados	178
Tabla 8.3. Solicitudes de exención de impuestos para el CNE en virtud de la Ley 57-07	179

Tabla 8.4. Tarifas de alimentación aplicables a la energía renovable en virtud de la ley 57-07, propuesta pero no promulgada 180

Tabla 8.5. Ejemplos internacionales selectos de aranceles de tarifas de alimentación aplicables la energía solar fotovoltaica de gran escala 181

Tabla 8.6. Desglose de tamaño de instalaciones en el programa de medición neta 182

Tabla 8.7. Posibles candidatos de autogeneración para el programa de medición neta durante 2014 183

Tabla 9.1. Medidas clave que permiten la transición energética sostenible de la República Dominicana 189

Recuadro 1. Código del reglamento general de edificaciones de la República Dominicana 44

Recuadro 2. Techos fríos 46

Recuadro 3. Sistemas de ventilación de edificaciones y el coeficiente de rendimiento 47

Recuadro 4. Opciones de iluminación para la República Dominicana 48

Recuadro 5. Mediciones clave de irradiancia y su aplicación al análisis de recursos solares 60

Recuadro 6. Micro-hidroeléctrica en la República Dominicana 66

Recuadro 7. Desafíos técnicos y soluciones asociados con la generación distribuida 79

Recuadro 8. Financiamiento del Parque Eólico Los Cocos 138

Recuadro 9. Financiamiento de pequeña escala, proyectos energéticos de bajo carbono a través del financiamiento internacional para el cambio climático 149

Recuadro 10. El Plan de Desarrollo Compatible con el Clima y La Hoja de Ruta para la Energía Sostenible de Worldwatch: Estrategias complementarias para reducciones de emisiones 160

Recuadro 11. Impacto de gobierno y administración en el Parque Solar Monte Plata 166

Notas finales..... 191

Apéndices (después de página 204)

Apéndice I. 3TIER Análisis de variabilidad climática de sitio solar para Santo Domingo, República Dominicana

Apéndice II. 3TIER Análisis de variabilidad climática de sitio solar para Santiago, República Dominicana

Apéndice III. 3TIER Modelación y análisis de generación simulada de energía eólica en la República Dominicana

Apéndice IV. Universidad ISA estudio de potencial de energía de biomasa en la República Dominicana

Apéndice V. Recomendaciones para el diseño de un código de deconstrucción energéticamente eficiente para la República Dominicana

Apéndice VI. Instituciones de financiamiento internacional

Apéndice VII. Información general de las políticas y reglamentos relevantes con el desarrollo de energía renovable en la República Dominicana

Prefacio

Hace dos años, el Worldwatch Institute completó su primera *Hoja de Ruta de Energía Sostenible*, la cual se enfocó en los recursos eólicos y solares de la República Dominicana. Ese estudio piloto fue seguido por una enorme demanda de otros países y regiones por análisis similares. Así como nuestro trabajo en la República Dominicana se volvió un prototipo de análisis en otros países, consideramos que la República Dominicana se convertirá en un modelo de transición para los sistemas de energía sostenible en otras partes del mundo.

La guía eólica y solar también sentó las bases para la extensa y avanzada investigación que se presenta aquí. En todo el país, se volvió una importante guía de referencia en el debate acerca de los impactos de largo alcance que podrían provenir de la implementación de políticas inteligentes y sustanciales en el sector energético; políticas que podrían también abrir el camino para las inversiones en energía sostenible y por lo tanto, liberar el enorme potencial de energías renovables en el país, lograr importantes ganancias en eficiencia y reducir las emisiones de carbono.

Esta guía ampliada permite ver con mucha más claridad los beneficios sociales y económicos de las soluciones de energía sostenible. Con una abundancia de recursos solares, eólicos, hidroeléctricos y de biomasa, la República Dominicana tiene el potencial de revolucionar la manera en que produce y consume electricidad. El país ha experimentado un fuerte aumento en la acogida del desarrollo de energía renovable de pequeña y mediana escala; se ha reformado la gestión del sector energético con un nuevo Ministerio de Energía y Minas; se ha comenzado a tratar de forma seria el tema del enorme reto del robo de energía eléctrica; y el gobierno ha hecho llamadas inequívocas para una drástica reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero destacando el importante rol que deberá jugar la eficiencia energética.

Pero todavía falta mucho por hacer. A pesar de que el gas natural licuado (GNL) está jugando un mayor papel en la matriz de energía del país para sustituir las viejas e ineficientes unidades de quema de crudo, la energía renovable (excluyendo las hidroeléctricas de gran escala existentes) todavía representa menos del 10% de la generación de electricidad del país. Las prácticas bancarias restrictivas y los altos niveles de deuda del gobierno (impulsados en gran parte por una administración y un desempeño financieros pobres del sector eléctrico), frustran la inversión en energías renovables. Las pérdidas en el a causa del robo todavía son significativas y se agravan por la falta de mantenimiento e inversión, lo que provoca apagones eléctricos y dependencia en generadores diésel costosos y contaminantes.

Creemos que esta guía proporciona a las personas con poder de decisión y a las partes interesadas en la República Dominicana un análisis técnico, socioeconómico, financiero y político sólido e indispensable para impulsar al país a realizar una mayor transición hacia un sistema de electricidad que sea social,

económica y ambientalmente sostenible. Incluye recomendaciones clave para reformas institucionales, normativas y legales que, de ser implementadas, darán paso a una nueva era de seguridad energética, desarrollo económico, oportunidad social e integridad ambiental.

Como muchos pequeños estados insulares en desarrollo, la República Dominicana se encuentra en la línea de frontal del cambio climático global. El país enfrenta las amenazas del incremento en la intensidad de las tormentas, patrones de lluvia erráticos, aumento en las temperaturas y elevación de los niveles del mar. La reducción de la costosa dependencia de combustibles fósiles mediante la transición a un sistema de energía eficiente basado en la generación de electricidad renovable, resultará en mayores recursos para la adaptación climática. También impulsará una mayor vitalidad económica a través de nuevos empleos en el creciente negocio de la energía sostenible con un enorme impacto positivo en los sectores económicos existentes del país, incluyendo el turismo, la agricultura y la manufactura.

Este documento presenta un plan que puede conducir a un sistema eléctrico económico, confiable y de bajas emisiones que facilita el desarrollo compatible con el clima en la República Dominicana. Pero sólo es un plan. Lo que se necesita ahora es acción. ¡Manos a la obra!

Alexander Ochs
Director de clima y energía, Worldwatch Institute

Mark Konold
Gerente del programa Caribe, Worldwatch Institute

Washington, D.C., Julio de 2015

Agradecimientos

El Worldwatch Institute extiende un profundo agradecimiento a la Iniciativa Internacional de Cambio Climático del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Construcción y Seguridad Nuclear, cuyo apoyo financiero hace este trabajo posible, así como a la Comisión Nacional de Energía (CNE), el Ministerio de Energía y Minas, y todas las demás agencias gubernamentales de la República Dominicana que han contribuido en esta guía.

Mientras los autores de este estudio se hacen responsables por todo su contenido y hallazgos finales, esta guía no habría sido posible sin la dedicación de cientos de personas y organizaciones. Obtuvimos aportes indispensables de las entrevistas realizadas y de los participantes en talleres y en nuestras consultas a las partes interesadas. La lista de expertos que han apoyado este proyecto compartiendo sus ideas, datos, contactos y motivación general es muy extensa para ser incluida en este documento, pero estamos en deuda con todos ellos. Tal vez pueden no estar de acuerdo con todas nuestras conclusiones, pero sería gratificante saber que consideran los resultados de nuestro trabajo dignos de su continuo apoyo y que están orgullosos de lo que pudo lograrse solamente con la ayuda de ellos.

Agradecemos especialmente a Julián Despradel por su colaboración mientras trabajaba en la Comisión Nacional de Energía (CNE) y, más tarde, en el Ministerio de Energía y Minas (MEM). Desde el primer momento, Julián nos mantuvo informados acerca de todos los desarrollos significativos en su país natal, presentándonos con importantes contactos dentro y fuera del gobierno, y administrando magistralmente la logística dentro del país mientras nos ayudaba a profundizar en la cultura dominicana. Nos encontramos agradecidos por su profesionalismo, su capacidad técnica y su amplio conocimiento del sector de la energía, tanto en la República Dominicana como en la región de América Latina en general.

De igual forma estamos muy agradecidos con Moisés Álvarez, Rüdiger Fleck, Francisco Gómez, Federico Grullón, Demarys Marte, Milton Morrison, Francisco Ortega, Yeulis Rivas Peña, Hinya de Peña, Omar Ramírez y Pelegrín Castillo Semán, quienes se reunieron con nosotros periódicamente (y pacientemente) durante el proyecto, para asegurar que entendiéramos los matices del sistema eléctrico, financiero y político dominicano.

Adicionalmente, hacemos llegar nuestro especial agradecimiento por su asistencia continua durante este proyecto a Andres Abbott, Allison Archambault, María del Pilar Cañas, Manuel Capriles, Humberto Checo, Bari Domínguez, Luciano Guido, Osvaldo Irusta, Gualberto Magallanes, Héctor Martínez, Marina Meuss, Frauke Pfaff, Enrique Ramírez, Juan Salado, Tito Sanjuro, Bertram Schwind y Stefan Schwind.

3TIER, EGEHID y el equipo de Jens Richter del Instituto Superior de Agricultura fueron todos socios instrumentales en este trabajo, proporcionando los datos duros, así como información valiosa, sobre los

distintos recursos energéticos renovables disponibles en la República Dominicana.

Los autores agradecen a Christiaan Gischler, Roberto Herrera y Scott Sklar por su minuciosa revisión de los primeros borradores de este estudio. Su retroalimentación probó ser indispensable para la producción de alta calidad y a tiempo de este reporte actualizado.

En el Worldwatch los autores deseamos agradecer a miembros seniores Jorge Barrigh y Anmol Vanamali, y también Katie Auth, Milena González, Shakuntala Makhijani y Reese Rogers por sus valiosas revisiones y contribuciones. Maria Cachafeiro, Suparna Dutta, Dennis Hidalgo y Mudita Suri brindaron asistencia adicional para la investigación. Gaelle Gourmelon contribuyó con las actividades de difusión y comunicación, mientras que Barbara Fallin y Mary Redfern proporcionaron un apoyo administrativo e institucional de vital importancia. El estudio de pacientes realizado por el Editor principal de Worldwatch, Lisa Mastny, y el trabajo de formulación de proyecto realizado por el diseñador independiente, Lyle Rosbotham, aseguró que esta guía concluyese con éxito y nuestro deseo es que la misma se desarrolle con el máximo impacto posible.

Lista de Acrónimos

AC	alternating current (corriente alterna)
ADIE	Asociación Dominicana de la Industria Eléctrica
AIE	Agencia Internacional de Energía (International Energy Agency)
AOSIS	Alliance of Small Island States (Alianza de los Pequeños Estados Insulares)
BAU	business-as usual (prácticas habituales)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo (Inter-American Development Bank)
CAES	compressed air energy storage (almacenamiento de energía de aire comprimido)
CAF	Corporación Andina de Fomento
CDEEE	Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales
CEPM	Consortio Energético Punta Cana-Macao
CER	Certificado de reducción de emisiones
CFL	Bombillo compacto de luz fluorescente
CIM	Construcción, instalación y fabricación
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (United Nations Framework Convention on Climate Change)
CNCCMDL	Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio
CNE	Comisión Nacional de Energía
CNGE	costo nivelado de generación de electricidad
CO ₂	dióxido de carbono
CoP	Coficiente de desempeño
COP	Conferencia entre partes (Conference of the Parties)
CPI	Índice de precios al consumidor de los EE.UU. (Consumer Price Index)
CRI	Índice del costo de recuperación (Cost Recovery Index)
CSP	Concentración de energía solar térmica
DBJ	Banco de Desarrollo de Jamaica
DGRS	Dirección General de Reglamentos y Sistemas
DHI	irradiancia horizontal difusa
DIGECOOM	Dirección General de Cooperación Multilateral
DNI	direct normal irradiance (irradiancia normal directa)
DOP	Peso dominicano
EE	eficiencia energética
EEU	Energy Efficiency Unit (Unidad con Eficiencia Energética)
EGEHID	Empresa de Generación Hidroeléctrica Dominicana
EPBD	European Energy Performance in Buildings Directive (Rendimiento Energetico Europeo en la Dirección de Edificaciones)
ER	energía renovable

ESMAP	Energy Sector Management Assistance Program (Programa de Asistencia para la Administración del Sector Energético)
ETED	Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana
FDI	foreign direct investment (inversión directa extranjera)
FMI	Fondo Monetario Internacional (International Monetary Fund)
FV	fotovoltaico
GCF	Green Climate Fund (Fondo Verde para el Clima)
GCI	Global Competitiveness Index (Índice de Competitividad Global)
GDS	gross domestic savings (ahorro interno bruto)
GEF	Global Environment Facility (Fondo para el Medio Ambiente Mundial)
GHI	global horizontal irradiance (irradiancia global horizontal)
GNL	gas natural licuado
GW	gigavatio
GWh	gigavatios por hora
HFO	heavy fuel oil (fueloil pesado)
HVAC	heating, ventilation and air conditioning (calefacción y climatización)
IECC	International Energy Conservation Code (Código Internacional de Conservación de Energía)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros de Electricidad y Electrónica)
IFC	International Finance Corporation (Corporación de Financiamiento Internacional)
INDC	Intended Nationally Determined Contribution (Contribuciones Nacionales Determinadas)
INDOCAL	Instituto Dominicano de la Calidad
INDRHI	Instituto Nacional de Recursos Hidraulicos
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)
IRENA	International Renewable Energy Agency (Agencia Internacional de Energía Renovable)
ITBIS	Impuesto a la Transferencia de Bienes Industrializados y Servicios
kV	kilovoltio
kWh	kilovatios por hora
LED	light-emitting diode (diodo emisor de luz)
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio (Clean Development Mechanism)
MEM	Ministerio de Energía y Minas
META	World Bank Model for Electricity Technology Assessment (Modelo del Banco Mundial para la Evaluación de la Tecnología Eléctrica)
MW	megavatio
NAMA	Nationally Appropriate Mitigation Action (Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas)
NaS	sodium-sulfur battery (batería de sodio-sulfuro)
NGO	non-governmental organization (organización no gubernamental)
NO _x	óxido de nitrógeno
NYISO	New York Independent System Operator (Operador Independiente del Sistema de Nueva York)
OC	Organismo Coordinador del Sistema Eléctrico Interconectado
OEA	Organización de Estados Americanos
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OM	operación y mantenimiento

ONUUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (United Nations Industrial Development Organization)
OSHA	U.S. Occupational Health and Safety Administration (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de EE.UU.)
OTEC	ocean thermal energy conversion (conversión térmica de energía oceánica)
PAEF	Programa Nacional de Apoyo a la Eliminación del Fraude Eléctrico
PDCC	Plan de Desarrollo Compatible con el Clima
PECASA	Parques Eólicos del Caribe
PIB	producto interno bruto
PM	partículas de material
PNUD	Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas
PoA	Plan of Action (Plan de acción)
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (United Nations Environment Programme)
PPA	power purchase agreement (acuerdo de compra energética)
PV	photovoltaic (fotovoltaico)
RCC	Regional Collaboration Centre (Centro Regional de Colaboración)
RSU	residuos sólidos urbanos
SBA	Stand by Agreement (Acuerdo en espera)
SeNaSa	Seguro Nacional de Salud
SENCO	National Energy Efficiency Committee (Comite Nacional de Eficiencia Energética)
SENI	Sistema Eléctrico Nacional Interconectado
SGP	GEF Small Grants Program (Programa de Subvenciones Pequeñas)
SIDS	small-island developing state (pequeños estados insulares)
SIE	Superintendencia de Electricidad
SMES	superconducting magnetic energy storage (almacenamiento de energía magnética súperconductora)
SO _x	óxidos de sulfuro
SRI	Solar Reflectance Index (índice de reflectancia solar)
SWAC	sea water air cooling (enfriamiento por aire de agua del mar)
TCO	total cost of ownership (costo total de propiedad)
UE	Unión Europea
UERS	Unidad de Electrificación Rural y Suburbana
USAID	U.S. Agency for International Development (Agencia de EE.UU. para el Desarrollo Internacional)
VEEI	Value of the Energy Efficiency of an Installation (valor de eficiencia energética de una instalación)
VRBB	vanadium redox battery (batería de reducción-oxidación de vanadio)
WPK	Wei, Patadia y Kammen
ZBB	zinc-bromine flow battery (batería de zinc-bromo)

Resumen Ejecutivo

El sector energético de la República Dominicana se encuentra en una encrucijada. El país depende actualmente de la importación de combustibles fósiles en un 86% para su generación de energía eléctrica, lo que conlleva enormes costos económicos y ambientales y la necesidad de una transición hacia un sistema de energía más sostenible.

En 2011, la República Dominicana gastó 8.6 por ciento de su Producto Interno Bruto (PIB) en importaciones de combustibles fósiles. Los precios de la electricidad en el país son bajos para la región, alrededor de US\$0.21 por kWh en los sectores industrial y comercial, y de US\$0.27 por kWh en el sector residencial. En 2011, se estima que el 85% de los ciudadanos dominicanos pagó una tarifa de energía eléctrica subsidiada y que esto representó un costo para el gobierno de US\$1000 millones. Las pérdidas de transmisión y distribución son muy altas, de un 32%, lo que resulta en pérdidas financieras significativas para el sistema de energía dominicano. La dependencia en los combustibles fósiles para la generación de energía también provoca una contaminación local significativa y altos costos al sistema de salud, además de contribuir al cambio climático global.

El gobierno dominicano está considerando salir del uso del petróleo para generar electricidad (que actualmente contabiliza más del 40% de la generación) mediante el aumento de la importación de carbón o gas natural licuado. Aunque estas fuentes de energía pueden proporcionar las muy necesarias reducciones en el costo de la electricidad, se debe prestar más atención al potencial de aplicar medidas de eficiencia energética y de generación de energía renovable. En esta Hoja de Ruta para un Sistema de Energía Sostenible para la República Dominicana, el Worldwatch Institute lleva a cabo las valoraciones técnicas, socioeconómicas, financieras y políticas necesarias para lograr una transición sin complicaciones hacia un sistema de energía que es social, económica y ambientalmente sostenible.

Adopción del potencial de la eficiencia energética

El primer elemento de la valoración técnica del Worldwatch Institute es un análisis de los sectores clave para la eficiencia energética. En general, las cinco maneras menos costosas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero en la República Dominicana están relacionadas con lo que algunas veces es llamado “el quinto combustible”. Las grandes pérdidas del país en la transmisión y la distribución de energía, así como su alto costo, significa que las mejoras en eficiencia energética pueden generar ahorros significativos en los costos, especialmente para los distribuidores de energía. Mejorar la eficiencia en la generación de energía y reducir las pérdidas de la red (las cuales se encuentran lejos de los estándares internacionales), son el primer paso para reducir el precio de la electricidad para los consumidores.

Las mejoras y las normas de consumo final para los sectores clave pueden lograr ahorros de energía adicionales muy significativos. Mejoras en la eficiencia de la industria hotelera y del turismo proporcionan una gran oportunidad todavía inexplorada para un uso más eficiente de la energía, generando ahorros en los costos que ya han sido demostrados. Las mejoras en los sistemas de HVAC y el recubrimiento de edificios pueden ahorrar al sector comercial y de servicios públicos una cantidad significativa de energía y dinero. En el sector residencial, la iluminación y la refrigeración muestran el mayor potencial de lograr ahorros de energía. A pesar de la motivación económica para las mejoras en la eficiencia energética, la falta de conocimiento de estos beneficios y los costos iniciales todavía plantean una barrera para su implementación. Aunque existen algunos proyectos piloto, particularmente gracias a los esfuerzos de la Comisión Nacional de Energía (CNE), se puede hacer más para aumentar el nivel de conocimiento público de dichos programas y para alentar a los residentes y a los negocios a investigar soluciones similares.

Aprovechamiento de los recursos de energía renovable

Mejorar la eficiencia energética ayudará a frenar el crecimiento de la demanda energética en la República Dominicana, pero todavía se necesitará de una nueva capacidad de energía para satisfacer las necesidades del país. El país tiene un potencial de energía renovable muy sólido, y la parte más importante de esa nueva capacidad de energía puede y debe lograrse mediante recursos renovables. Los recursos energéticos solares son particularmente fuertes: el promedio de irradiancia global horizontal (GHI) (la medición utilizada para determinar el potencial para el desarrollo solar fotovoltaico [PV]) es del rango de los 5 a los 7 kWh por metro cuadrado al día (kWh/m²/día) en todo el país.

En perspectiva, Alemania, quien cuenta con casi la mitad de la capacidad mundial de energía solar fotovoltaica instalada, tiene un promedio de GHI de solo 2.9 kWh/m²/día y en algunos pocos lugares, arriba de 3.5 kWh/m²/día. La generación solar fotovoltaica distribuida a nivel residencial y comercial puede jugar un papel especialmente importante en la mezcla energética de la República Dominicana.

Algunas zonas en la República Dominicana tienen un potencial de energía eólica extremadamente grande. La exitosa experiencia de la granja eólica de Los Cocos puede ser replicada en otros lugares donde la velocidad del viento es alta. Con solo entre 15 y 20 granjas eólicas de tamaño medio (60 megavatios cada una) se podría satisfacer la mitad de la demanda energética del país. El potencial de energía eólica varía lo largo del día y del año, pero varios lugares pueden todavía generar suficiente energía eólica de forma económica incluso durante bajas relativas.

Mediante el desarrollo de pequeñas hidroeléctricas en los lugares en donde su desarrollo aún es viable en la República Dominicana e implementando mejoras en la eficiencia de la generación de energía a partir del bagazo de la caña de azúcar, el país podría contar con un sistema de electricidad diverso basado en energías renovables.

Una red eléctrica más confiable

Para reducir las pérdidas en la red y satisfacer las crecientes demandas de energía, la red eléctrica dominicana necesitará implementar mejoras y ampliaciones significativas. La generación distribuida, especialmente la de los sistemas solares fotovoltaicos para techo a escala residencial y comercial, puede reducir las ineficiencias del sistema de energía disminuyendo la cantidad de electricidad que la red debe acomodar,

lo que a su vez reduce las pérdidas en la red. Los retos técnicos asociados con la generación distribuida, como el funcionamiento en isla no intencional y las fluctuaciones de voltaje, pueden abordarse utilizando tecnologías bien establecidas, normas de operación y las mejores prácticas regulatorias. Además de ello, un sistema eléctrico distribuido basado en energías renovables será más resistente a los embates del clima que el sistema de generación basado en combustibles fósiles, tales como huracanes más frecuente e intensos, a lo cual la República Dominicana es particularmente vulnerable como pequeño estado insular.

Medidas de modernización importantes en la red, tales como el cierre de la red nacional a través de Manzanillo, una mejor utilización de la línea de alto voltaje que conecta Santo Domingo y Santiago, y la mejora de las operaciones y las prácticas de planificación, pueden ser muy útiles para enfrentar los desafíos asociados con la variabilidad de la energía renovable. En muchos casos, el costo de la conexión a la red para las instalaciones solares, eólicas e hidroeléctricas pequeñas será mínimo y no debería ser un disuasivo para la planificación de energías renovables.

El actual sistema de electricidad de la República Dominicana es bastante idóneo para la integración de un sistema de energía renovable, ya que las plantas existentes de gas licuado de petróleo, fueloil y gas natural pueden ser encendidas y apagadas rápidamente en respuesta a las fluctuaciones de la generación solar y eólica. Los planes para nuevas plantas de gas natural, si es que son instaladas, complementarían de forma similar la producción de energía renovable variable.

La integración de múltiples fuentes de energía renovable puede reducir aún más los problemas de intermitencia de las fuentes renovables. En el caso de la República Dominicana, combinar la capacidad solar y la eólica en la red puede ayudar, particularmente, a disminuir la variabilidad estacional. Adicionalmente, las opciones de almacenamiento de electricidad, especialmente baterías y sistemas hidráulicos de bombeo, pueden emparejarse con la capacidad de energía renovable para almacenar la energía producida durante los periodos de alta producción y baja demanda, con el fin de alimentar la red en las horas pico. La construcción de plantas de energía por biomasa, que pueden encenderse y apagarse rápidamente, junto a las plantas de energía solar, colectivamente también puede generar la energía de carga base.

Escenarios energéticos hacia el 2030

Si las medidas necesarias para el fortalecimiento de la red son implementadas, la energía renovable puede con toda seguridad cubrir hasta el 85% de la demanda eléctrica de la República Dominicana y al mismo tiempo reducir los costos de energía. El Worldwatch Institute ha desarrollado distintos escenarios para escalar la energía renovable en el sector eléctrico del país hasta el 2030. Estos escenarios presentan las realidades técnicas de los distintos caminos energéticos que la República Dominicana actualmente está considerando, incluyendo la expansión de sus importaciones de GNL o carbón para la generación de energía. El análisis del Worldwatch Institute muestra que la transición a un sistema de energía basado en la energía renovable se logra mejor a través de la integración con las plantas de generación de energía a carbón, gas natural y petróleo que ya existen o que ya han sido planificadas.

El análisis del Worldwatch Institute cuestiona la necesidad de realizar licitaciones adicionales para fuentes de energía a partir del carbón. La construcción de una nueva planta de energía por carbón es redundante y durante los próximos 35 años se estancará en una tecnología que pone a la economía dominicana en un camino de crecimiento económico insostenible. Contrario a la energía mediante gas y petróleo, las

inversiones en nuevas plantas de carbón ultimadamente limitarán la cantidad de energía renovable que el sistema puede integrar. Debido que las plantas de carbón son relativamente inflexibles y, a diferencia de las plantas de energía a petróleo y gas, no pueden ser encendidas y apagadas rápidamente en respuesta a las fluctuaciones de la energía renovable, una nueva planta eléctrica de carbón en la República Dominicana puede resultar en un mayor racionamiento en los momentos pico de la producción de energía renovable.

Valoración de los impactos socioeconómicos de los escenarios de electricidad alternativos

El Worldwatch Institute tomó como fundamento su valoración de los recursos técnicos para modelar los costos de producción de electricidad de varias fuentes de energía desde el 2013 hasta el 2030. Con base en los hallazgos de esta valoración socioeconómica, la energía renovable puede permitir a la República Dominicana bajar los precios de la electricidad, ahorrar los escasos recursos por concepto de importación de combustibles fósiles, disminuir su déficit de comercio, incrementar la seguridad energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y contaminación local con costos negativos.

Con un costo de generación de 7.6 y 8.8 centavos de dólar estadounidense por kWh respectivamente (sin incluir los costos financieros), nuevas instalaciones de energía hidráulica y eólica ya son fuentes de energía competitivas en la República Dominicana. La generación a partir del carbón, el gas natural y el petróleo tiene un costo de 9.4, 11.3 y 20-23 centavos de dólar estadounidense por kWh, respectivamente. La energía solar será la fuente de energía más barata para el año 2020 si el país es capaz de beneficiarse de la experiencia y de las economías de escala. La justificación económica para abogar por todas las fuentes de energía renovable se vuelve incluso más fuerte una vez que se incluyen los costos externos de salud, medio ambiente y cambio climático derivados de la generación de combustibles fósiles.

Al aplicar la valoración de los costos de electricidad a los escenarios del Worldwatch Institute hasta el 2030 para la República Dominicana, se demuestra que una mayor participación de las energías renovables reduce los costos generales de la energía en todos los escenarios. Una dependencia continua de la infraestructura de generación a carbón, gas y petróleo durante el cambio a la energía renovable, requiere una menor inversión inicial y tiene como resultado ahorros en las emisiones de gas de efecto invernadero a lo largo del tiempo, pero también provoca altos costos de combustible y altos costos generales de generación durante el periodo de transición.

Los resultados también muestran el papel del carbón para impulsar aumentos en las emisiones. Por ejemplo, las proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero para el escenario 1 (una participación del 30% de energía renovable) exceden incluso marginalmente las estimaciones según las prácticas habituales (BAU, una participación del 12.8% de energía renovable). Además, los resultados del escenario 2 muestran que una participación del 50% de energía renovable no puede conducir a ahorros sustanciales en la reducción de emisiones si se combina con nuevas inversiones en energía a carbón.

El Worldwatch Institute también buscó valorar el aumento en los costos ambientales de la generación eléctrica, pensando en nuevos paradigmas que hacen que los costos sociales de la generación eléctrica sean más transparentes. Las plantas de carbón en la República Dominicana son las más perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente. Los costos de la contaminación local, por si solos, incrementan los costos de la energía a carbón alrededor de un 170%.

Una vez que estas estimaciones se suman al análisis de los costos normalizados de la energía (CNGE) tradicionales, la energía a carbón se vuelve la tecnología más cara para el país. Una vez que los costos de la contaminación local y del cambio climático son contabilizados, la generación de 1 kWh de energía eólica es menor que una séptima parte del costo de generación de las plantas de carbón y alrededor de una sexta parte de las plantas de ciclo combinado con generadores diésel y a petróleo. La energía solar fotovoltaica es sustancialmente menos costosa que toda la energía convencional aparte del gas natural. Es alrededor de la mitad del precio de la generación de energía de ciclo combinado de petróleo y más de 25 centavos de dólar estadounidense por debajo de la generación de energía a carbón.

La transición hacia un sistema de electricidad operado con un 85% de la energía renovable, disminuye el costo promedio de la electricidad en un 40% para el 2030 en comparación con el 2010. La transición también puede crear hasta 12,500 nuevos puestos de trabajo y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector eléctrico a sólo 3 millones de toneladas anualmente. A pesar de que una acelerada expansión de energía renovable requiere mayores inversiones iniciales, se reduce el costo total de la generación de electricidad y el país puede ahorrar hasta 25,000 millones de dólares para el 2030, liberando dinero público para que sea invertido en asuntos sociales y económicos más apremiantes.

Financiamiento de la energía sostenible

Los análisis de costo de los escenarios del Worldwatch Institute demuestran que la República Dominicana puede lograr hasta un 85% de generación eléctrica renovable para el 2030, con costos de inversión de menos de US\$47,000 millones entre 2013 y 2030 (comparado con más de US\$71,000 millones bajo el esquema BAU). Sin embargo, las altas tasas de interés persistentes, la falta de acceso a los préstamos de largo plazo necesarios para los costos de capital inicial de los proyectos de eficiencia energética y de energía renovable, así como la percepción de que el ambiente de inversión es de alto riesgo, han obstaculizado el desarrollo del mercado de energía sostenible del país.

La baja recuperación de efectivo de los distribuidores de electricidad contrae su habilidad para pagar a los generadores, necesitando del apoyo gubernamental para subsanar la brecha de ganancias. Las grandes pérdidas y los precios artificialmente bajos de la electricidad dificultan su viabilidad financiera. La enorme deuda acumulada por el sector eléctrico pone tensión en la clasificación crediticia general de la nación y desmotiva las nuevas inversiones en el sector. Durante mucho tiempo, Petrocaribe ha sido un contribuyente significativo a la carga de la deuda. Al finalizar el año 2014, la deuda de Petrocaribe totalizó US\$4,100 millones, aunque ha disminuido sustancialmente desde entonces debido a una amortización por parte del gobierno de Venezuela y a que se pagó una parte significativa del saldo adeudado. A pesar de esta mejoría, no se modificó el acuerdo con respecto a los niveles de importación.

La percepción de riesgo y la necesidad de desarrollar capacidades impide la inversión nacional en la energía sostenible. Las instituciones privadas de financiamiento internacional continúan viendo el mercado de la energía sostenible de la República Dominicana como riesgoso y, en general, no proporcionarán créditos sin asegurarse a través de una garantía soberana por parte del gobierno dominicano de que los préstamos serán repagados. Ocasionalmente, el gobierno ha ofrecido garantías soberanas a cambio de la propiedad de un activo generador de electricidad, lo cual ha probado ser problemático en el desarrollo de proyectos.

La falta de préstamos de largo plazo también representa una gran barrera para el financiamiento de los proyectos de energía sostenible. Los proyectos de energía renovable enfrentan la difícil tarea de tener que repagar los préstamos en un plazo máximo de siete años y la inhabilidad de refinanciarlos como lo hacen los proyectos de energía convencionales. Una línea de crédito para energía, desembolsada a través de Banco BHD, contando con el apoyo de la Corporación Internacional Financiera (IFC), proporciona préstamos de mediano plazo con una baja tasa de interés para proyectos de energía sostenible, especialmente para empresas pequeñas y medianas. Este es el único flujo financiero disponible a través de la banca privada nacional.

Fuera de las instituciones financieras privadas, la ayuda tradicional para el desarrollo por parte de agencias bilaterales y multilaterales está enfocada en incrementar la energía sostenible. La República Dominicana puede aprovechar estos recursos para establecer programas de eficiencia energética y de energías renovables. El financiamiento climático (incluso a través de las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA), los Fondos de Inversión Climática y el Fondo Verde para el Clima), también tienen el potencial de proporcionar un mayor apoyo en la transición hacia la energía sostenible del país.

A pesar de que una mayor participación de la energía renovable representará un mayor beneficio en función de los costos que los combustibles fósiles a lo largo de todo el ciclo de vida de las nuevas plantas de energía, los relativamente altos costos de instalación para la energía renovable continúan siendo un reto importante. Será necesario mejorar aún más el sector financiero para poder hacer uso de todo el potencial energético de la República Dominicana. Estas mejoras incluyen desarrollar las capacidades de los bancos y de los desarrolladores de proyectos, la creación de nuevos productos crediticios y el establecimiento de garantías financieras para mejorar la seguridad de la inversión en el mercado de la energía sostenible.

Recomendaciones en cuanto a políticas

A pesar de que las soluciones financieras creativas y el desarrollo de capacidades pueden superar algunos retos, las barreras más significativas para lograr una transición a la energía sostenible en la República Dominicana deben ser superadas a través de una reforma concreta de las políticas. El país deberá establecer un plan de energía a largo plazo que claramente defina su intención de establecer un sector eléctrico moderno y sostenible que utilice al máximo las abundantes fuentes naturales renovables, reduzca agresivamente las emisiones de gases de efecto invernadero y mejore las vidas de sus ciudadanos mediante un abastecimiento de electricidad más económico y confiable con mejoras para la salud y el medio ambiente. A la fecha, los objetivos que se han formulado han sido vagos; sin embargo, con base en las valoraciones del potencial de los recursos renovables y los análisis de costo del escenario energético realizados por el Worldwatch Institute, podemos concluir que el país puede fortalecer su objetivo de energía renovable para el sector eléctrico en un 85% o más para el 2030, mientras que a la vez reduce los costos de electricidad para los consumidores.

Los planes y objetivos globales de energía del país son solo una parte de la planificación y del marco político necesarios para una transición a la energía sostenible; por sí solos no son suficientes para asegurar que todas las metas sean cumplidas. Las barreras institucionales y normativas obstaculizan el camino para lograr una participación significativa de la energía renovable en la República Dominicana. La creación de un nuevo Ministerio de Energía y Minas es un primer paso concreto para agrupar la miríada de recursos relacionados con la energía que han estado dispersos entre agencias y ministerios

del gobierno que compiten entre sí. Y mientras la eficiencia energética es priorizada y elevada al nivel de viceministerio, la energía renovable no lo es, lo cual puede hacer peligrar todo el impacto que la energía renovable puede tener en el sistema eléctrico dominicano. Además, la exclusión inicial de la compañía de servicios públicos propiedad del estado, CDEEE, de la estructura del nuevo ministerio puede causar demoras innecesarias en reformar el sector.

Una nueva política eléctrica formal y su respectiva legislación son necesarias para fortalecer la autoridad del nuevo ministerio sobre el sector eléctrico. Adicionalmente, directivas más claras para el regulador del sector eléctrico, la Superintendencia de Electricidad (SIE), son necesarias para mejorar la responsabilidad general del sector y verificar que las tarifas de electricidad establecidas reflejen los costos de generación con precisión y permitan el acceso de los consumidores y el comercio a energía confiable y a precios asequibles.

Los demorados procedimientos administrativos para proyectos de energía también son uno de los mayores disuasivos para el desarrollo de la energía renovable en la República Dominicana. A pesar de que un proceso eficaz de otorgamiento de permisos es esencial para limitar los impactos sociales y medioambientales negativos de los proyectos de energía, los trámites tan burocráticos y demorosos para obtener estos permisos pueden ocasionar riesgos y costos significativos, desmotivando así a los desarrolladores y a los inversionistas de desarrollar proyectos de energías renovables. Establecer procesos ágiles para el otorgamiento de permisos y asegurar que las inspecciones y las evaluaciones necesarias se efectúen de forma oportuna, puede eliminar una de las mayores fuentes de riesgo para la inversión en energías renovables.

La República Dominicana ya ha implementado o propuesto políticas para promover la energía renovable, incluyendo la medición neta y distintos incentivos fiscales. Otras iniciativas tales como un proceso de licitación competitivo pueden llevar este progreso aún más lejos. Adicionalmente, se han desarrollado nuevos programas enfocados en la eficiencia energética y se han ampliado para incluir códigos de construcción mejorados y normas para electrodomésticos. En el corto plazo, estas medidas deben ser implementadas en todo su potencial para demostrar el compromiso del gobierno con la energía sostenible.

En el largo plazo, las políticas que han demostrado ser exitosas en otros países deberán proporcionar el apoyo adicional necesario para la transición energética de la República Dominicana. Otro aspecto igualmente importante para abordar los retos sistémicos es la revisión y el fortalecimiento de una ley en contra del robo de electricidad. Más allá de esto, el gobierno debe trabajar con CDEEE, el Ministerio de Energía y Minas y partidarios internacionales para mejorar la medición y el cobro de facturas, especialmente entre los consumidores de gran escala.

Avance

El gobierno de la República Dominicana, la industria privada y la sociedad civil están conscientes del importante papel que juegan la eficiencia energética, la energía renovable, la reducción de pérdidas y las soluciones inteligentes de la red en la reducción de los costos de energía, en el fomento de la economía nacional y para contribuir a un medio ambiente más saludable. El país se encuentra actualmente en un punto crucial donde debe implementar medidas y reformas específicas para cosechar todos los beneficios de un sistema de energía sostenible en los próximos años. Esta guía proporciona la información necesaria para alcanzar un consenso nacional en cuanto al camino más adecuado para avanzar hacia el futuro. Termina con una lista de los pasos que se recomiendan seguir para hacer de esta transición una realidad.

1 | Una Hoja de Ruta de Energía Sostenible para la República Dominicana: Un enfoque integrado

Conclusiones principales

- La República Dominicana es muy vulnerable a los impactos del cambio climático, incluyendo su sector energético. Soluciones de energía renovable, eficiencia energética y de una red inteligente son un medio, tanto para mitigar como para adaptarse al cambio climático.
- El apoyo internacional para la mitigación del cambio climático y el acceso a la energía sostenible pueden representar la oportunidad para que la República Dominicana implemente medidas de eficiencia energética, aproveche su gran potencial de energías renovables, y construya una red flexible y estable.
- En el sector eléctrico de la República Dominicana imperan los combustibles fósiles, con el petróleo (46.0%), el gas natural (24.9%) y el carbón (14.2%), representando el 85% de la generación eléctrica del país en 2014.
- En 2013, la República Dominicana gastó US\$4.4 mil millones en importaciones de petróleo; equivalente al 7.3% de su PIB.
- La energía renovable representa actualmente el 15% de la generación de electricidad en la República Dominicana, con la hidroeléctrica (13.2%) y la eólica (1.7%) representando casi toda la generación de energía renovable.
- El país cuenta con un Plan Nacional de Energía y un Plan de Desarrollo Compatible con el clima, y se ha comprometido a reducir en un 50% las emisiones, por debajo de los niveles de 2010, para 2030. A pesar del compromiso del gobierno para aumentar la energía renovable, las estrategias de diversificación energética de la República Dominicana actualmente se centran principalmente en el carbón y el gas natural. Las visiones y planes recientes no están en consonancia con las actividades actuales del sector energético.
- El cumplimiento de los objetivos de energías renovables está obstaculizado por un confuso maquillaje de los actores, las leyes y los mandatos del sector de la electricidad y el incumplimiento de las leyes y los mecanismos establecidos para el funcionamiento de este sector.
- Para hacer posible que la República Dominicana haga la transición a un sistema energético sostenible, este informe proporciona un enfoque holístico que
 - evalúe las barreras técnicas y el potencial de eficiencia energética, energías renovables y mejora de la red;
 - analice los costos y beneficios socioeconómicos de las vías de implementación de energías alternativas;
 - estudie el ambiente de inversión para proyectos de energía sostenible e identifique oportunidades y áreas de mejora; y

- recomiende políticas y medidas concretas de cómo implementar el cambio a un sistema de energía limpia, confiable y asequible.
-

Esta Hoja de Ruta tiene como objetivo diseñar estrategias concretas que le permitan a la República Dominicana hacer la transición a un sistema energético que sea económica, social, financiera y políticamente sostenible.* Si llegara a implementarse, el sistema eléctrico resultante le permitiría al país cubrir sus necesidades de desarrollo al mismo tiempo que mitigaría y se adaptaría al cambio climático global. Este capítulo proporciona el contexto y la metodología internacional para esta Hoja de Ruta de Energía Sostenible. Presenta un esquema general del sistema eléctrico actual del país y sus principales retos, y define el papel que puede desempeñar un sistema de energía sostenible para fomentar una mayor independencia y seguridad.

1.1 Cambio Climático y Energía Sostenible: La República Dominicana en el contexto global

En las Conferencias de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), celebrada en Copenhague, Dinamarca, y Cancún, México en 2009 y 2010, las economías avanzadas se comprometieron a proporcionarles a los países en desarrollo US\$30 mil millones en ayudas financiera y técnica para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos para el año 2012, y US\$100 mil millones anuales para 2020.^{1†} Estos esfuerzos son apoyados por la comunidad internacional para el desarrollo, incluido el Banco Mundial, los bancos regionales de desarrollo y otros mecanismos internacionales y bilaterales.

Estas medidas de ayuda refuerzan acuerdos anteriores alcanzados en la Conferencia de Cambio Climático de la ONU 2007 en Bali, Indonesia. De acuerdo con el *Plan de Acción de Bali* (comúnmente conocido como la Hoja de Ruta de Bali), los países en desarrollo deben contemplar “medidas de mitigación [n]acionalmente apropiadas... en el contexto del desarrollo sostenible, sustentadas y facilitadas por tecnologías, financiamiento y actividades de fomento de la capacidad.” Las actividades de los países en desarrollo, así como la transferencia de tecnología y los esfuerzos de ayuda financiera de los países industriales, se llevarán a cabo “de manera medible, notificable y verificable”.²

La República Dominicana es denominada un Pequeño Estado Insular en Desarrollo (Small Island Developing States - SIDS). Los pequeños estados insulares han desempeñado un papel activo en las negociaciones climáticas internacionales. En la conferencia de Copenhague en diciembre de 2009, los países miembros de la Alianza de Pequeños Estados Insulares (AOSIS) lanzaron una iniciativa de energía sostenible conocida como SIDS DOCK, diseñada como una estación de “conexión” para conectar los sectores energéticos de esos países con mercados más amplios para obtener recursos financieros, de carbono y de energía sostenible. SIDS DOCK compromete a los pequeños estados insulares a trabajar juntos para desarrollar opciones de energía renovable y de energía eficiente y para buscar el financiamiento de los

* Esta Hoja de ruta forma parte de una serie de Hojas de ruta de Energía Sostenible de Worldwatch. Las porciones del análisis y el texto de cada Hoja de ruta siguen un patrón similar, lo que refleja la base de conocimientos y la metodología del Instituto.

† Las notas finales están numeradas por capítulo y comienzan en la página 191.

mercados internacionales de carbono para implementar sus estrategias de energía de bajas emisiones de carbono. Siendo uno de los 5 miembros fundadores del área del Caribe, la República Dominicana ha adoptado un rol de liderazgo en esta iniciativa.

Adicionalmente, el Secretario General de la ONU, Ban Ki-moon, puso en marcha en 2012 la Iniciativa de Energía Sostenible para Todos, con tres objetivos centrales hasta el año 2030: “Facilitar el acceso universal a servicios energéticos modernos; duplicando la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética; y duplicando la proporción de energías renovables en la combinación global de fuentes de energía.”³ *La Hoja de Ruta de Energía Sostenible para la República Dominicana* le ofrece el país una vía clara para lograr esas metas y el acceso a oportunidades dentro de la iniciativa.

Históricamente, los países en desarrollo han contribuido relativamente poco a la crisis climática mundial. Sin embargo, estas naciones son profundamente vulnerables a los impactos del cambio climático, incluyendo la escasez de agua, la disminución en la producción de alimentos, y los desastres de gran escala debido a la mayor intensidad de las tormentas y al aumento del nivel del mar. La amenaza para los SIDS sigue aumentando a medida que crece el riesgo del cambio climático. El Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), publicado en 2007, prevé un aumento de la temperatura global de 1.8 a 4 grados centígrados para finales de siglo, que causará grandes daños a los ecosistemas de todo el mundo.⁴ La contribución del Grupo de Trabajo 1 al Quinto Informe de Evaluación del IPCC pinta un panorama aún más preocupante, que incluye proyecciones elevadas del aumento esperado del nivel del mar de 26 a 82 centímetros para finales del siglo 21.⁵

Mientras tanto, las emisiones de los países en desarrollo siguen creciendo rápidamente, con su cuota combinada de producción mundial de gas de efecto invernadero prevista para elevarse en las próximas décadas si no se adoptan nuevos métodos para desarrollar sistemas de energía, construcción y transporte de bajo nivel de emisión. La mayoría de los países en desarrollo, incluyendo los pequeños Estados insulares, actualmente carecen de las tecnologías y las políticas necesarias para llevar adelante una vía alternativa, con emisiones de gas menos intensivas.

Además de proporcionar beneficios ambientales, las estrategias para desarrollar bajas emisiones pueden producir beneficios socioeconómicos mediante el aprovechamiento de los recursos de energía renovable autóctonos, como la solar, la eólica, la hidráulica, la geotérmica y la biomasa, en lugar de depender de combustibles fósiles importados. Los pequeños Estados insulares pueden servir como vitrinas ideales para las estrategias de desarrollo con bajas emisiones de carbono debido a la congruencia de sus intereses económicos y de seguridad nacional con la agenda climática global, así como a su extensión relativamente pequeña y a la homogeneidad de sus economías. Con el apoyo adecuado, pueden demostrar a pequeña escala lo que se debe hacer a nivel mundial en última instancia.

Las tecnologías que están disponibles hoy, y las que se espera que se vuelvan competitivas en los próximos años, pueden permitir una rápida descarbonización de la economía energética mundial si se implementan correctamente.⁶ Los sistemas modernos de energía sostenible se desarrollan sobre un nivel avanzado de eficiencia energética, un alto porcentaje de energías renovables en la mezcla energética total y una red fuerte y flexible. Entre los componentes clave adicionales para aumentar la energía y la seguridad económica se incluyen la diversificación de las fuentes y los proveedores de energía, una disminución

en el nivel de las importaciones de energía, y una mayor capacidad de recuperación de la infraestructura durante los desastres naturales.

Como un país especialmente vulnerable a los eventos climáticos destructivos y el aumento del nivel del mar, la República Dominicana tiene que desarrollar una infraestructura energética resistente que pueda soportar desastres naturales, especialmente huracanes y tormentas tropicales. Un sistema de energía que depende de las importaciones de combustibles fósiles es particularmente vulnerable a los impactos de eventos extremos en lo concerniente al suministro de combustible y la infraestructura costera. Las inundaciones costeras, las mareas de tormenta, y el aumento del nivel del mar también pueden alterar la infraestructura de transporte de combustibles fósiles y las instalaciones de las plantas generadoras de electricidad. Además, para generar energía térmica se requieren grandes reservas de agua para procesar el combustible y generar energía y enfriamiento y, por lo tanto, puede verse afectada por una disminución en la disponibilidad de agua debido al cambio climático. La generación de energía descentralizada puede aumentar la flexibilidad, resistencia y estabilidad de un sistema de energía.

El carbón y la energía nuclear plantean serios riesgos ambientales y de seguridad, especialmente en una región propensa a los desastres como lo es el Caribe. La electricidad a partir del gas natural puede suministrarse a la red eléctrica con una flexibilidad mucho mayor que el carbón y la energía con base nuclear, y tiene los beneficios de una mayor eficiencia y menores emisiones de carbono que la electricidad generada a partir del petróleo. Por lo tanto, el gas natural podría potencialmente desempeñar un papel importante como aliado natural de la energía renovable mediante la compensación de los retos de la variabilidad y de almacenamiento que existen actualmente con las energías renovables.⁷ El gas natural debe seguirse utilizando en la República Dominicana y debe ser utilizado como parte de una estrategia más amplia para la transición a las energías renovables; sin embargo, una dependencia del gas como aspecto central del sector energético prolongará la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles.

Todos los países del mundo tienen a su disposición recursos energéticos renovables; los de la República Dominicana son grandiosos. Para aprovecharlos, sin embargo, es necesario un sistema inteligente de políticas y regulaciones. Las estrategias energéticas de bajo nivel de carbono requieren la implementación de soluciones que estén físicamente disponibles, que sean económicamente viables y políticamente factibles.

1.2 El sistema eléctrico actual de la República Dominicana y el rol de la energía sostenible en el desarrollo del futuro

La República Dominicana es el tercer mayor consumidor de energía en el Caribe, después de Cuba y Puerto Rico. Aproximadamente el 92% de los pueblos y ciudades del país están conectados a la red y cerca del 96% de la población tiene acceso a la electricidad.⁸ El sistema de la red existente tiene uno de los mayores índices de pérdidas en la distribución en el mundo, alcanzando un 32%.⁹

A pesar de la creciente capacidad y producción de energía del país, los apagones ocurren frecuentemente. En 2012, no se cumplió con la demanda eléctrica adicional de 2,598 GWh equivalente a 1,614 horas, un déficit de un 18.4% de la demanda anual.¹⁰ La demanda de electricidad es encabezada por el sector industrial (46% del total de la electricidad consumida), seguido por el sector residencial (42%) y el sector comercial y los servicios públicos (11%).¹¹

En 2013, había 16 empresas eléctricas operando en la República Dominicana, con un total de 67 plantas de energía que producían 14,093 GWh de electricidad; un promedio de incremento anual en la producción de un 2.8% de 2000 a 2012.¹² Esto incluye numerosas instalaciones industriales y muchos particulares que generan su propia electricidad de forma independiente, sobre todo de productos derivados del petróleo, con una pequeña, pero creciente participación procedente de energía solar fotovoltaica.

Hasta 1997, toda la generación, transmisión y distribución de electricidad en la República Dominicana era propiedad del Estado. Ese año, en virtud de la Ley de Reforma del Sector de Empresas Públicas (Ley 141-97), el Gobierno se desvinculó del sector eléctrico y privatizó la mayor parte de él, vendiendo la mitad de su capacidad de generación de electricidad y traspasando todos sus servicios de distribución a empresas privadas. Para 2009, citando su mala situación financiera y operativa, el gobierno volvió a adquirir las tres empresas de distribución, pero dejó la mitad de la capacidad de generación en el sector privado.¹³

La demanda nacional de energía es muy superior a los recursos energéticos tradicionales existentes en el país, dejando a la República Dominicana altamente dependiente de las importaciones de combustibles fósiles. Aproximadamente, el 85% de la producción eléctrica del país se basa en los combustibles fósiles, la mayoría de los cuales es el petróleo (46%).¹⁴ (Véase la Figura 1.1.) Se utiliza una combinación de productos de fueloil, incluyendo el fueloil N°. 6 (35.6%), una mezcla de fueloil N°. 6 y gas natural (5.9%), una mezcla de fueloil N°. 6 y N°. 2 (3.7%), y de fueloil N°. 2 (2.7%).¹⁵ El fueloil pesado (HFO) es una fuente de energía especialmente contaminante, ya que es un combustible residual que queda después de haber extraído los tipos de petróleo crudo más valiosos. Además de sus altas emisiones de carbono, también tiene una mayor concentración de otros elementos, incluyendo el azufre, que producen emisiones mucho más contaminantes en la combustión.

Las plantas eléctricas de gas natural generan el 24.9% de la electricidad del país, y tres plantas de carbón contribuyen con el 14.2%.¹⁶ Las formas de energías renovables nacionales representan alrededor del 15% de la generación, controlada por 26 pequeñas y grandes centrales hidroeléctricas (13.2%).¹⁷ En el año 2010 comenzó la construcción de los primeros parques eólicos comerciales del país: Los Cocos, con una capacidad instalada de 71 MW y Quilvio Cabrera, con una capacidad instalada de 8.25 MW. Juntos

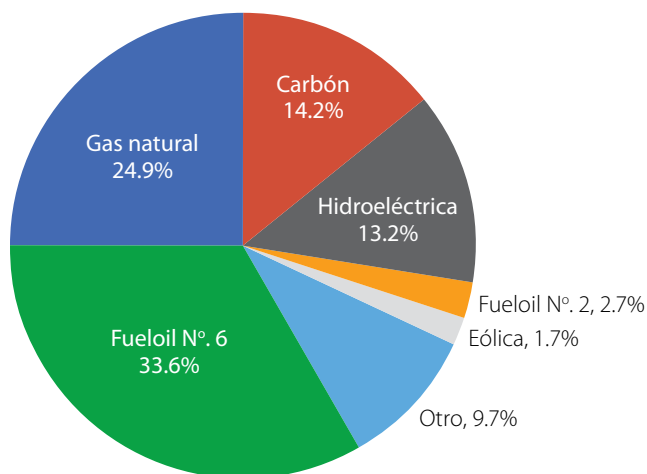


Figura 1.1

Generación de electricidad anual por tipo de combustible, 2013

Fuente: OC
© Worldwatch Institute

proporcionan casi el 2% de la generación renovable. La contribución de la biomasa está muy por debajo del 1% de la generación.¹⁸ La tabla 1.1 presenta un desglose por combustible de las plantas de energía existentes del país.¹⁹

Tabla 1.1. Plantas de energía existentes en la República Dominicana por combustible

Combustible	Capacidad instalada
	MW
Fueloil Nº. 6	1,190
Hidroeléctrica	608
Gas natural	581
Fueloil Nº. 2	402
Carbón	314
Fueloil Nº. 2 y Nº. 6	185
Gas natural y Fueloil Nº. 6	160
Eólica	79
Solar	1
Suma total	3,520

Fuente: Véase la nota final 19 de este capítulo.

La mayoría de las plantas de energía alimentadas con combustible líquido, que proporcionan la mayor parte de la generación eléctrica de la República Dominicana, son viejas y con necesidad de ser cerradas o sustituidas. Debido a la falta de confiabilidad de la red nacional, muchas industrias y particulares generan su propia electricidad con equipos basados en combustibles fósiles a pequeña escala, relativamente ineficientes. Esto prolonga aún más los altos precios de la electricidad de los consumidores del país y la dependencia en el petróleo importado.

En 2013, la República Dominicana gastó US\$4.4 mil millones en importaciones de combustible fósil; equivalente a más del 7.3% de su PIB.²⁰ Antes de que la reciente crisis económica mundial golpeará de lleno, las importaciones de combustibles fósiles representaban una proporción aún mayor del PIB.²¹ En el mismo año, le costó al gobierno dominicano más de US\$1.2 mil millones cubrir el déficit causado por los gastos de electricidad y las tarifas eléctricas subsidiadas.²² El gobierno se ha comprometido a reducir este subsidio eléctrico mediante un aumento sustancial de la capacidad de generación y la diversificación de la mezcla energética, aunque el reto más severo que enfrenta el sector es el robo de electricidad y la falta del pago por parte de los consumidores de todos tamaños.

Debido a que las compañías locales de servicios públicos (que en última instancia son propiedad del Estado) no cobran el total del dinero que se les debe, no son capaces de pagar a las compañías generadoras que les proveen la electricidad que venden a sus consumidores. Las compañías de servicios públicos después pasan esa deuda a la compañía propiedad del estado, CDEEE, y la deuda se transforma en responsabilidad del gobierno dominicano. En años recientes, esta deuda ha logrado alcanzar los US\$700

millones y ha afectado severamente la clasificación crediticia del país y, por ende, su capacidad para atraer inversiones que puedan beneficiarse con los recursos locales de energías renovables.

La dependencia en los combustibles fósiles para la generación de electricidad en la República Dominicana produce no solo transferencias masivas de riqueza a otros países por concepto de importaciones, sino también altos costos de generación por unidad de electricidad. Los altos costos en importaciones de combustibles dejan al país especialmente vulnerable a las fluctuaciones del precio del petróleo. Puesto que los precios de la electricidad no están indexados a los precios del combustible, sino más bien fijados por el límite de precio del gobierno, los distribuidores venden electricidad a un precio mucho más bajo que lo que podría considerarse económico.

A pesar de depender de un petróleo caro para la generación de más del 40% de su producción eléctrica, la República Dominicana tiene una de las tarifas de electricidad más baratas de la región, con las tarifas industriales y comerciales a 22 centavos de dólar por kWh y tarifas residenciales a cerca de 20 centavos de dólar por kWh.²³ (Véase la Figura 1.2.) En general, el precio artificialmente bajo de la electricidad contribuye a la deuda del sector energético, lo que también disminuye la calidad de los servicios eléctricos, así como la calificación crediticia general de la República Dominicana.

Los planes para nueva capacidad apuntan a diversificar la mezcla de generación de electricidad de la República Dominicana fuera de los combustibles basados en el petróleo y a reducir los costos de generación. Se estima que para el año 2016, la República Dominicana requerirá 1,451 MW adicionales de capacidad instalada para satisfacer la creciente demanda y el desmantelamiento de una serie de plantas

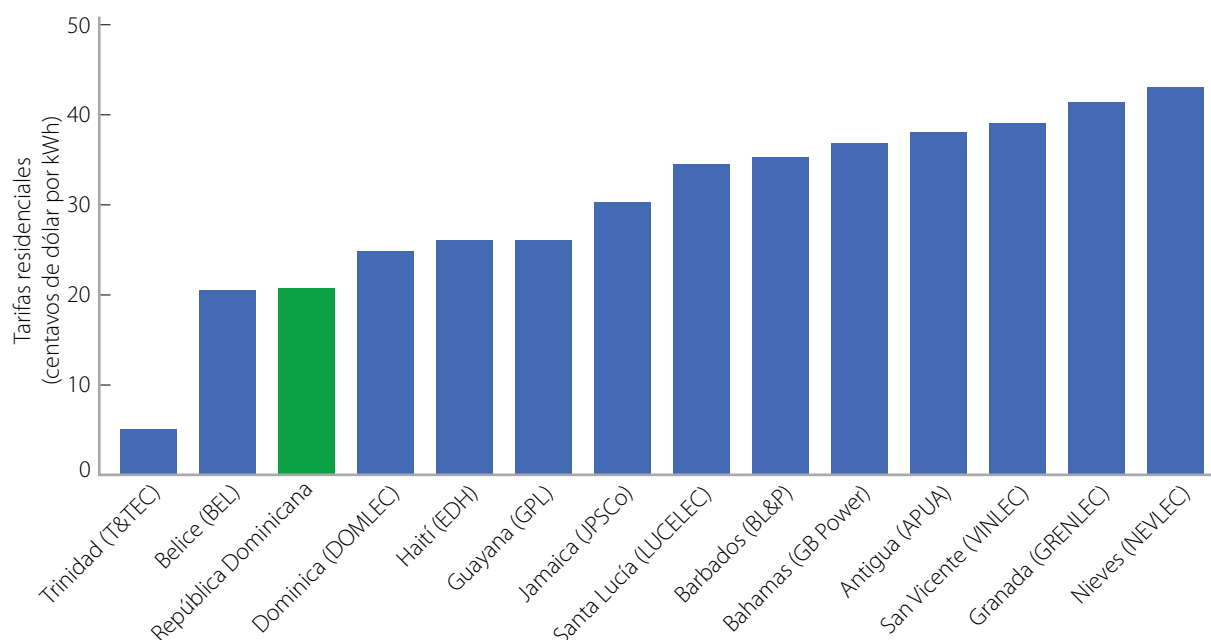


Figura 1.2

Tarifas eléctricas residenciales en la región del Caribe, 2014 Fuente: CARILEC, SIE, EDH, GPL, SIE, VINLEC, MSTEM, BEL © Worldwatch Institute

de generación diésel ineficientes.²⁴ En 2013, se añadieron 731 MW al sistema energético nacional.²⁵ Para 2018 se espera una capacidad de generación de 1,380 MW adicionales, la mayoría de los cuales será propulsado por gas natural y carbón.²⁶ También hay planes para dos, proyectos de energía renovable a escala comercial, para generación de energía eólica y solar fotovoltaica.²⁷ Tabla 1.2 presenta una visión general de la capacidad eléctrica añadida reciente y la expansión eléctrica planificada en el país.²⁸

Tabla 1.2 Capacidad eléctrica añadida reciente y expansión eléctrica planificada en la República Dominicana

Año	Nombre	Tipo de combustible	Capacidad (MW)
2013	Los Cocos Expansion	Eólica	52
	Estrella del Mar 2	Gas natural y Fueloil Nº. 6	110
	San Lorenzo 1	GNL	34
	Los Origenes	Gas natural, Fueloil Nº. 6	25
	Palomino	Hidroeléctrica	80
	Quisqueya 1 & 2	Gas natural, Fueloil pesado, Fueloil Nº. 6	430
2014	Los Origenes Expansion	Gas natural, Fueloil pesado, Fueloil Nº. 6	34.5
2015	North Central Energy	Gas natural	400
2016	Los Guzmancitos	Eólica	100
	Larimar	Eólica	49
	Matafongo	Eólica	50
	Monte Plata	Solar fotovoltaica	30
2018	Central termo eléctrica Punta Catalina 1	Carbón	675

Fuente: Véase la nota final 28 de este capítulo.

La instalación de importación de gas natural de la República Dominicana se utiliza menos de la mitad de la capacidad, lo que indica que existe la posibilidad de ampliar la generación de gas natural en el país con carbón más costoso y más sucio y fuentes de generación a base de petróleo que deben ser retiradas.²⁹ Mientras que muchas partes interesadas siguen discutiendo la posibilidad de ampliar la capacidad de generación de gas natural, en 2013 se añadieron solo 25 MW, muy lejos de la proyección de 600 MW que hizo la Comisión Nacional de Energía.³⁰

Hay planes para dos plantas de carbón para un total de 675 MW de capacidad, destinadas a desplazar la generación de HFO y no para añadir capacidad adicional a la red. El contrato se le otorgó a un consorcio compuesto por Norberto Odebrecht, Tecnimont e Ingeniería Estrella en 2013.³¹ Inició la construcción de las dos plantas de energía eólica y la planta de energía solar fotovoltaica, las cuales sumarán 180 MW de capacidad de energía renovable.³²

Esta Hoja de Ruta es el resultado de un proyecto de investigación intensivo de varios años sobre cómo aprovechar las oportunidades y superar las barreras existentes para una transición energética sostenible en la República Dominicana. Dado que las decisiones de infraestructura energética son decisivas para el

desarrollo de un país e involucran transacciones difíciles, era de suma importancia reunir los datos más recientes y cualitativos. Para dar sugerencias viables para acciones concretas, era importante entender los intereses y las posiciones de todas las partes, tanto gubernamentales como no gubernamentales, lo cual es crítico para hacerlas realidad.

Worldwatch trabajó en estrecha colaboración con funcionarios y socios dominicanos para asegurar que el alcance del trabajo complementará, en lugar de duplicar, los esfuerzos de investigación previos que han analizado diferentes aspectos del potencial de eficiencia energética y las energías renovables en la República Dominicana y la región del Caribe. Aunque todos estos estudios sirvieron como referencias importantes para este proyecto y proporcionaron información esencial acerca de diferentes partes de la situación de la energía renovable, faltaba una visión global de la eficiencia y de las opciones de energía sostenible y estrategias a nivel nacional. Esta Hoja de Ruta pretende llenar ese vacío de información.

La información más importante vino de un proyecto piloto realizado anteriormente por Worldwatch, que se convirtió en la evaluación más detallada de los recursos eólicos y solares jamás emprendidos en la República Dominicana.³³ Worldwatch se asoció con 3TIER, Inc., una compañía de análisis de riesgos de energía renovable, que desarrolla análisis de datos y cartografía de alta resolución para producir conjuntos de datos detallados sobre recursos de energía eólica y solar. (Véase los Apéndices I-III.) Este informe se basa en la Hoja de Ruta solar y eólica anterior, y presenta nuevos análisis de cómo estos recursos encajan en el sistema de energía global dominicana.

Este informe proporciona una visión general de las principales fuentes de energía de la República Dominicana. Incluye un estudio recién obtenido de los recursos de biomasa (véase el Apéndice IV) y un análisis de los recursos pequeñas hidroeléctricas del país. Worldwatch también se asoció con otros esfuerzos de evaluación constante para proporcionar los datos más completos y recientes sobre el potencial de energía sostenible.

La metodología de la Hoja de Ruta de Energía Sostenible de Worldwatch adopta un enfoque holístico en la evaluación de los componentes interdependientes que son esenciales para la planificación energética integrada. Solo en su totalidad le permiten a un país desarrollar una estrategia de desarrollo energético para su mejor beneficio social, económico y ambiental. (Véase la Figura 1.3.)

Un primer paso en la identificación de oportunidades de energía sostenible es identificar áreas para el ahorro de energía y mejoras en la eficiencia. Al centrarse en sectores de alto consumo energético y en soluciones de bajo costo para reducir las necesidades de energía, el Capítulo 2 de esta Hoja de Ruta identifica puntos clave del trabajo para mejorar la eficiencia en la República Dominicana.

El Capítulo 3 proporciona mapas de todo el país en los que se visualizan los diversos recursos de energía renovable de la República Dominicana. El capítulo también incluye un análisis en profundidad de los recursos de energía solar, eólica, biomasa e hidroeléctrica del país.

Esta Hoja de Ruta se centra en formas rentables para crear un sistema de energía nacional fuerte y confiable. El análisis técnico que se presenta en el Capítulo 4 nos permite catalogar las necesidades de mejora y extensión de la red que pueda sustentar el aumento del uso de la energía renovable. También analiza oportunidades de generación renovable distribuida. La evaluación técnica presentada es el resultado de

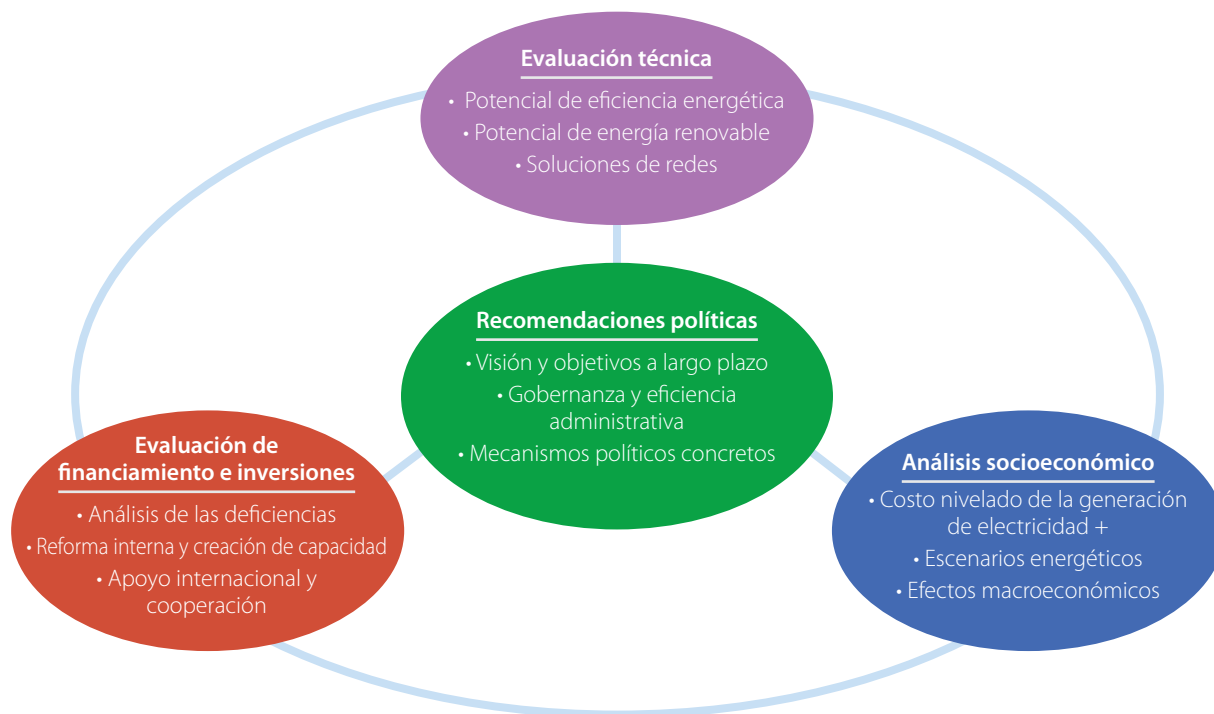


Figura 1.3

Metodología de la Hoja de Ruta de Energía Sostenible de Worldwatch

© Worldwatch Institute

las consultas a expertos del país y relaciona las necesidades de infraestructura con las evaluaciones de recursos realizadas en este estudio.

Un análisis exhaustivo de los beneficios socioeconómicos y los impactos de la transición a la energía renovable ayudará a los tomadores de decisiones a abogar antes los desarrolladores de energía e inversionistas de que el aprovechamiento de estos recursos nacionales es económicamente beneficioso mientras les muestra a los funcionarios gubernamentales y al público que es el para el mejor beneficio de la República Dominicana. El Capítulo 5 de este estudio presenta un análisis detallado de escenarios de las formas de electricidad alternativa que la República Dominicana podría adoptar, lo que demuestra la viabilidad técnica de cubrir la demanda esperada con una alta penetración de energía renovable. El Capítulo 6 se basa en estos escenarios técnicos para presentar los costos de la generación de electricidad a partir de diversas fuentes de combustibles fósiles y de energía renovable en la República Dominicana sobre la base de los datos recopilados a nivel local. También evalúa los impactos intersectoriales del desarrollo de estos recursos mediante la cuantificación de los costos ambientales (emisiones de gas de efecto invernadero, GEI), sociales (costos de salud vinculados a la contaminación) y económico (potencial de creación de empleos y ahorro de combustible) de las diferentes formas de energía.

La viabilidad técnica y las ventajas socioeconómicas de un sistema energético integrado en un alto grado de eficiencia y un alto porcentaje de energía renovable provocan la pregunta de por qué las energías sostenibles no se ha convertido en tecnologías de uso general en el país. El Capítulo 7 identifica las fuentes nacionales e internacionales de financiamiento público y privado para los recursos de energía renovable,

incluyendo el análisis de cómo superar las barreras existentes de mercado y finanzas con el fin de alcanzar el nivel de inversión necesario para una transición energética sostenible.

El Capítulo 8 examina las leyes y reglamentos sobre energía existentes en el país y, basándose en lecciones internacionales aprendidas, analiza las oportunidades para las reformas políticas desde los principios fundamentales que deben regir la formulación de políticas energéticas exitosas hasta una visión global de políticas y medidas concretas. El capítulo sugiere cambios administrativos y de políticas, necesarios para hacer la transición a la energía sostenible que se visualiza en esta Hoja de Ruta como una realidad.

A lo largo del proyecto, Worldwatch se ha ocupado en la creación de capacidades locales y el intercambio de conocimientos a través de talleres, conferencias y cientos de entrevistas y conversaciones. Estas actividades fueron esenciales para escribir este estudio integrado, pero también tenían un propósito en sí mismas: reunieron a los interesados y llenaron la brecha de conocimiento entre el gobierno, los inversionistas privados de energías renovables, los servicios públicos y el sector financiero. El Instituto ha utilizado blogs, artículos de opinión y otros esfuerzos de medios sociales para comunicar de una mejor manera los resultados de la investigación, tanto en la República Dominicana como en el extranjero. Esta Hoja de Ruta final será presentada a los actores locales en la República Dominicana como una herramienta concreta que pueden usar para planificar e implementar nuevas políticas y proyectos de energía renovable.

2 | Potencial de eficiencia energética

Conclusiones principales

- Las medidas de eficiencia energética pueden producir importantes ahorros de costos durante un corto período de tiempo, especialmente en la República Dominicana, donde los altos costos de la energía, las tecnologías obsoletas y el potencial de cambios de comportamiento crean muchas opciones asequibles.
 - Las cinco maneras menos costosas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero en la República Dominicana se relacionan con la eficiencia energética. Ellas son: controles eficientes de iluminación en nuevos edificios comerciales, el cambio de bombillas incandescentes a LED en el sector residencial, el cambio a LED en el sector comercial, invertir en aparatos electrónicos más eficientes en los sectores comercial y residencial, y sustituir las plantas de fueloil por plantas a gas natural.
 - Las plantas de energía de petróleo de la República Dominicana son altamente ineficientes; las mejoras o los reemplazos en las plantas existentes pueden jugar un rol importante en la reducción de los costos de energía a corto y a mediano plazo.
 - Los aires acondicionados representan más de la mitad del consumo de electricidad en los edificios residenciales y gubernamentales. Sistemas de climatización más eficientes, edificios mejor aislados y posicionamiento de los edificios tomando en cuenta las condiciones climáticas proporcionan oportunidades de ahorro de energía y de costos para estos sectores.
 - La industria hotelera y turística tiene particularmente un alto potencial de lograr ahorros energéticos debido a las altas facturas por el consumo eléctrico de aires acondicionados, iluminación, calefacción y agua, y cuenta con los recursos financieros necesarios para implementar mejoras.
 - Los altos costos de la electricidad representan una enorme carga para los hogares dominicanos, a pesar de un consumo per cápita relativamente bajo comparado con los estándares internacionales. Bombillas y sistemas de aire acondicionado más eficientes, edificios mejor aislados y la implementación de techos frescos podrían mejorar los servicios de energía residencial al tiempo que reducen las facturas de electricidad.
 - Las barreras del financiamiento siguen obstaculizando la implementación de medidas de eficiencia para el ahorro de costos.
-

Durante los últimos dos años, la República Dominicana ha estado desarrollando una nueva legislación para la eficiencia energética. La Comisión Nacional de Energía (CNE) inició el proceso, pero ahora que se ha establecido el nuevo Ministerio de Energía y Minas (MEM), no ha quedado claro cuál organización será la responsable de llevar el trabajo adelante. Sin embargo, el trabajo relacionado con este informe de Hoja de ruta permitió que los autores estuvieran en constante consulta con los actores involucrados en la creación de esta nueva legislación, y de asesorarlos cuando era posible. Dado que la eficiencia energética juega un rol tan importante en una economía de bajas emisiones de carbono, y que la República Dominicana se encuentra en un punto crucial de la formación de su política energética, esta Hoja de Ruta presta especial atención a las tecnologías y políticas de eficiencia energética que sean asequibles, fiables, y políticamente viable en el país.

2.1 Antecedentes

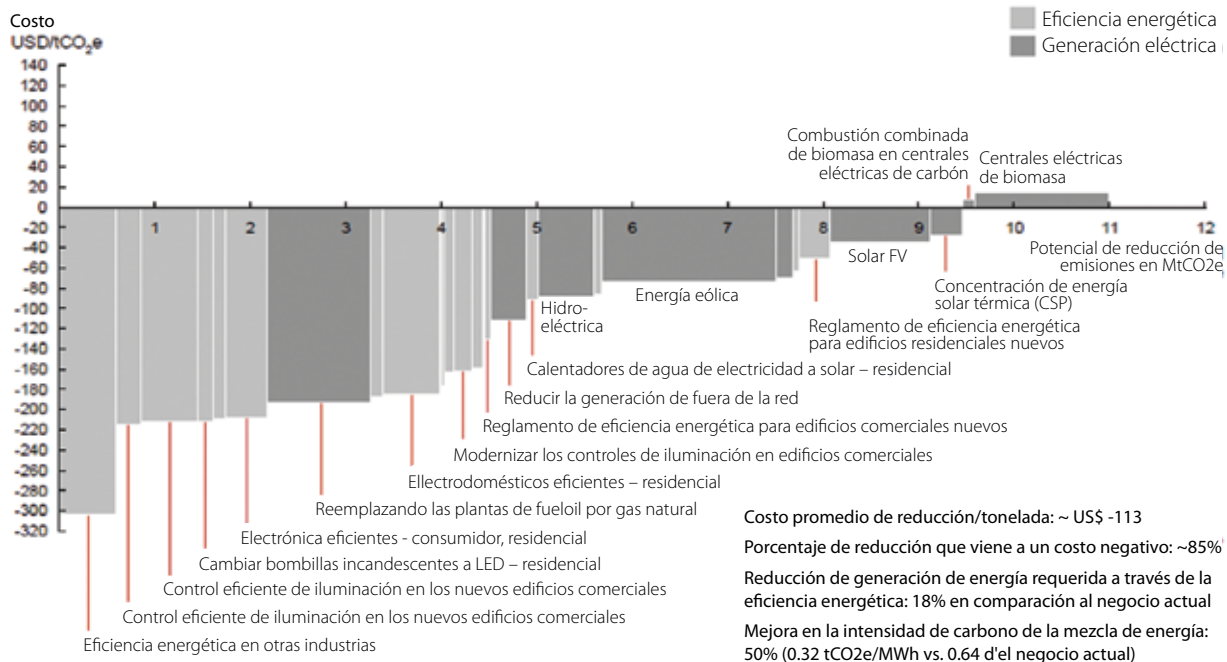
Cada país tiene un conjunto exclusivo de desafíos y oportunidades para llevar a cabo una transformación de la energía sostenible. La estructura energética y el nivel de eficiencia energética se determinan por una amplia gama de factores, incluyendo los precios y las políticas energéticas anteriores, los tipos de actividades económicas, la demanda total de electricidad y los conocimientos y actitudes locales sobre la conservación de la energía. En el desarrollo de una Hoja de Ruta de Energía Sostenible para una entidad determinada, la identificación de oportunidades para mejorar la eficiencia en los sectores de mayor consumo de energía es un paso inicial importante.

Las medidas de eficiencia energética se utilizan para reducir la energía requerida para ofrecer los mismos servicios para todos los sectores económicos, incluyendo el residencial, el comercial y el industrial. Por ejemplo, el empleo de tecnologías y prácticas de eficiencia energética en los edificios ofrece el mismo nivel de confort con un menor nivel de consumo de energía.¹

Las medidas de eficiencia energética también ofrecen algunas de las herramientas más rentables para reducir las emisiones de CO₂, especialmente en un país como la República Dominicana, que tiene relativamente pocas medidas de eficiencia establecidas. En un esfuerzo por determinar cómo las medidas de eficiencia energética pueden influir de manera positiva en el país, a través de la reducción de los costos de energía y niveles más bajos de emisión de CO₂, el Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio de la República Dominicana (CNCCMDL) elaboró un Plan de Desarrollo Compatible con el Clima (CCDP). El plan identifica los aumentos de eficiencia que se pueden lograr en varios sectores de la economía dominicana. Las cinco medidas menos costosas de reducción de CO₂ están todas relacionados con la eficiencia energética.² (Véase la Figura 2.1.)

El consumo de electricidad de la República Dominicana por habitante está más o menos a la par con otros lugares de la región que están en un nivel similar de desarrollo económico.³ (Véase la Figura 2.2.) Sin embargo, hay muchos países con un PIB per cápita similar que consumen mucho menos electricidad.⁴ Aunque muchos factores—incluyendo la elección de la industria, la estructura económica y la historia, las cadenas de suministro, y el clima local—influyen en las necesidades y el consumo energético de un país, es claro que la eficiencia energética tiene un rol fundamental que desempeñar en la mitigación del consumo de electricidad de la República Dominicana y los contaminantes ambientales resultantes.

En el sector de la electricidad, 60% del potencial de reducción proviene de una mezcla de generación más limpia, mientras que el resto proviene de medidas de eficiencia energética



Análisis por el Consejo Nacional Para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio

Figura 2.1

Curva de los costos de reducción de CO₂ en la República Dominicana

2.2 Definición de sectores prioritarios para medidas de eficiencia

Los sectores económicos que deben ser objeto de medidas de eficiencia energética son aquellos que: 1) representan una gran proporción del consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero del país, 2) son altamente consumidores de energía o ineficientes, y/o 3) son fundamentales para la economía nacional y, por lo tanto, tienen un impacto en todos los sectores. Las evaluaciones de la economía dominicana indican que los sectores industrial y residencial en conjunto componen el 76% de la electricidad que se consume, con pequeñas contribuciones de la agricultura, la silvicultura, y los servicios comerciales y públicos.⁵ (Véase la Figura 2.3.)

Los edificios son un foco importante de mejoras integrales de eficiencia energética en cualquier país, en gran parte debido a su importante presencia en todos los sectores (comercial, residencial, gubernamental, industrial, etc.). El gobierno dominicano les pidió a los autores de este estudio que examinaran específicamente soluciones de administración de edificios con un aporte para la nueva legislación sobre eficiencia energética. Los edificios representan la mayor parte del consumo de electricidad en los sectores público, residencial y comercial, y constituyen más de la mitad (52% en 2012) del consumo eléctrico en la República Dominicana.⁶

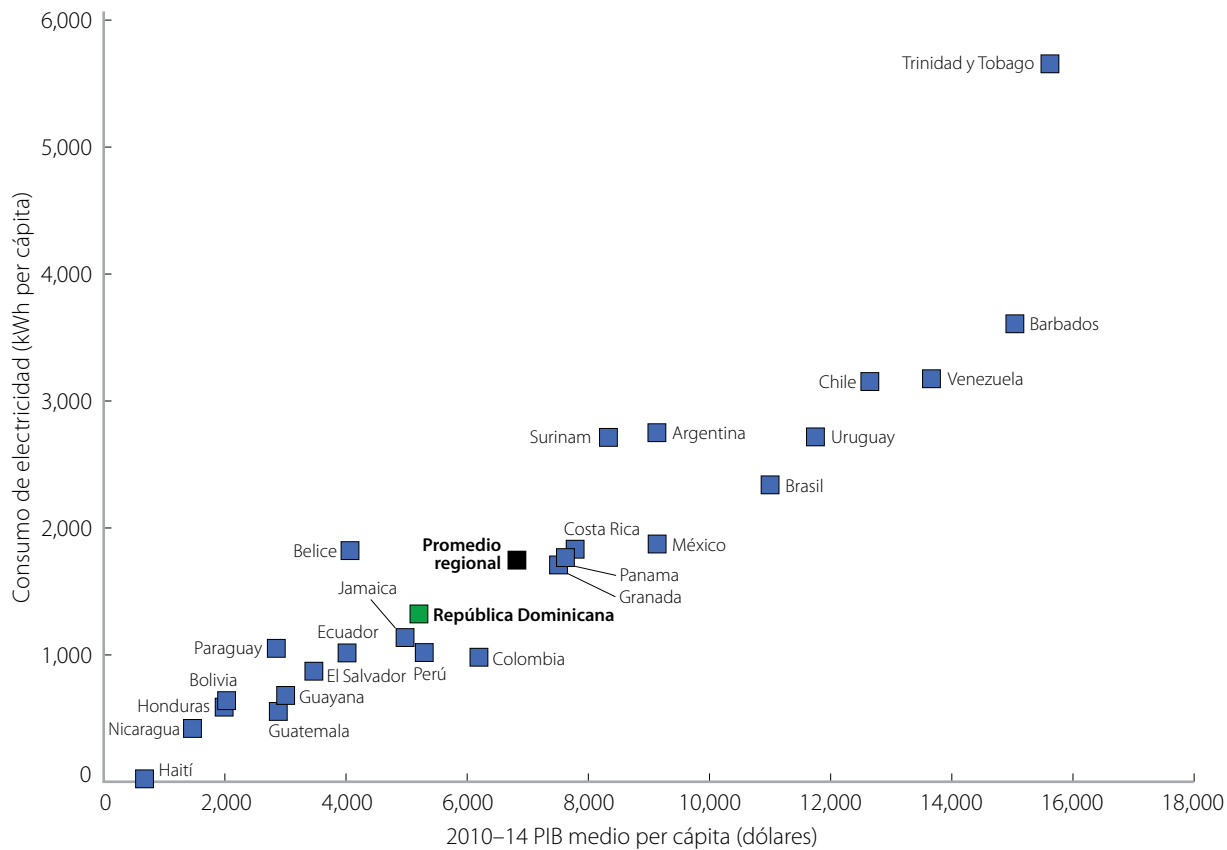


Figura 2.2

Consumo de electricidad comparado con el PIB per cápita en América Latina y el Caribe, 2010-2014

Fuente: EIA, World Bank

© Worldwatch Institute

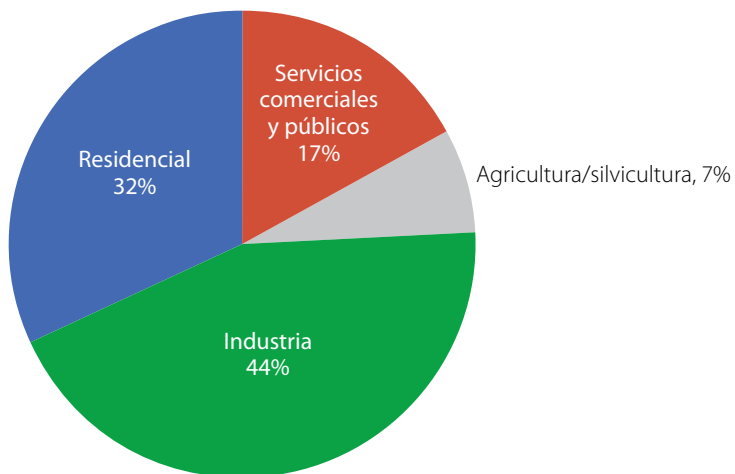


Figura 2.3

Consumo de electricidad en la República Dominicana, por sector, 2013

Fuente: CNE

© Worldwatch Institute

Se pueden lograr mejoras significativas de la eficiencia en otros sectores y áreas clave de la economía dominicana. La generación de electricidad muestra bajos niveles de eficiencia debido que los equipos son anticuados, como también lo es la red de transmisión y distribución. Estas pérdidas se ven agravadas por la elevada incidencia de robo de electricidad a nivel residencial y comercial. Tanto el sector residencial como el sector hotelero tienen un alto consumo de electricidad debido a una iluminación ineficiente y a la necesidad de aire acondicionado y/o equipos de climatización. El sector de los servicios públicos es otro gran consumidor de electricidad que puede mejorar su eficiencia mediante una mejor auditoría energética y medidas específicas para reducir el consumo energético. Por último, el sector industrial puede ganar si cambia a fuentes de electricidad más eficientes, como las plantas de ciclo combinado de gas natural licuado y una mayor proporción de la energía renovable que se puede generar en sus propias instalaciones.

2.3 Generación de electricidad

A menudo, las mejoras en la eficiencia energética son la forma más barata y más rápida de reducir los costos ambientales y económicos asociados con un sistema de energía. Las medidas de eficiencia son también un primer paso importante debido a sus efectos de composición: cuando un usuario pide una unidad menos de energía debido a las medidas de eficiencia, el sistema ahorra generalmente entre dos y tres veces más que esa unidad de energía debido a las pérdidas evitadas durante la generación, transmisión y distribución. Especialmente para la República Dominicana, donde la pérdida total del sistema eléctrico es aproximadamente de un 32%, la racionalización de los usuarios finales pueden traducirse en mayores ahorros en la generación. Como resultado, las mejoras de la eficiencia pueden amplificar los beneficios de la energía renovable mediante el aumento del impacto de la capacidad agregada de la energía renovable.

La República Dominicana tiene las más altas emisiones de CO₂ por unidad de electricidad generada de muchos países de América Latina y el Caribe.⁷ (Véase la Tabla 2.1.) La República Dominicana no solo se basa en una gran proporción de combustibles fósiles contaminantes en su matriz energética, sino que también sus plantas de combustibles fósiles son muy ineficientes, lo que exacerba el reto de las emisiones. El aumento de la eficiencia del sector energético, en términos de generación, transmisión y distribución, debe ser una prioridad de primer orden en la transición del país hacia un sistema energético sostenible.

Las eficiencias promedio de la generación de vapor a partir del fueloil y el carbón en la República Dominicana son extremadamente bajas, 26.6% y 28.0%, respectivamente.⁸ (Véase la Tabla 2.2.) El aumento de las instalaciones de diésel y gas natural de ciclo combinado, que en el país operan actualmente a unas tasas de eficiencia del 45.3% y 45.4%, respectivamente, podría reducir inmensamente los costos de combustible y las emisiones.⁹ De acuerdo con el Plan de Desarrollo Compatible con el Clima (PDCC), la sustitución de las viejas unidades de generación de electricidad con gas natural se puede realizar a un costo-neto negativo de US\$200 por tonelada de CO₂-equivalente.

2.4 Transmisión y distribución de la electricidad

La red eléctrica dominicana experimenta altos niveles de pérdidas de transmisión y distribución (32% en 2014).¹⁰ A modo de comparación local, Jamaica, la isla vecina de la República Dominicana, experimenta pérdidas combinadas de aproximadamente un 25%. En los Estados Unidos, tales pérdidas promedian

Tabla 2.1 Emisiones de CO₂ procedentes de la generación de electricidad en países seleccionados de América Latina y el Caribe, 2002, 2007 y 2011

País	2002	2007	2011
	Gigatoneladas de CO ₂ por GWh		
Argentina	0.22	0.31	0.3
Barbados	0.67	0.71	0.73
Belice	0.22	0.11	0.05
Bolivia	0.24	0.31	0.38
Brasil	0.06	0.05	0.05
Chile	0.28	0.43	0.42
Colombia	0.14	0.13	0.16
Costa Rica	0.05	0.11	0.1
Cuba	0.46	0.89	0.42
República Dominicana	0.79	0.84	0.81
El Salvador	0.34	0.27	0.16
Granada	0.53	0.54	0.55
Guatemala	0.5	0.39	0.31
Guayana	0.39	0.76	0.68
Haití	0.43	0.29	0.38
Honduras	0.33	0.39	0.35
Jamaica	0.78	0.42	0.61
México	0.57	0.41	0.41
Nicaragua	0.58	0.52	0.48
Panamá	0.21	0.3	0.36
Paraguay	0	0	0
Perú	0.14	0.18	0.26
Surinam	0.71	0.71	0.67
Trinidad y Tobago	0.68	0.65	0.62
Uruguay	0	0.09	0.17
Venezuela	0.28	0.18	0.23

Fuente: Véase la nota final 7 de este capítulo.

solo alrededor del 7% anual.¹¹ De acuerdo con la entidad reguladora de la electricidad del país, entre los factores responsables de las elevadas pérdidas técnicas se incluye el tope en las tarifas de electricidad, lo cual conduce a una inversión insuficiente en mejoras de capacidad, además de apagones.¹² El robo de la electricidad no se enfrenta adecuadamente debido a una capacidad reguladora limitada.¹³ En algunos casos, cuando las autoridades son enviadas a desconectar las conexiones ilegales, se enfrentan a amenazas y algunas veces, a la violencia física por parte de los residentes locales. Por lo tanto, ellos evitan realizar este tipo de visitas, principalmente por el temor de su seguridad personal.¹⁴

Tabla 2.2 Eficiencia de las plantas de energía por tecnología de generación en la República Dominicana

Tecnología de generación	Eficiencia térmica
	por ciento
Ciclo combinado de diésel	45.3
Ciclo combinado de gas natural	45.4
Ciclo combinado de fueloil	32.9
Turbina de vapor de carbón	28.0
Turbina de vapor de fueloil	26.6
Turbina de gas – gas natural	27.9
Turbina de gas - diésel	27.5
Motor diésel - fueloil	40.9

Fuente: Véase la nota final 8 de este capítulo.

Aproximadamente, el 12% de la electricidad de la República Dominicana se pierde debido a ineficiencias técnicas de las centrales de generación, las subestaciones y las líneas de transmisión. Estos contribuye a un déficit del sector eléctrico de aproximadamente US\$100 millones.¹⁵ El 20% restante de las pérdidas del sistema se atribuye principalmente al robo de electricidad, el cual se considera el principal obstáculo que el sector debe sortear. En general, se estima que el robo de electricidad, frecuentemente denominado “pérdidas no técnicas”, tuvo un costo para el país de US\$1,000 millones en 2014 (alrededor del 1.7% del Producto Interno Bruto nacional) a través de transferencias presupuestarias al sector eléctrico.¹⁶

Cuando los clientes no pagan sus cuentas o simplemente roban la electricidad que consumen, las compañías de distribución quedan con una deuda pendiente con las compañías generadoras. Las distribuidoras tratan de mitigar estas pérdidas comprando solamente la cantidad de electricidad que ellas estiman será cobrada (con base en sus experiencias pasadas). Cualquier deuda pendiente es transferida a su compañía matriz, la CDEEE, la cual asume la responsabilidad de pagar la deuda a los generadores de electricidad, aunque frecuentemente lo hace en un plazo de 60 a 90 días.¹⁷ Esto ocasiona que el servicio sea cada vez más deficiente, lo que a su vez exacerba una situación en la cual los ciudadanos dominicanos, cuyo ingreso mensual promedio es escasamente de 14,000 pesos dominicanos (alrededor de US\$400), no desean pagar un servicio que continuamente es malo.¹⁸

Las pérdidas de distribución y las ineficiencias de la red eléctrica dejan un margen considerable para mejorar y ampliar la red de la nación, lo que también permitiría la integración de una mayor proporción de fuentes de energía renovable intermitentes. Las pérdidas de electricidad son un importante contribuyente a la deuda significativa del sector eléctrico dominicano, que afecta la calificación crediticia de todo el país y produce costos elevados para los consumidores. Por lo tanto, el aumento de la eficiencia del sistema de transmisión y distribución de energía debe ser una prioridad importante en el futuro.

Para mejorar la eficiencia del sistema de transmisión y distribución se necesita tanto el fortalecimiento de la red para reducir las pérdidas técnicas como la implementación de medidas antirrobo para reducir las conexiones ilegales y aumentar la recaudación de pagos por los servicios de electricidad, así como para

reducir la insostenible carga crediticia del sector eléctrico. Estas medidas, así como el marco normativo y de políticas necesarias para aplicarlas se examinan en los capítulos 4 y 9 de esta Hoja de Ruta.

2.5 Las edificaciones

2.5.1 Uso de energía y emisiones de gases de efecto invernadero de las edificaciones

Las edificaciones representan una parte muy significativa del consumo de energía a nivel mundial. En la República Dominicana, esto es especialmente cierto en las ciudades grandes como Santo Domingo y Santiago. Esta sección se ocupa de las medidas generales de eficiencia de la construcción, mientras que las dos secciones siguientes abordan áreas específicas donde las medidas de eficiencia energética pueden ser adoptadas en los sectores comercial, industrial y residencial.

En un esfuerzo por entender mejor el uso de la energía en los edificios del gobierno, la CNE ha estado probando un programa de monitoreo, comenzando en su propio edificio. Además del equipo de energía solar fotovoltaica que la CNE instaló, el cual ha reducido su consumo de energía en alrededor del 5% y por lo tanto su dependencia en los combustibles fósiles, la agencia usa un sistema basado en software para tratar de detectar consumos de energía anormales. El aire acondicionado representa la mayor parte del consumo de energía del edificio (véase la Figura 2.4), y queda mucho trabajo para evaluar aún más el uso de energía de los equipos restantes, tales como ascensores y aparatos eléctricos.¹⁹ Un conocimiento a fondo de todos los aspectos del consumo de energía relacionada con las edificaciones es el primer paso de un plan de eficiencia focalizado.

El impacto de las edificaciones se hace más significativo debido a sus ciclos de vida largos. A diferencia de la mayoría de los aparatos eléctricos, las edificaciones están diseñadas para funcionar durante muchas décadas.²⁰ Los edificios energéticamente eficientes tienen ciclos estimados de renovación de 60 a 80 años, en comparación con ciclos de 30 a 40 años de los edificios convencionales, lo que presenta una oportunidad de obtener importantes ganancias de eficiencia mediante un diseño reflexivo.²¹ El desarrollo de códigos y normas de construcción influye directamente en las decisiones de diseño, que son importantes en la mejora de la eficiencia energética del país y tienen el potencial de impacto a largo plazo.

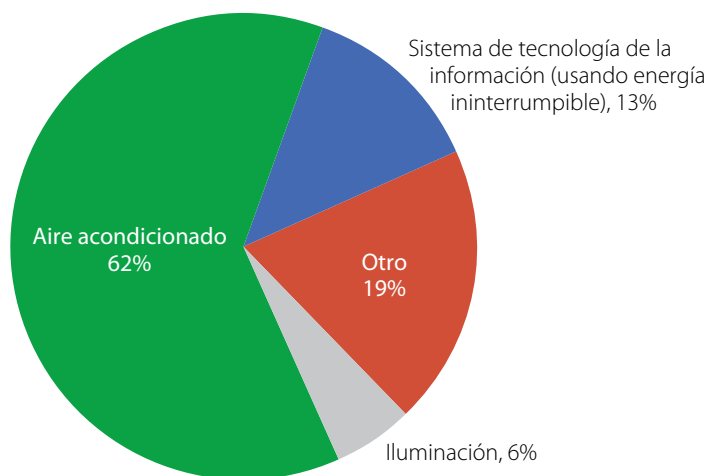


Figura 2.4

Consumo de energía en el edificio de la CNE, por uso final

Fuente: CNE

© Worldwatch Institute

Las edificaciones que se construyen hoy estarán en existencia durante los próximos 50 a 100 años; por lo tanto, las mejoras de eficiencia energética son rentables cuando se combinan con un mantenimiento continuo y trabajos de restauración.²² Como se ilustra en la Figura 2.1, las reducciones de emisiones mediante una mayor eficiencia energética en las edificaciones puede lograrse a un costo promedio de reducción negativo de US\$35 por tonelada de CO₂, reflejando ahorros de costo energético en comparación con los costos de reducción negativos netos de US\$10 por tonelada de CO₂ en el sector del transporte y costos de reducción positivos en el sector energético de US\$20 por tonelada de CO₂. Las medidas de eficiencia energética son a menudo la forma más efectiva de mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Al medir los costos y los beneficios de la eficiencia energética en las edificaciones residenciales o comerciales, los economistas utilizan un método de Costo total de propiedad (Total Cost of Ownership - TCO) que toma en cuenta las diferencias en los costos de inversión iniciales junto con los costos y beneficios a largo plazo. Aun cuando las edificaciones energéticamente eficientes requieren una inversión inicial mayor que la de las edificaciones no eficientes, la reducción de las facturas de energía, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la disminución de los impactos negativos en la salud y la mejora en la productividad del trabajador las hacen mucho más rentables a mediano y largo plazo. En los países en desarrollo, un estimado de US\$90 mil millones en inversiones para eficiencia energética podría reducir el gasto de energía en unos US\$600 mil millones.²³ La Agencia Internacional de la Energía (AIE) estima que US\$2.5 billones de inversión adicional en edificaciones ecológicas a nivel mundial entre 2010 y 2030 significarían US\$5 billones de ahorro de energía durante la vida útil de la inversión.²⁴

En el sector residencial, las mejoras en la eficiencia energética pueden ayudar a reducir la exposición a la volatilidad de los precios de la energía, aumentar los servicios energéticos y disminuir la descomposición de los alimentos, entre otros beneficios. El hogar dominicano promedio gasta una alta proporción de sus ingresos en electricidad, lo que hace resaltar la necesidad y el potencial de mejoras de la eficiencia energética. Según muchos contratistas de reparaciones de viviendas, los beneficios no financieros de las mejoras relacionadas con la eficiencia pueden tener un mayor valor para los propietarios que los beneficios puramente financieros. El aumento de la eficiencia energética puede contribuir a beneficios auxiliares así como a mayor fiabilidad y capacidad de recuperación en la red eléctrica. La eficiencia energética permite que la red suministre más servicios energéticos con la misma cantidad de energía, y como el desbordamiento de carga es una práctica común en la República Dominicana, la eficiencia energética podría ayudar a que la capacidad actualmente instalada llegue a más personas.

Además, las mejoras relacionadas con la eficiencia en edificios comerciales pueden aumentar la productividad de los trabajadores, directa o indirectamente, mediante la reducción de las licencias por enfermedad. Una mayor calidad del aire interior en sí puede aumentar la productividad del trabajador hasta en un 5%.²⁵

2.5.2 Códigos de construcción de la República Dominicana

La República Dominicana aprobó el primer código de construcción, la *Ley N.º 142*, en 1931 a partir del devastador huracán San Zenón, en 1930.²⁶ En 1944, esta ley fue abolida y reemplazada por la *Ley N.º 675, sobre Urbanización y Ornato Público*. La nueva Ley establecía los requisitos estructurales mínimos relacionados con las características arquitectónicas y estructurales de una edificación. También versaba sobre dos asuntos principales: los requisitos de los Ayuntamientos y el Distrito Nacional y los requisitos

técnicos de la construcción de edificaciones, que era la responsabilidad de la Secretaría Nacional de Obras Públicas y Comunicaciones.

En 1982, fue aprobada la *Ley N.º. 687, Sistema de Reglamentación de la Ingeniería, Arquitectura y Ramas Afines*.²⁷ Esta nueva ley establecía un mecanismo de reglamentos técnicos, manteniendo los requisitos de desarrollo y ornato público descritos en la *Ley N.º. 142*.

En 2004, la República Dominicana aprobó una estrategia para la eficiencia energética, describiendo los objetivos a corto plazo (de 1 a 18 meses), a mediano plazo (de 18 meses a 5 años) y a largo plazo (de 5 años en adelante).²⁸ En cuanto a las edificaciones, el documento de estrategia establece que:

Las edificaciones en la República Dominicana deberían comenzar a cumplir con reglamentos internacionales para la eficiencia en países con climas similares, y una institución de implementación debe garantizar que los urbanizadores cumplan con los códigos. La Comisión Nacional de Energía debe explorar los costos necesarios para crear y manejar esos códigos y considerarlos contra sus ahorros esperados y otros beneficios. Esos análisis deben considerar la disponibilidad de mejores materiales de construcción, medidas para mejorar la envolvente, equipo y aparatos de oficina y la experiencia local en el diseño y la construcción mejorada de edificios. La capacidad/educación debe ser proporcionada por arquitectos, ingenieros y empresas constructoras, así como por los departamentos gubernamentales cuya tarea es la de administrar e implementar esas medidas.²⁹

En 2006, la *Ley N.º. 687* fue sustituida por el código *Reglamentos Generales de Construcción*. El Código, que comprende nueve áreas (véase el Recuadro 1), establece los requisitos mínimos de cumplimiento de cualquier edificación de carácter temporal o permanente, público o privado, que se construya en el país.³⁰ Abarca todo el ciclo de la creación de una edificación, desde la expedición de la licencia, incluyendo el diseño, hasta la construcción, supervisión e inspección de las obras de construcción con el fin de garantizar su calidad y la protección de sus usuarios. Los proyectos de arquitectura y construcción están regulados por la Dirección General de Reglamentos y Sistemas (DGRS), que es responsable del desarrollo de los códigos de construcción y supervisión de su aplicación. La “Tramitación de Planos” de la DGRS es responsable de la revisión de los planes de acuerdo con las normas establecidas, mientras que la “Supervisión de Obras” se asegura de que la construcción real se ajusta a los planos que la DGRS aprobó.

La unidad R-021 del código (*Requisitos para aplicar el código de construcción general y la tramitación de los planos de construcción*), en el artículo 1.7.1, define los requisitos básicos de la edificación: “Los edificios deberán proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de forma que garantice la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, mediante el cumplimiento de las normas de este código y los requisitos mínimos en cuanto a funcionalidad (...), seguridad (...) y habitabilidad (...)”.³¹ Sin embargo, hay ninguna mención de normas mínimas de eficiencia energética.

2.5.3 La envolvente de la edificación

La envolvente de la edificación se refiere a la separación física entre el ambiente interior y el exterior de una edificación, incluyendo las paredes, los pisos, los techos, las ventanas y las puertas.³² Se trata de la herramienta principal para mantener el calor en el interior o para evitar que entre al edificio.

Recuadro 1. Código del reglamento general de edificaciones de la República Dominicana

Las nueve unidades del código de construcción son:

1. Requerimientos generales
2. Reglamentos arquitectónicos
3. Sistemas de seguridad contra incendios
4. Informes geotécnicos
5. Estructura
 - a. Cargas mínimas
 - b. Hormigón armado
 - c. Albañilería
 - d. Madera
 - e. Acero
 - f. Estructuras especiales
 - g. Evaluación de la vulnerabilidad y el rediseño
6. Instalaciones eléctricas en edificaciones
7. Sistemas sanitarios
8. Sistemas mecánicos
 - a. Ventilación
 - b. Enfriamiento
 - c. Gas licuado de petróleo
9. Especificaciones para la construcción

Fuente: Véase la nota final 30 de este capítulo.

El clima tropical de la República Dominicana genera una alta demanda de energía para refrescar los edificios. Las mejoras en el acristalamiento, el aislamiento, y en el sistema de ventilación pueden reducir de forma significativa las necesidades de energía para enfriamiento. La radiación solar, en función de la penetración de la luz solar en el edificio, aumentará la necesidad de enfriamiento. Los incrementos de calor, generados por personas y aparatos eléctricos en los edificios, también aumentan la necesidad de enfriamiento.³³

No obstante, para asegurar un alto nivel de rendimiento durante la vida de un edificio, hay que tener en cuenta no solo el diseño, sino también la operación. A medida que las edificaciones envejecen, también lo hace la eficiencia de sus sistemas eléctricos y mecánicos. Los requisitos de mantenimiento estipulados por las normas y los códigos pueden jugar un rol importante para garantizar que están diseñados para ser eficientes y seguir funcionando con eficiencia.

Los códigos de construcción establecidos, como el Código Internacional de la Conservación de Energía (International Energy Conservation Code - IECC), proporcionan un excelente fundamento para elaborar reglamentos y normas, pero también es importante evaluar las condiciones que son específicas para la región en la que se implementan. Es igualmente importante establecer un régimen normativo que exija el cumplimiento de un código de construcción.

El principal indicador utilizado para evaluar la eficiencia de la envolvente de la edificación en el mantenimiento de un ambiente interior confortable es el coeficiente de transferencia de calor global, conocido como transmitancia térmica o valor-U. El valor-U indica la capacidad de conducción de calor

de un material o de un grupo de materiales, y se expresa en W/m^2K o en BTU/hft^2F .* Un valor-U bajo indica que los materiales de construcción conservan energía de forma efectiva, limitando la transferencia de calor dentro y fuera del edificio. La orientación del edificio también influye en el valor-U al influir en qué tanto el sol calienta la envolvente de la edificación y el interior.³⁴

Los valores-U bajos ayudan a mantener las edificaciones cálidas en invierno y frescas en verano, y pueden reducir la demanda de enfriamiento hasta en un 75%. Los valores-U bajos indican buen aislamiento de los edificios, lo que significa que se necesita menos consumo de energía para mantener las edificaciones a una temperatura confortable. El impacto de los valores-U bajos es especialmente relevante en los techos, reduciendo los incrementos de calor debido a la gran cantidad de energía solar que llega al el techo y en las paredes con masa térmica baja.³⁵ (Véase el Recuadro 2 sobre los techos fríos.)

La reducción de las corrientes de aire mediante la continuidad del aislamiento y sellando correctamente las juntas de puertas y ventanas mejora la eficiencia global de la edificación. Las corrientes de aire se pueden identificar mediante el uso de imágenes térmicas, aunque este proceso puede ser costoso, dependiendo del tamaño del edificio bajo estudio. Para lograr imágenes térmicas precisas también se necesitan diferencias grandes entre las temperaturas interiores y exteriores. Este es un proceso importante a experimentar para los edificios que utilizan aire acondicionado.

Las mejoras en la eficiencia de la envolvente de la edificación tienen el mayor potencial para ahorrar energía en los sectores comercial y de servicios públicos, pero también hay un potencial significativo para incrementos en la eficiencia en los sectores residencial e industrial.

2.5.4 Aire acondicionado

Aunque muchas casas en la República Dominicana no tienen sistemas de aire acondicionado, estos representan la mitad del consumo de electricidad en el sector residencial del país. La sustitución de sistemas de aire acondicionado por unidades más eficientes puede ahorrar hasta el 30% de los costos energéticos gastados en enfriamiento.³⁶ Los abanicos de ventilación también contribuyen enormemente en los ahorros energéticos; los abanicos de ventilación eficientes usan hasta un 60% menos de energía que los estándares.³⁷

La eficiencia de sistemas de aire acondicionado será aún más importante en el futuro, a medida que más hogares podrán permitirse esos sistemas. Para los edificios más grandes en los sectores comerciales y públicos, la medición de eficiencia de los sistemas de ventilación mecánica y la implementación de sistemas de alta eficiencia podrían conducir a un importante ahorro energético para la República Dominicana.³⁸ (Véase el Recuadro 3.)

La eficiencia del aire acondicionado se volverá aún más importante en el futuro, a medida que más hogares podrán permitirse tener sistemas de aire acondicionado. La implementación de sistemas de aire acondicionado de mayor eficiencia podría producir un importante ahorro energético en las edificaciones más grandes de los sectores comercial y público.

* Vatios por metro cuadrado por grados Kelvin; unidades térmicas británicas por hora por grados Fahrenheit por pie cuadrado

Recuadro 2. Techos fríos

Los techos fríos son una herramienta eficaz y de bajo costo a través de los cuales se puede aumentar la eficiencia de las edificaciones en el clima del Caribe. Un techo frío es un techo que refleja la luz y emite calor de manera más eficiente que los techos tradicionales. Los techos oscuros en climas cálidos pueden sobrepasar los 65.6° C, mientras que los techos fríos pueden ayudar a reducir la temperatura del techo hasta 10° C. Los techos fríos son más efectivos y económicos en climas que se mantienen calientes todo el año. Por lo tanto, el Caribe es un lugar ideal para poner en práctica las políticas de techos fríos. Dividir un país en zonas climáticas y combinar esas zonas con los materiales y especificaciones de colores ideales para el techo puede ayudar a los constructores a materializar grandes ahorros de energía.

Las dos medidas utilizadas para evaluar un techo frío son la reflectancia solar y la emitancia térmica. La reflectancia solar, o la capacidad de un techo para reflejar la luz del sol, se miden en una escala del 0 al 1; mientras más reflexiva es la superficie, mayor es su puntuación. Por ejemplo, si un techo refleja el 60% de la luz solar entrante, su reflectancia solar es de 0.6. Los techos de color oscuro por lo general tienen una reflectancia solar entre 0.05 y 0.2, mientras que los techos de colores más claros están en un rango de 0.55 y 0.9. Mientras más luz solar refleja un techo, menos calor absorbe (y el edificio). Por tanto, los techos de colores más claros ayudan a refrescar los techos y los espacios de la edificación.

La emitancia térmica mide la efectividad en que un espacio emite la radiación térmica. También se mide en una escala del 0 al 1, y si un material puede emitir perfectamente la totalidad de su radiación térmica, tiene una radiación térmica de 1. La mayoría de las superficies no metálicas tienen una emitancia térmica entre 0.8 y 0.95. Cuanto más alta sea la emitancia térmica de un techo, más fresco será el espacio del edificio, ya que el calor escapará más fácilmente a través del techo.

En general, el Índice de reflectancia solar (Solar Reflectance Index - SRI) se usa para medir la frescura de un techo. Se calcula mediante la combinación de la reflectancia solar y la emitancia térmica de un techo, y su escala es de 0 a 100. Cuanto mayor sea el SRI de un techo, más fresco será. Los techos de colores oscuros suelen tener un SRI de menos de 20. El Consejo de la Construcción Ecológica de Estados Unidos (U.S. Green Building Council - USGBC) define un techo frío como un techo de pendiente baja, con un SRI de por lo menos 78, y un techo de pendiente alta con un SRI de 29, como mínimo.

Los techos fríos representan muchos beneficios directos. Pueden reducir la demanda de aire acondicionado, y como consecuencia, reducir el monto de las facturas de electricidad. En los edificios que no tienen aire acondicionado, pueden hacer que el clima interior sea más fresco y más confortable. Además, los techos fríos pueden extender la vida de un techo, ya que se mantienen a temperaturas más frías.

Los techos fríos también aportan muchos beneficios indirectos. Reducen las temperaturas locales al reflejar más radiación solar directamente a la atmósfera. Dado que reducen las necesidades de aire acondicionado, los techos fríos también pueden reducir la demanda de energía y dar lugar a reducción de la carga, con lo que también disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero y de partículas.

En los Estados Unidos, las normas de los techos fríos se han implementado a nivel local. El estado de California ha hecho que sea obligatoria la instalación de techos fríos en la mayoría de las edificaciones nuevas, así como en los casos de modificación de techos y en las edificaciones que son ampliadas. El código de construcción de la ciudad de Nueva York requiere que el 75% del área del techo de todas las edificaciones nuevas con techos planos o de baja inclinación sea blanca o que cumpla con los requisitos de EnergyStar. Del mismo modo, las mejoras implementadas con el programa CoolRoofs de la ciudad reducen la temperatura interna de las edificaciones hasta en un 30% y se desplaza 1 tonelada de emisiones de CO₂ por cada 1,000 pies cuadrados de espacio de techos cubiertos, aunque esto afecta principalmente a la última planta de un edificio.

Fuente: Véase la nota final 35 de este capítulo.

Recuadro 3. Sistemas de ventilación de edificaciones y el coeficiente de rendimiento

La ventilación de una edificación es necesaria para una calidad saludable del aire interior. Hay tres tipos principales de ventilación:

- **La ventilación natural** suministra y elimina el aire hacia y desde un espacio interior sin necesidad de usar sistemas mecánicos. El aire fluye a través de la edificación de forma natural como resultado de diferencias de presión o temperatura entre el interior y el exterior de la edificación.
- **La ventilación mecánica** utiliza ductos y ventiladores para hacer circular el aire a través del edificio. Se pueden cambiar las tasas de flujo de aire ajustando los extractores.
- **La ventilación mixta**, también llamada ventilación híbrida, utiliza tanto la ventilación mecánica como la natural. Los sistemas mecánicos son utilizados cuando la ventilación natural no garantiza un flujo de aire adecuado o cuando la ventilación natural no se puede regular debido a las condiciones climáticas (por ejemplo, altas velocidades del viento).

El Coeficiente de rendimiento (Coefficient of Performance - CoP) mide la eficiencia de los sistemas de ventilación mecánica tomando la relación entre la entrada y la salida de energía:

$COP = E_u / E_a$, donde E_u es la energía útil adquirida y E_a es la energía aplicada.

Un CoP superior corresponde a un sistema de ventilación energéticamente más eficiente, lo que significa que consume menos energía para suministrar el mismo nivel de ventilación. La medición del CoP para edificaciones grandes del sector comercial y público podría ayudar a conservar la energía en la República Dominicana.

Fuente: Véase la nota final 38 de este capítulo.

2.5.5 La iluminación

La iluminación es uno de los mayores consumidores de electricidad en el sector residencial de la República Dominicana y tiene un gran potencial de aumentar su eficiencia. Según un estudio realizado por la Comisión Nacional de Energía (CNE), la aplicación de medidas estrictas de eficiencia energética en la iluminación podrían ahorrarle al país un estimado de 848 megavatios-hora (MWh) de electricidad y 540,000 toneladas de emisiones de CO₂ al año.³⁹ Hay dos enfoques principales para maximizar la eficiencia en la iluminación: 1) enfocarse en las comunidades que aún utilizan bombillas incandescentes y sustituirlas por lámparas compactas fluorescentes (compact fluorescent lamps - CFL) o diodos emisores de luz (light-emitting diodes - LED), que son más eficientes (véase el Recuadro 4), y 2) minimizar la necesidad de iluminación artificial valiéndose del diseño de las edificaciones y los espacios para optimizar la luz natural.⁴⁰

Enfocarse en la iluminación es fundamental, ya que es una de las opciones de más bajo costo para reducir el uso de energía en la República Dominicana. En las comunidades rurales, las instalaciones de CFL y LED y la modernización de la iluminación pública han demostrado ser una de las soluciones de reducción de energía más rentables.⁴¹ El Plan de Desarrollo Compatible con el Clima (PDCC) concluyó que el cambio de las bombillas incandescentes a LED en los sectores comercial y residencial se puede lograr a un costo neto negativo equivalente de aproximadamente US\$200 por toneladas de CO₂.⁴² Los incrementos en la eficiencia energética a través de medidas de iluminación son también vitales y factibles en los sectores industrial, comercial y de servicios públicos.

Depender de la luz natural, la segunda manera de maximizar la eficiencia de la iluminación, podría ser un arma de doble filo, ya que el aumento de la luz natural puede provocar un sobrecalentamiento en el

Recuadro 4. Opciones de iluminación para la República Dominicana

Hay varios tipos de bombillas con distintos niveles de eficiencia. Estas incluyen:

- **Las bombillas incandescentes**, que producen luz al calentar un filamento de alambre a una temperatura lo suficientemente alta para hacerlo brillar. Las bombillas incandescentes son ampliamente usadas en edificaciones residenciales y comerciales, pero se están sustituyendo cada vez más a favor de una iluminación energéticamente más eficiente. Las bombillas incandescentes son relativamente ineficientes, ya que aproximadamente el 90% de la energía que consumen se pierde a través del calor residual y solo una pequeña cantidad es realmente utilizada para producir luz visible.
- **Las lámparas fluorescentes compactas** (compact fluorescent light - CFL), que tienen un tubo lleno de gas que genera luz al ser ionizada por una descarga eléctrica. Las CFL consumen menos energía que las bombillas incandescentes para producir la misma cantidad de luz. Una lámpara fluorescente compacta que consume energía a razón de 15 vatios (W) produce tanta luz como una bombilla incandescente que consume 60W. La intensidad de la luz producida por las bombillas CFL es proporcional al tamaño del tubo.
- **Diodos emisores de luz** (light-emitting diodes - LED), que funcionan moviendo electrones para liberar energía en forma de fotones. Los LED son más eficientes que las bombillas incandescentes, ya que un LED de 10W es equivalente a una bombilla incandescente de 60W, y se están utilizando cada vez más para la iluminación interior. A diferencia de las lámparas fluorescentes compactas, la eficiencia de los LED no depende de la forma o el tamaño de la bombilla.

Fuente: Véase la nota final 40 de este capítulo.

interior del edificio. Los dispositivos de sombra, o “persianas de tablillas”, en un ángulo que permita entrar la luz mientras aíslan la luz directa del sol, pueden mitigar este posible problema.⁴³ En algunos sistemas modernos, el ángulo puede ser modificado mecánicamente para dejar entrar más luz, dependiendo de las condiciones meteorológicas y la hora del día.

Los diferentes espacios tienen sus propias necesidades de iluminación, por lo que es importante evaluar las diversas necesidades de los espacios residenciales, comerciales y laborales. La Administración de Seguridad y Salud Laboral de los EE. UU. (Occupational Safety and Health Administration - OSHA) ha establecido estándares para los requisitos mínimos de iluminación para diferentes espacios.⁴⁴ (Véase la Tabla 2.3.)

Los fotosensores, también conocidos como sensores infrarrojos, son una herramienta de fácil acceso que se puede utilizar para mejorar el ahorro de energía de un sistema de iluminación ya que apagan automáticamente las luces cuando un espacio de la edificación está desocupado. Los fotosensores detectan la presencia o ausencia de un ocupante de la edificación mediante el uso de un transmisor de luz y un receptor fotoeléctrico. Los fotosensores se pueden considerar un exceso en la mayoría de edificios residenciales, pero que pueden ahorrar enormes cantidades de energía en los edificios más grandes y más frecuentados, como en el sector comercial y público.

Aunque una transición a partir de las bombillas incandescentes ahorraría energía y costos para la República Dominicana, también es importante tener en cuenta la eliminación adecuada de los residuos de las lámparas CFL. Estas lámparas tienen que ser eliminadas de forma responsable debido a su contenido de mercurio, y debe tenerse en cuenta cualquier programa para promover el uso de lámparas fluorescentes compactas. También hay un proceso formal para manejar la eliminación de los componentes electrónicos, que contribuye de manera similar a la degradación del medio ambiente, y tanto la eliminación de los

Tabla 2.3. Normas de la OSHA para las necesidades de iluminación de espacios en las edificaciones

Tipología del espacio	Requisito de iluminación mínimo
Espacio escolar	45 velas/484.4 lux
Espacio de oficina	30 velas/322.9 lux
Residencial: Comedor	10 velas/107.6 lux
Cocina	20 velas/215.3 lux

Nota: Una vela es una unidad de iluminación equivalente a la iluminación producida por una vela a una distancia de un pie. Un lux es el mismo nivel de iluminación producido a una distancia de un metro.

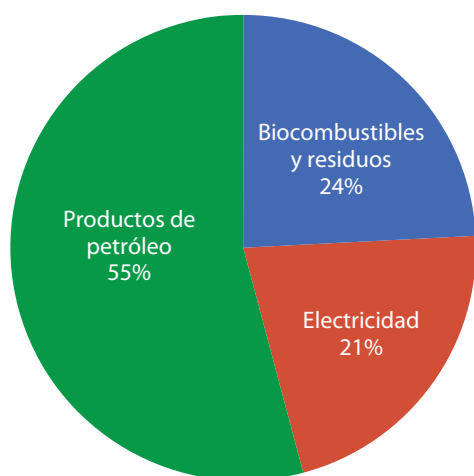
Fuente: Véase la nota final 44 de este capítulo.

componentes electrónicos como de las CFL debe ser una prioridad para los programas y la legislación de eficiencia energética.

Por cada 3 vatios de iluminación evitados, existe un ahorro de 1 vatio para las necesidades de enfriamiento. Puesto que las reducciones de la iluminación pueden disminuir las necesidades de energía de enfriamiento en un 30 a 40% adicional, esto debe tenerse en cuenta al evaluar también los sectores comercial e industrial.⁴⁶

2.6 Sector residencial

El sector residencial representa aproximadamente un tercio del consumo de energía y el 42% del consumo de electricidad en la República Dominicana, por lo que es un sector de alta prioridad para las medidas de eficiencia.⁴⁷ Sin embargo, aunque el sector consume gran parte de la energía del país, la electricidad representa solo el 21% del consumo de energía residencial.⁴⁸ (Véase la Figura 2.5.) Una mejor comprensión de cómo los hogares consumen energía en la República Dominicana puede ayudar a maximizar el impacto de los esfuerzos de eficiencia energética en el sector.

**Figura 2.5**

Uso residencial de energía en la República Dominicana, por procedencia, 2011

Fuente: IEA
© Worldwatch Institute

El consumo de energía en el sector residencial de la República Dominicana varía de forma clara entre los hogares rurales y los urbanos. En 2001, los hogares urbanos constituían el 46% del sector y los rurales representaban el 53%.⁴⁹ El gas licuado de petróleo (GLP), el carbón vegetal y la electricidad suministran aproximadamente el 94% de la energía en el sector y se utilizan sobre todo para sustentar la cocina y la ventilación en los hogares (aunque el balance de uso varía dependiendo de la ubicación y el ingreso familiar). En los hogares urbanos, el GLP y la electricidad representan casi el 90% del suministro de energía, mientras que en los hogares rurales, la leña y el carbón vegetal representan aproximadamente el 63% del suministro y la electricidad constituye solo una pequeña parte.⁵⁰

Otro factor que influye en el consumo de energía es el ingreso familiar. El nivel de ingresos determina qué fuente de energía se utiliza de manera más prominente y con qué propósito. El ejemplo más notable es el uso de la electricidad: los hogares de mayores ingresos tienen una mayor demanda de iluminación, refrigeración y, en especial, de enfriamiento y, por lo tanto, de electricidad. La electricidad representa el 47.3% del consumo de energía en los hogares urbanos, más de la mitad de lo que se utiliza en la climatización y la ventilación.⁵¹ Una comparación del uso de la electricidad en los diferentes niveles de ingresos muestra una correlación directa entre los dos.⁵² (Véase la Tabla 2.4.)

Tabla 2.4. Proporción del consumo de energía eléctrica por nivel de ingresos

Nivel de ingresos	Proporción del consumo de energía eléctrica
Ingresos altos	70.4%
Ingresos medios	50.4%
Ingresos bajos	27.0%

Fuente: Véase la nota final 52 de este capítulo.

La gran cantidad de energía consumida en la cocina y en los aires acondicionados sugiere la oportunidad de darse cuenta de los incrementos significativos de la eficiencia. Los requisitos para el desempeño de los electrodomésticos podrían reducir considerablemente el consumo de energía para cocinar y otros usos finales, como el de la refrigeración. En el subsector urbano, el enfriamiento es un consumidor importante de energía. Los códigos de construcción relacionados con la envolvente de la edificación y los sistemas mecánicos de las edificaciones ofrecen una gran oportunidad de cumplir las necesidades de enfriamiento de la República Dominicana de manera más eficiente. La Figura 2.6 muestra el desglose del consumo de electricidad en el sector residencial.⁵³

2.6.1 Etiquetado de eficiencia y normas para aparatos eléctricos

Los aparatos eléctricos tienen un impacto importante en el consumo de energía de un edificio, y los más eficientes pueden reducir de forma drástica el consumo energético de las edificaciones. En la UE, las calificaciones energéticas para la eficiencia de los aparatos están disponibles para los aparatos domésticos y comerciales, y van desde la A a la G, siendo A la más eficiente.⁵⁴ Los altos niveles de eficiencia A+ y A++ también están disponibles para ciertos aparatos. Aunque la etiqueta de clasificación varía ligeramente dependiendo del tipo de aparato, los principales criterios evaluados son el consumo de energía (kWh), el volumen (litros) y el nivel de ruido (decibelios). De modo similar, los estándares de eficiencia premium

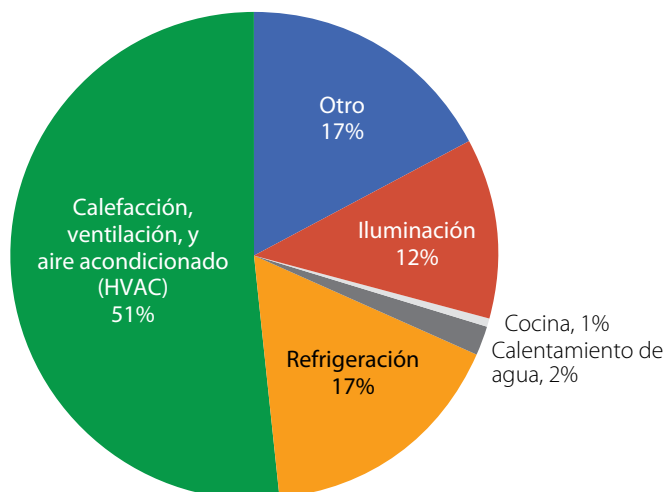


Figura 2.6

Consumo de electricidad residencial en la República Dominicana, por uso final, en 2004

Fuente: IDEE/FB-CNE
© Worldwatch Institute

conocidos como IE3, están generalmente dirigidos a los motores y las bombas, y deberían ser efectivos para la reducción del consumo de energía de los generadores de respaldo, el aire acondicionado y los sistemas para remoción de aguas.

Además de incluir etiquetas de información sobre la eficiencia, algunos países tienen programas que les proporcionan a los consumidores incentivos financieros por comprar o cambiar electrodomésticos de alta eficiencia, como es el caso del programa Energy Star de los EE. UU. El etiquetado de eficiencia se puede aplicar en todos los sectores de consumo de energía.

Un estudio de eficiencia energética de la CNE concluyó que un programa eficaz de etiquetado en la República Dominicana podría suponer un ahorro de aproximadamente 350 MWh de electricidad y 222,000 toneladas de emisiones de CO₂ al año.⁵⁵ Y el PDCC muestra que el cambio a electrodomésticos más eficientes en el sector residencial se puede lograr a un costo neto negativo de aproximadamente US\$180 por tonelada de CO₂-equivalente. Sin embargo, uno de los mayores retos de un programa de etiquetado energético en el país es la creación de un sistema de etiquetado uniforme. La República Dominicana ha pasado su primera prueba con dicho sistema, NORDOM 655, pero es demasiado pronto para medir su efectividad.⁵⁶ Debido a que los consumidores tienen diferentes niveles de educación, los expertos creen que un sistema de código de colores puede ser más efectivo para llegar a una audiencia amplia que el etiquetado escrito tradicional.⁵⁷ Cualquier programa debe asegurar que los parámetros de la etiqueta sean bien investigados y se comuniquen de forma efectiva.

2.7 Sector comercial

En el sector comercial, que incluye las edificaciones gubernamentales y de servicio público, la electricidad juega un rol considerablemente mayor. El sector representó el 9.6% del consumo de electricidad en la República Dominicana en 2009.⁵⁸ Más del 75% de la energía consumida en el sector comercial fue en electricidad, sobre todo para iluminación, aire acondicionado y aparatos eléctricos.⁵⁹ Entender el equilibrio de las fuentes de energía y sus usos finales es vital para encargarse de la eficiencia energética en los códigos de construcción.

2.7.1 Hoteles

Los hoteles son el tipo de consumidor de energía más importante en el sector comercial, representando aproximadamente el 43% del uso de energía.⁶⁰ Las industrias hotelera y turística de la República Dominicana tienen un alto consumo energético debido, principalmente, a la demanda de aire acondicionado e iluminación y de calentamiento de agua.⁶¹ (Véase la Figura 2.7.) En general, la electricidad representa un estimado de hasta un 40% de los gastos de los hoteles con menos de 300 habitaciones, o el equivalente al 0.2% del PIB del país.⁶² A pesar de los altos costos de la energía de la industria turística, los hoteles han sido lentos para introducir medidas de eficiencia en sus planes a largo plazo.

Una evaluación de 2012 de los hoteles en todo el Caribe mostró que la adopción de medidas de eficiencia energética en aire acondicionado, iluminación y otros usos finales podría ahorrar el 34.4% de los costos de electricidad.⁶³ En la República Dominicana, esto significa que los hoteles pueden ahorrar hasta un 13.7% de sus costos totales mediante la adopción de medidas de eficiencia energética.

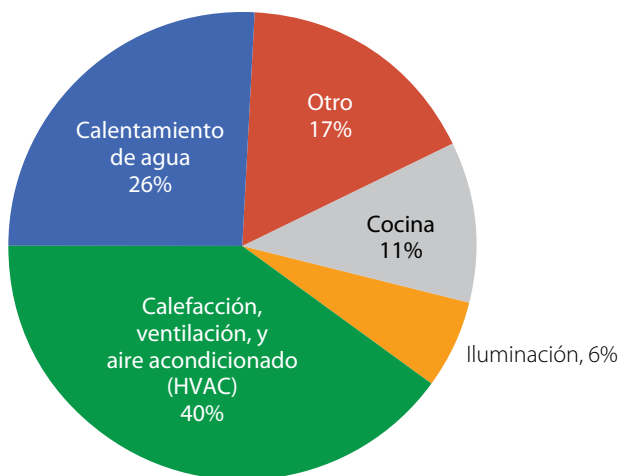


Figura 2.7

Consumo de energía en los hoteles dominicanos, por uso final, 2004

Fuente: CNE
© Worldwatch Institute

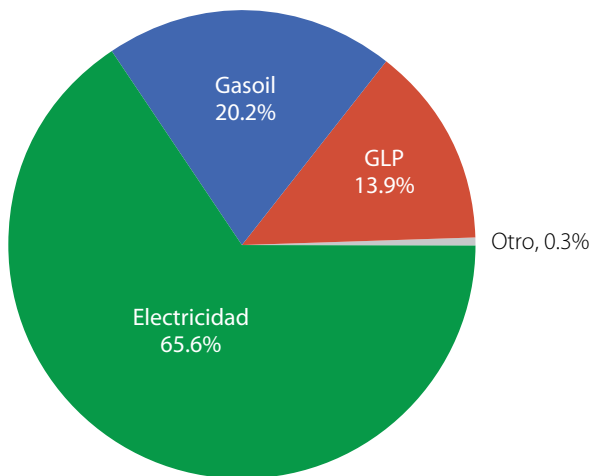


Figura 2.8

Consumo de energía en los hoteles dominicanos, por fuente de combustible, 2004

Fuente: CNE
© Worldwatch Institute

Más de un cuarto de las habitaciones de hotel del Caribe se encuentran en la República Dominicana; el país tiene la mayoría de hoteles y el mayor tamaño promedio de hoteles de la región.⁶⁴ En consecuencia, la adopción de medidas de eficiencia energética en los hoteles dominicanos es importante para que la región pueda mitigar sus emisiones de gases de efecto invernadero de manera significativa. Los hoteles dominicanos consumen 1,161 GWh de electricidad al año (véase la Figura 2.8), y las medidas de eficiencia energética tienen el potencial de ahorrar 279 GWh de electricidad y 237,600 toneladas de CO₂ al año.⁶⁵

Lograr estos objetivos requerirá una inversión estimada de US\$44.7 millones, lo que produciría un ahorro de costo energético estimado de US\$27.9 millones al año.⁶⁶ La Tabla 2.5 muestra el potencial de eficiencia energética para los hoteles de toda la región del Caribe, incluyendo los plazos de recuperación de la tecnología específicos.⁶⁷ Como puede verse, el aire acondicionado, la iluminación, los controles de eficiencia y los calentadores de agua solares tienen un alto potencial de ahorro y plazos de recuperación relativamente cortos.

Tabla 2.5. Ahorros de las medidas de eficiencia energética en los hoteles del Caribe

Equipo	Ahorro de electricidad	Costo ahorrado	Inversiones	Plazo de recuperación
	GWh	US\$ millones	US\$ millones	años
Aire acondicionado	340	105	185	1.8
Iluminación	83	24	18	0.7
Controles de eficiencia	76	24	41	1.7
Calentador de agua solar	47	8	9	1.1
Solar fotovoltaica	36	10	39	3.8
Pantalla solar para ventanas	35	9	19	2.0
Bomba de piscina	19	5	3	0.6
Bomba	8	2	1	0.5
Extractor de aire	3	1	1	1.5

Fuente: Véase la nota final 67 de este capítulo.

2.7.2 Edificios gubernamentales

Otro subsector comercial a tomar en cuenta son los edificios del gobierno, que dependen de la electricidad para la mayor parte de sus necesidades de energía, y que en 2001 representaron solo el 6.5% del consumo total de electricidad de la República Dominicana.⁶⁸ Yendo más allá de su propio edificio, la CNE inició un programa de realización de auditorías energéticas en otros edificios gubernamentales. En una auditoría de 2011 de la compañía Seguro Nacional de Salud (SeNaSa), la CNE determinó que el 72% del consumo de electricidad fue en aire acondicionado.⁶⁹ Esta es la misma proporción en los edificios gubernamentales en general e indica una gran oportunidad para medidas selectivas de eficiencia energética.⁷⁰ (Véase la Figura 2.9.)

A media que las auditorías energéticas siguen en edificios gubernamentales, el gobierno ha comenzado a probar un sistema de monitoreo de energía basado en software. Este programa monitorea el desempeño

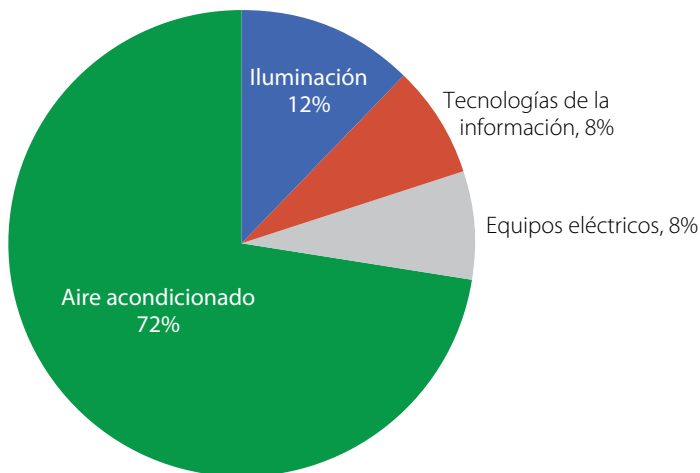


Figura 2.9

Consumo de electricidad en edificios gubernamentales, por uso final, 2004

Fuente: CNE
© Worldwatch Institute

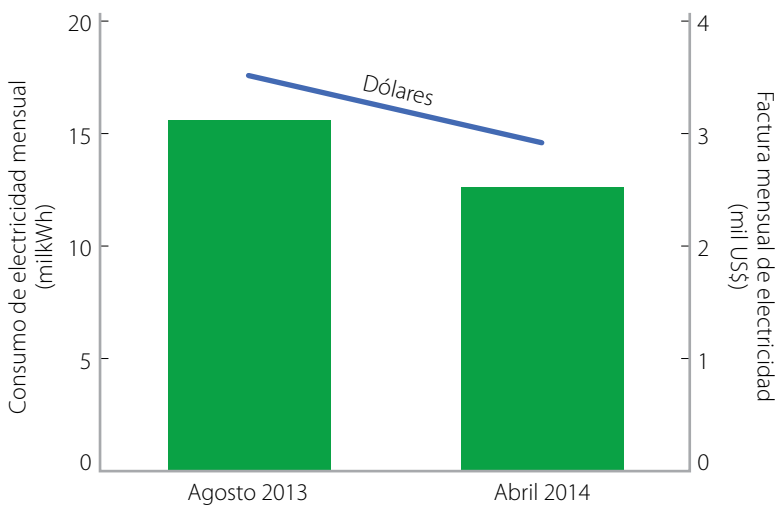


Figura 2.10

Reducción del consumo eléctrico en la CNE después de instalar el sistema de monitoreo

Fuente: CNE
© Worldwatch Institute

de los circuitos y aparatos eléctricos y hace que los datos sean rastreables a través de una interfaz web. Al implementar el programa en su propio edificio, la CNE pudo reducir su consumo energético en un 20% entre agosto de 2013 y abril de 2014.⁷¹ (Véase la Figura 2.10.)

Históricamente, las auditorías de eficiencia energética en la República Dominicana ha dependido de personas para rastrear y reportar los datos, pero los programas se olvidaron rápidamente y no se les dio seguimiento “desde arriba”, lo que produjo un éxito marginal. Se espera que los programas como este faciliten la recopilación de datos y la implementación y observación de las medidas de eficiencia. El programa seguirá siendo utilizado en edificios gubernamentales y el plan es entonces extender su uso en las PYME y hoteles.⁷²

2.7.3 Restaurantes

La industria de los restaurantes también depende en gran medida de la electricidad, que representa el 58.7% del consumo energético del sector. La refrigeración representa el 25% de este consumo, la climatización, el 9%, el calentamiento de agua, el 7% y la iluminación solo el 1% (entre otros usos).⁷³ A

diferencia del sector residencial, la mayoría de los restaurantes cubren sus necesidades de energía para cocción a través del uso de la electricidad y el GLP, que en conjunto representaron el 98.7% de la energía utilizada en los restaurantes.⁷⁴

2.7.4 Resumen

Aunque el sector comercial representa una parte menor del uso total de energía que el sector residencial, los beneficios potenciales de las mejoras de la eficiencia son significativos. Los códigos de construcción también pueden tener un impacto importante en el sector comercial, dada la dependencia de las edificaciones comerciales en la electricidad para usos finales como la ventilación y la iluminación. A diferencia del sector residencial, que es fragmentado, la prominencia del uso de la electricidad en el sector comercial significa que el impacto de las regulaciones de eficiencia energética será más fácil de gestionar y regular. También abre la puerta para que la energía renovable se convierta en un colaborador más viable.

2.8 Sector industrial

La industria representa el 44% del consumo de electricidad en la República Dominicana.⁷⁵ El país cuenta con una red de zonas de libre comercio (conocidas localmente como zonas francas) que albergan varias empresas, incluyendo la producción de ropa y calzado, ensamblaje de dispositivos médicos, y un poco de diseño y fabricación de equipos de energía. En una nota promisorio, la economía dominicana ha duplicado la eficiencia en la última década.⁷⁶ En 2008, el sector industrial consumió 0.21 tep por cada US\$1,000 de producción económica, un nivel de intensidad de energía 40% menor que el promedio mundial de 0.35 tep por cada US\$1,000.⁷⁷ En 2012, la República Dominicana tuvo la segunda menor intensidad energética de 27 países evaluados en la región de América Latina.⁷⁸

Las industrias del azúcar y del cemento representaron la mayor parte del consumo de energía en la década de 2000: un 28.9% y 25.5%, respectivamente.⁷⁹ Aunque estas dos industrias de energía intensa siguen siendo predominantes en el sector industrial dominicano, las operaciones mineras de oro y cobre también han aumentado en importancia. En 2013, la planta de energía Quisqueya, una planta de ciclo combinado de 215 MW que puede ser alimentada con fueloil pesado, diésel y GNL, fue la encargada de proporcionar energía exclusivamente a la mina de oro de Pueblo Viejo. Antes de esto, la mina dependía de una electricidad más costosa generada en plantas a base de petróleo más viejas con bajos niveles de eficiencia. Existen oportunidades de eficiencia en la industria de la caña de azúcar a través de un uso más eficiente del bagazo (véase el Capítulo 3). Además, las industrias del banano, el cacao, el café, el plátano y el arroz no han utilizado los residuos que podrían usarse para la producción de energía (véase el Capítulo 3).

2.9 Resumen del potencial de eficiencia energética de la República Dominicana

Las importantes pérdidas técnicas y no técnicas de electricidad en la República Dominicana significan que las mejoras de eficiencia energética pueden producir ahorros significativos de costos para el país. En general, las cinco maneras menos costosas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero en la República Dominicana están relacionadas con la eficiencia energética.

Las mejoras y estándares en el uso final para sectores clave pueden producir importantes ahorros adicionales de energía. Deben priorizarse otros estudios que evalúen los posibles aumentos de la eficiencia energética en las industrias agrícolas y hotelera. En el sector residencial, la iluminación y la refrigeración muestran el mayor potencial de ahorro de energía. Las mejoras en los sistemas de climatización y en la construcción de la envolvente de las edificaciones podrían significar ahorros significativos de energía y dinero para el sector de servicios comerciales y públicos.

A pesar de la motivación económica para las mejoras de la eficiencia energética, los costos de financiamiento por adelantado, así como la falta de conocimiento pleno de los beneficios, suponen obstáculos a su implementación. El Capítulo 7 de esta Hoja de Ruta examina las opciones de financiamiento existentes y las necesidades de creación de capacidad, y el Capítulo 8 recomienda programas y normativas adicionales de eficiencia energética.

3 | Potencial de energías renovables

Conclusiones principales

- La República Dominicana tiene un excelente potencial de energías renovables, especialmente la energía solar y la eólica. Toda la demanda de electricidad del país podría cubrirse con recursos renovables.
 - La República Dominicana posee un gran potencial de energía solar en toda la isla. La irradiancia solar es relativamente constante durante todo el año y es fuerte, incluso en los meses de invierno. Se estima que unos 86 kilómetros cuadrados de paneles solares fotovoltaicos podrían satisfacer la producción de energía total del país en 2010.
 - La generación de energía solar fotovoltaica distribuida a nivel familiar y mercantil puede desempeñar un papel importante en la matriz energética del país.
 - Varias localidades de la República Dominicana tienen un muy alto potencial de producción de energía eólica. Solo 35 parques eólicos de tamaño medio (con diez turbinas de 3 MW cada uno) podrían proporcionar más de la mitad de la demanda de energía actual del país.
 - El potencial energético del viento varía durante todo el día y el año, pero varios lugares del país todavía tienen velocidades de viento muy altas, incluso durante los mínimos relativos.
 - Aunque la capacidad hidroeléctrica adicional es limitada en la República Dominicana, la microgeneración hidroeléctrica tiene cierto potencial para aliviar los apagones e incrementar los servicios de electricidad a zonas remotas y desatendidas. No obstante, si las sequías extensivas se vuelven más comunes, es posible que esta capacidad no sea confiable durante todo el año.
 - Los datos hidrológicos son viejos (20 a 30 años atrás) y no son suficientes para documentar las futuras decisiones de inversión en energía hidroeléctrica. Deben recopilarse más datos en zonas con recursos sin explotar.
 - La caña de azúcar, el arroz y el café tienen el mayor potencial para la energía de biomasa en la República Dominicana, aunque los residuos de la producción de bananos, cacao y plátanos también podrían utilizarse para generar energía. El bagazo de caña de azúcar por sí solo podría contribuir 535 GWh adicionales de generación de electricidad al año.
 - La energía geotérmica tiene un potencial limitado para jugar un rol importante en el sector eléctrico dominicano y se debe utilizar más bien para la calefacción y el enfriamiento. La energía de olas y mareas se enfrentan actualmente a barreras tecnológicas, pero a medida que los precios bajan a nivel mundial, podrían convertirse en tecnologías apropiadas para el país. La conversión de residuos en energía ya está desempeñando un rol en zonas aisladas y podría llegar a ser más importante en el futuro.
-

En este capítulo se evalúan los recursos energéticos renovables físicos de la República Dominicana y se exploran las tecnologías renovables que son actualmente aplicables en el país. Debido a que Worldwatch publicó una evaluación más detallada de los recursos eólicos y solares de la República Dominicana en julio de 2012 (con el apoyo de la empresa de cartografía 3TIER), el presente análisis ofrece un breve resumen de esos recursos, mientras se centra principalmente en la biomasa y la energía hidroeléctrica.¹

3.1 Creación sobre las evaluaciones existentes

Las evaluaciones de los recursos a nivel nacional le proporcionan a un país los datos, mapas y demás información necesaria para justificar el interés en y el financiamiento del desarrollo de la energía doméstica. Las evaluaciones de mayor resolución que se centran en regiones y ciudades individuales, sin embargo, pueden ser fundamentales al planificar las expansiones de la generación y transmisión de energía, a pesar de que estas evaluaciones pueden ser más costosas y requerir mucho tiempo realizarlas. Para evitar la duplicación de otras evaluaciones de recursos en curso que están llevando a cabo con el apoyo e interés del gobierno dominicano, Worldwatch colaboró con la CNE y las instituciones que están realizando estas evaluaciones para presentar sus resultados en esta Hoja de Ruta e integrarlas en nuestras recomendaciones más amplias para el sector eléctrico y políticas del país.

En años anteriores, Worldwatch consultó estrechamente a las partes interesadas en el gobierno dominicano para determinar las áreas prioritarias para nuestras evaluaciones solar y eólica. La CNE seleccionó cuidadosamente las zonas solares después de examinar los mapas nacionales de recursos, y ayudó a seleccionar las zonas de viento en base a los resultados iniciales de una evaluación de sitios con mayor potencial eólico. Además, Worldwatch encargó una evaluación de la biomasa a la Universidad Instituto Superior de Agricultura (ISA) del país, en la que evaluara las oportunidades de la biomasa residual en las industrias del banano, el cacao, el café, el plátano, el arroz y la caña de azúcar. A continuación se describen con mayor detalle los resultados de estas evaluaciones.

3.2 Potencial de energía solar

3.2.1 Situación global de la energía solar

Hay disponible un conjunto de tecnologías relativamente consolidadas para convertir la energía solar en electricidad. Generalmente se clasifican en una de dos categorías: módulos fotovoltaicos (FV) que convierten la luz directamente en electricidad, y sistemas de energía solar concentrada (CSP) que convierten la luz del sol en energía térmica que luego se utiliza para impulsar un generador. La energía solar puede funcionar en cualquier escala. Mientras que los sistemas CSP generalmente se consideran viables sólo como plantas de energía a escala de servicios públicos, la tecnología FV es modular y puede escalar para ser utilizada en el techo de una residencia, en ambientes de tamaño mediano tales como centros turísticos e instalaciones industriales, o como parte de una red en parques FV grandes a escala de servicio público.

Tradicionalmente, la energía solar no ha sido competitiva en términos de costos con la generación de electricidad convencional debido, en parte, al alto nivel de los subsidios directos e indirectos que benefician a los combustibles fósiles.² El apoyo del gobierno, ya sea en forma de tarifas de alimentación, estándares

de carteras, créditos fiscales, u otros mecanismos, ha sido necesario para igualar las condiciones para todos y acelerar la adopción de tecnologías solares. Pero los costos de los sistemas solares están bajando rápidamente, y un excedente de provisión de módulos puede acelerar aún más esta disminución. En algunas situaciones, la energía solar ya es competitiva en lo relativo a los costos: Las instalaciones FV en la región del Golfo están compensando la electricidad generada a partir de petróleo, produciendo rendimientos positivos.³ El aumento del 39% en las nuevas instalaciones FV en todo el mundo en 2012 es solo el resultado de las dos fuertes políticas de apoyo y la rápida disminución de los costos de la tecnología.⁴

Además de proporcionar electricidad, la energía solar se utiliza comúnmente para calentar agua y los espacios, en sustitución de los sistemas eléctricos o de gas. El calentamiento de agua con energía solar puede ser activo o pasivo, lo que significa que los sistemas usan bombas y controladores para mover y regular el agua o se basan únicamente en la convección. Los sistemas activos son más eficientes, pero también son más costosos y requieren un mantenimiento significativamente mayor. Los sistemas pasivos no tienen partes móviles y son valorados por su simplicidad. Los sistemas de calentamiento solar de agua son ampliamente competitivos en términos de costos a nivel mundial, con plazos de recuperación de menos de dos años en muchos casos. A finales de 2013, la capacidad global de calentamiento de agua y de espacio con energía solar alcanzó 255 gigavatios-térmicos, que es energía suficiente para abastecer a más de 22,000 hogares promedio estadounidenses por un año.⁵ Más de la mitad de esta capacidad está en China, y la gran mayoría se utiliza para calentar el agua.⁶

En los pequeños estados insulares, el atractivo del calentamiento solar del agua es claro. Chipre es el líder mundial en instalaciones por habitante, y la experiencia de Barbados se considera un caso de éxito de la energía renovable del Caribe.⁷ Las importaciones de equipos libres de impuestos y los incentivos fiscales en Barbados han creado un mercado floreciente, con más de 40,000 sistemas solares de agua caliente instalados en casas, empresas y hoteles, así como una penetración en el mercado de un 33% para los edificios residenciales.⁸ El éxito de este proyecto fue citado de forma explícita por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), al anunciar un préstamo de varios millones de dólares al país para continuar el desarrollo de energía renovable.⁹

3.2.2 Estado actual de la energía solar en la República Dominicana

La República Dominicana cuenta con una limitada, pero creciente capacidad de energía solar. Se espera que una instalación comercial de energía solar fotovoltaica de 220 kW en Monte Plata se expanda a 30 MW, y hay grandes instalaciones presentes en edificios comerciales y públicos, como el Dominican Fiesta Hotel (500 kW) y la CNE (22 kW).¹⁰ En total, se han conectado más de 15 MW de energía renovable, cuya mayoría es la energía solar fotovoltaica, a la red Dominicana a través del programa de medición neta del país.¹¹ Aunque las evaluaciones solares existentes indican que en el país existe un fuerte recurso solar, son más obsoletas y/o de menor resolución que las evaluaciones más recientes realizadas por 3TIER, que se proporcionan en esta Hoja de Ruta.

3.2.3 Potencial de energía solar

La República Dominicana muestra un enorme potencial solar. La irradiancia global horizontal, o GHI, va de 5 a 7 kilovatios-hora por metro cuadrado por día (kWh/m²/día) en la mayor parte del país, y se acerca a 8 kWh/m²/día en algunas regiones.¹² (Véase el Recuadro 5 y la Figura 3.1.) En comparación,

Recuadro 5. Mediciones clave de irradiación y su aplicación al análisis de recursos solares

La evaluación de energía solar para la República Dominicana realizada por 3TIER para Worldwatch incluye tres medidas diferentes de la irradiación solar: irradiación horizontal global (global horizontal irradiance - GHI), irradiación normal directa (direct normal irradiance - DNI) e irradiación horizontal difusa (diffuse horizontal irradiance - DIF).

Medida	Descripción	Aplicación
GHI	Radiación solar total por unidad de superficie que es interceptada por una superficie plana y horizontal	Instalaciones de energía solar fotovoltaica
DNI	Radiación solar total de rayo directo por unidad de superficie que es interceptada por una superficie plana que apunta en todo momento en dirección al sol	Instalaciones de energía solar concentrada e instalaciones que rastrean la posición del sol
DIF	Radiación solar difusa por unidad de superficie que es interceptada por una superficie plana y horizontal, que no está sujeta a sombras y no llega en trayectoria directa desde el sol	Algunas instalaciones solar FV que se adaptan mejor a la radiación difusa (la DIF se incluye en el cálculo de la GHI)

Basado en las condiciones específicas de los recursos solares de la República Dominicana y en la adecuación de las tecnologías solares específicas, esta evaluación se centra sobre todo en las mediciones de la GHI del país para instalaciones solares FV y la DNI para aplicaciones de calentamiento solar de agua.

Para más detalles, véanse los apéndices I y II.

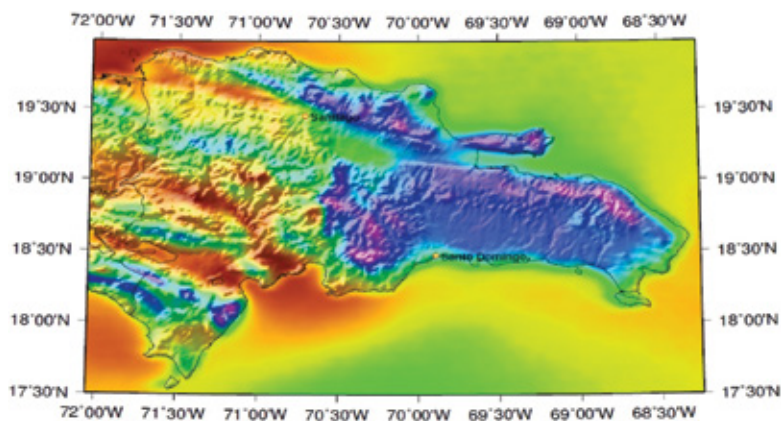


Figura 3.1

Irradiación normal directa (direct normal irradiance - DNI) promedio en la República Dominicana

Fuente: 3TIER

Alemania, que tiene casi la mitad de la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica del mundo, tiene pocos lugares con una GHI por encima de 3.5 kWh/m²/día, y Phoenix, Arizona (una ciudad del suroeste de los EE.UU., famosa por su potencial solar) tiene una GHI promedio de 5.7 kWh/m²/día.¹³

Ambos lugares de estudio, Santo Domingo y Santiago, tienen un sólido potencial solar, con picos durante los meses de verano y refleja una irradiación horizontal global (GHI) promedio de 5.5 y 5.6 kWh/m²/día, respectivamente.¹⁴ (Véanse la Figura 3.2 y los Apéndices I y II.) Aunque otros sitios en todo el país poseen una mayor insolación, se destacan las eficiencias de integración y las economías de escala involucradas en la instalación y el mantenimiento solar en estas ciudades; los dos principales centros de carga del país.

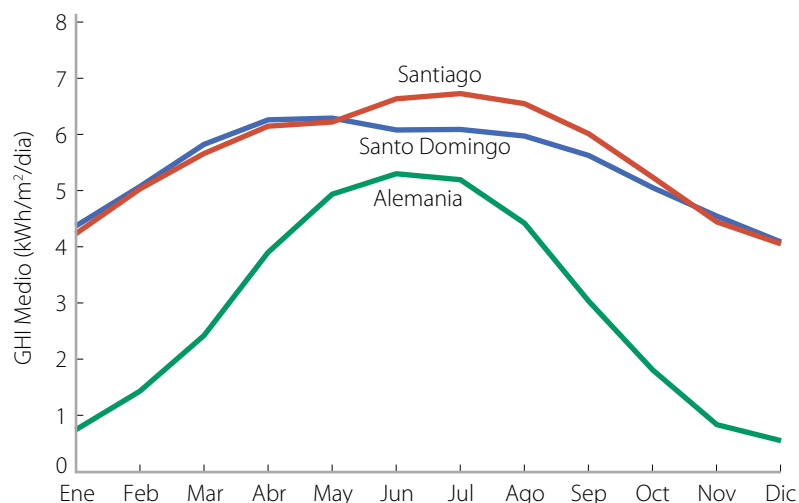


Figura 3.2

Comparación de GHI promedio mensual, zonas seleccionadas Dominicana vs. Alemania

Fuente: 3TIER, DWD
© Worldwatch Institute

Tabla 3.1 Rendimiento potencial de la energía solar anual en Santiago y Santo Domingo

Lugar	Generación anual por módulo de 175 vatios*	Generación anual por kilómetro cuadrado†	Área total necesaria para cumplir con la generación de energía nacional en 2012	Proporción de la generación de 2012 de un kilómetro cuadrado de módulos FV
	kWh	GWh	km²	%
Santiago	393.9	142.9	93.5	1.1
Santo Domingo	383.6	139.2	96.0	1.0

* Incluye los efectos del viento y de la temperatura.

† Asume que la producción de energía por metro está a la mitad para representar el mantenimiento, la prevención de sombras y la construcción de otros equipos.

Fuente: Véase la nota final 15 de este capítulo. ©Worldwatch Institute

Con estos niveles de GHI, un estimado de 93.5 kilómetros cuadrados de paneles solares FV en Santiago sería suficiente para alimentar a todo el país.¹⁵ (Véase la Tabla 3.1.) Dado que la República Dominicana posee recursos de GHI relativamente más fuertes que de DNI (la DNI es más representativa del potencial de energía solar concentrada (CSP) ya que no incluye la radiación solar difusa) el desarrollo solar FV, no la CSP, es más adecuada para el país.

Otras vías para el desarrollo de la energía solar merecen un escrutinio más estrecho. Fuera de las ciudades, especialmente en las áreas más soleadas de la parte occidental del país, puede ser viable un desarrollo solar FV o energía solar concentrada (CSP) a escala de red. También existen oportunidades para un sistema solar fuera de la red, tanto para el pequeño número de hogares aún no conectados a la red nacional como para la industria del turismo, donde numerosos centros turísticos actualmente dependen de generadores fuera de la red. Además de ser más económico que el diésel y otros combustibles en algunas circunstancias, las instalaciones solares pueden ayudar a los centros turísticos a comercializarse como “ecológicos”, en el molde al estilo de Costa Rica y otros lugares de América Latina.

3.2.4 Resumen del potencial de la energía solar

Tanto Santiago como Santo Domingo tienen un fuerte potencial para la energía solar, aunque otros sitios del país cuentan con altos niveles de GHI, por encima de los 7 kWh/m²/día. La mayoría de la superficie terrestre parece tener un GHI promedio de por lo menos 6 kWh/m²/día, indicando que una planta generadora de energía solar fotovoltaica podría ser una solución de electrificación para muchas comunidades rurales. Ambas regiones evaluadas en el estudio parecen poder sustentar la generación de solar fotovoltaica a envergadura de compañía de electricidad, así como instalaciones para calentamiento solar de agua e instalaciones FV residenciales y comerciales; sin embargo, pueden no ser ideales para el desarrollo de CSP. No más de 93.5 kilómetros cuadrados de módulos FV en localidades con un recurso similar a Santiago pueden generar tanta electricidad como la que generó la República Dominicana en 2012. Otras posibilidades para el desarrollo solar que merece un escrutinio más cercano incluyen oportunidades de desarrollo solar fuera de la red, especialmente en las comunidades rurales que actualmente no están conectadas a la red.

3.3 Potencial de energía eólica

3.3.1 Estado mundial de la energía eólica

Fuera de la energía hidroeléctrica, la eólica ha sido por un gran margen la fuente más exitosa de electricidad renovable a nivel mundial, con 318 GW de capacidad eólica instalada en todo el mundo a finales de 2013.¹⁶ En algunos mercados, los costos de la energía eólica se estiman entre 4 y 7 centavos de dólar por kWh en lugares atractivos, por lo que puede competir con los combustibles fósiles.¹⁷ Aunque las turbinas son de diversos tamaños, la energía eólica se utiliza principalmente para la generación centralizada a escala de servicio público, pero las innovaciones para la generación a menor escala hacen de la energía eólica descentralizada una opción cada vez más viable. En el Caribe están creciendo los sistemas híbridos eólico/diésel en pequeña escala (50 a 100 kW) y un proyecto financiado por los EE.UU. en Dominica pretende demostrar la viabilidad de la instalaciones de generación eólica de menos de 250 kW en la región.¹⁸

Las turbinas eólicas pueden generar electricidad en el sitio para consumidores de electricidad grandes, como una fábrica o una granja. Sin embargo, a diferencia de los generadores térmicos in situ tradicionales, el viento es intermitente y no puede ser activado a voluntad. Conectar estas turbinas a la red puede aumentar el valor de la electricidad de manera significativa, ya que los propietarios pueden vender el exceso de energía.

3.3.2 Situación actual de la energía eólica de la República Dominicana

La República Dominicana actualmente cuenta con dos parques eólicos a escala comercial en operación. El primero es Quilvio Cabrera, un parque de 8.25 MW que fue construido en el año 2011 y se encuentra ubicado en la provincia de Pedernales, al suroeste del país. En un terreno cercano se encuentra el parque eólico Los Cocos, el cual consta de dos fases: la Fase I, completada en 2011 que cuenta con 33.5 MW, y la Fase II, completada en 2013, elevó la capacidad instalada a 77 MW. En 2012, Los Cocos contaba con un factor de capacidad de alrededor del 30%, por encima del valor estimado necesario para un proyecto comercial a fin de ser económicamente viable, sin embargo la integración con la red no ha sido sencilla, debido a que los operadores de la red tienen problemas con la regulación de voltaje.¹⁹ El tercer parque eólico, Larimar, estará ubicado en la provincia de Barahona, justo al norte de Quilvio Cabrera y Los

Cocos, y se espera que se encuentre en línea para el 2016 con una capacidad instalada de 49.5 MW. Estas dos provincias son el hogar del potencial eólico más grande del país.

Durante algún tiempo, el país ha tenido planes de construir dos parques eólicos adicionales. Los Parques Eólicos del Caribe (PECASA) de 50 MW, ubicados en El Guanillo en la provincia de Monte Cristi, se estima que costarán US\$127 millones, pero el proyecto ha sido pospuesto debido a problemas de financiamiento y desacuerdos con la empresa de distribución, ETED, propiedad del gobierno. Mientras tanto, el Grupo Eólico Dominicano planea desarrollar un parque eólico de 30.6 MW en Matafongo, en la provincia de Peravia, con un costo estimado de US\$68.9 millones. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha estado involucrado en el financiamiento de ambos proyectos, y el Banco de Inversión Europeo ha estado involucrado en el proyecto PECASA. Debido a que estos proyectos han estado “en espera” durante tanto tiempo, ambos están considerados en gran medida como un fracaso.²⁰

3.3.3 Potencial de energía eólica

El mapa de recursos de viento de 3TIER para la República Dominicana indica que el país tiene un sólido potencial eólico que es apropiado para el desarrollo de energía eólica.²¹ (Véase la Figura 3.3 y el Apéndice III.) 3TIER también proporciona un análisis más definido para seis zonas: Pedernales, Baní, Montecristi, Puerto Plata, La Altagracia y Samaná. (Para obtener más detalles sobre los seis sitios de estudio, consulte la evaluación de Worldwatch de los recursos eólicos y solares en 2012.) Los datos, que reflejan los datos de medias para varios puntos evaluados en cada zona, fueron escogidos no para representar los parques eólicos actuales, sino más bien para caracterizar mejor la totalidad de la zona de viento. De acuerdo con el análisis, 214 de los 494 puntos de la red evaluados tienen factores de capacidad igual o superior al 20%, y 78 tienen factores de capacidad igual o superior al 30%.²² (Véase la Tabla 3.2.) Cabe señalar que los datos provienen de resultados del modelo en bruto y deben utilizarse como guía de futuros estudios en el terreno, realizados idealmente durante al menos un año antes de la construcción del proyecto.

De los seis sitios del estudio, Pedernales muestra el mayor potencial de energía eólica, con un 55% de los puntos de la red evaluados indicando factores de capacidad de al menos 30%. A un factor de capacidad de 30%, unos 85 kilómetros cuadrados de aerogeneradores serían suficientes para cubrir el total de la necesidad de generación de electricidad de la República Dominicana en 2012.²³ (Véase la Tabla 3.3.)

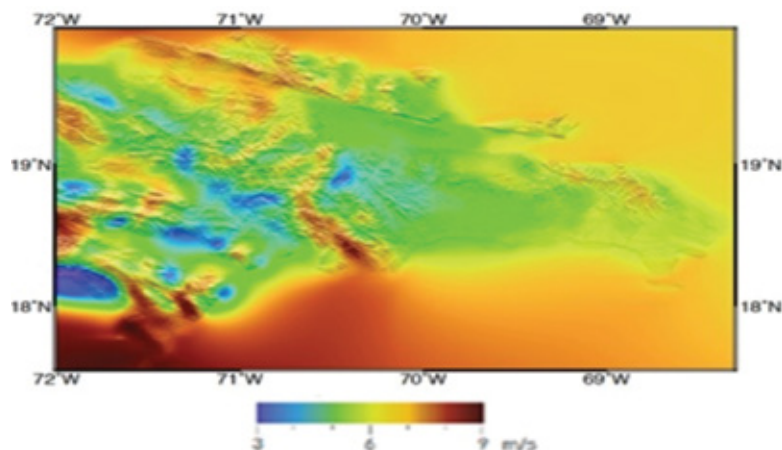


Figura 3.3

Velocidad promedio del viento en la República Dominicana

Fuente: 3TIER

Tabla 3.2. Total de puntos de la red y factor de capacidad de viento por región

Región	Total de puntos de la red	Puntos de la red con un factor de capacidad $\geq 20\%$	Puntos de la red con un factor de capacidad $\geq 25\%$	Puntos de la red con un factor de capacidad $\geq 30\%$
Pedernales	92	70	60	55
Baní	43	41	29	18
Montecristi	91	72	30	5
Puerto Plata	84	30	2	0
La Altagracia	139	0	0	0
Samaná	45	1	0	0
Todas las regiones	494	214	121	78

Fuente: Véase la nota final 22 de este capítulo. ©Worldwatch Institute

Tabla 3.3. Potencial de producción anual de energía eólica en la República Dominicana

Factor de capacidad neta promedio	Generación anual por turbina	Generación anual por kilómetro cuadrado**	Área total necesaria para cumplir con la generación de energía nacional en 2012	Área total necesaria para cumplir con la generación neta proyectada en 2030
	GWh	GWh	km ²	km ²
35	9.20	184.0	72.6	172.4
30	7.88	157.7	84.7	201.1
25	6.57	131.4	101.6	241.3

Fuente: Véase la nota final 23 de este capítulo. ©Worldwatch Institute

3.3.4 Resumen del potencial de energía eólica

El mapeo de 3TIER muestra que la República Dominicana tiene muchos lugares con un sólido potencial de energía eólica, en particular en el suroeste, pero deben seleccionarse cuidadosamente. En general, Pedernales muestra el mayor potencial de las seis zonas estudiadas. Con un factor de capacidad promedio del 30% (el factor de capacidad observado en Quilvio Cabrera y Los Cocos), se necesitarían 85 kilómetros cuadrados para generar anualmente la misma cantidad de electricidad generada en la República Dominicana en 2012, y 201 kilómetros cuadrados para cubrir las necesidades de generación anual proyectadas para 2030. Sin embargo, tal como se expuso en el Capítulo 4, la red nacional eléctrica tendría que ser mejorada dramáticamente para absorber tan elevado nivel de energía renovable intermitente.

3.4 Potencial hidroeléctrico

3.4.1 Situación mundial de la energía hidroeléctrica

Las grandes hidroeléctricas comprenden la mayor parte de la producción mundial de energía renovable y representa aproximadamente el 16% de la producción mundial de electricidad.²⁴ Pero a pesar de ser

una fuente de energía renovable de baja emisión de carbono, las grandes centrales hidroeléctricas por lo general tienen impactos ambientales y socioeconómicos graves, incluyendo la alteración generalizada del ecosistema y el eventual desplazamiento a gran escala de las poblaciones.²⁵ La controvertida Presa de las Tres Gargantas de 20 GW en China, por ejemplo, obligó a la reubicación de 1.3 millones de residentes locales y ha producido una considerable erosión y peligros de deslaves.²⁶ Debido a las muchas desventajas potenciales de las grandes centrales hidroeléctricas, este informe se centra principalmente en el desarrollo de la energía hidroeléctrica a pequeña escala, que tiene menos efectos humanos y ecológicos negativos.

Las hidroeléctricas pequeñas se utilizan en todo el mundo, especialmente en las zonas remotas, y pueden ser un importante recurso renovable para la alimentación de las comunidades que pueden no tener acceso a otras opciones energéticas. Generalmente clasificadas como energía hidroeléctrica que genera menos de 10 MW de electricidad, pueden funcionar como sistemas “a filo de agua” que desvían el agua a canales que conducen a una rueda hidráulica o turbina, o, de forma similar a centrales hidroeléctricas más grandes, se pueden operar como sistemas represados que tienen depósitos de almacenamiento en pequeña escala.

Entre las ventajas de las pequeñas centrales hidroeléctricas está su capacidad para proporcionar electricidad barata y limpia a las comunidades que no tienen acceso a otras fuentes de energía. Pero las pequeñas centrales hidroeléctricas tienen costos iniciales relativamente altos en comparación con las fuentes de energía convencionales y requieren ciertas características del sitio, incluyendo un caudal adecuado, y asegurar que los usuarios estén ubicados cerca del recurso hidráulico aprovechado. La baja demanda de electricidad por parte de los consumidores debido a la falta de usos de la energía económicamente productivos en muchas zonas rurales a menudo hace difícil atraer fondos de financiamiento. La emisión de subvenciones o la creación de esquemas de financiamiento preferenciales, así como el cultivo de pequeñas economías manufactureras hidroeléctricas locales, han demostrado ser crucial para iniciar y mantener proyectos hidroeléctricos pequeños.

3.4.2 Situación actual de la energía hidroeléctrica en la República Dominicana

La generación de energía hidroeléctrica en la República Dominicana oscila desde un mínimo de 65 MW en la estación seca hasta un máximo de 180 MW en la temporada lluviosa, con un factor de capacidad del 15 al 25%.²⁷ La capacidad instalada total del país es de 523 MW, pero el tamaño de las plantas conectadas a la red es muy variable, de 0.1 MW a 98 MW.²⁸ La generación tiende a alcanzar su punto máximo en la noche, de 6 p.m. a 11 p.m., ya que dos tercios de la oferta total se utiliza para satisfacer la demanda máxima (el tercio restante se utiliza como energía de carga base). Se utilizan dos plantas hidroeléctricas, ubicadas en Angostura y Valdesia, exclusivamente para aliviar los apagones.²⁹

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) es responsable de regular todas las actividades hidrológicas en el país. La propiedad de estas actividades es casi enteramente pública, aunque las plantas pueden ser de propiedad privada, si su capacidad de generación máxima no pasa de 5 MW. La micro-hidroeléctrica (entre 0.1 y 4 MW de capacidad) juega un rol cada vez mayor en todo el país. Un exitoso programa de electrificación rural dirigido por el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) ha dependido en gran medida de los recursos de micro centrales (véase el Recuadro 6), y desde 2012, 18 de los 21 proyectos del país “de mitigación del cambio climático” en el marco del Programa de Pequeños Subsidios para Instalaciones Ambientales Globales del Fondo Mundial para el Medio Ambiente se han relacionado con micro hidroeléctricas.³⁰

Recuadro 6. Micro-hidroeléctrica en la República Dominicana

Varias comunidades de toda la República Dominicana se han beneficiado de un proyecto de electrificación rural supervisado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Unidad de Electrificación Rural y Suburbanas (UERS), la oficina de electrificación rural del país. El proyecto lanzado en mayo de 2008 bajo el nombre PERenovables promueve el desarrollo sostenible en comunidades rurales mediante el uso de energías renovables para mejorar la calidad de vida y reducir la dependencia en los combustibles líquidos de origen fósil. Para el año 2011, se habían construido 33 sistemas de energía, incluyendo 30 plantas micro-hidroeléctricas con una capacidad de 5 a 150 kW, una planta de energía eólica de 50 kW y un sistema híbrido de energía de biomasa/solar. En 2013 se construyeron cuatro plantas micro-hidroeléctricas adicionales, beneficiando a más de 360 familias que no tenían acceso previo a la electricidad.

El proyecto fue posible gracias a fondos de la Unión Europea, el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), la Dirección General de Cooperación Multilateral (DIGECCOM), el PNUD y la Unidad de Electrificación Rural y Suburbanas (UERS). INDRHI lleva a cabo la mayor parte de la capacitación y la supervisión técnica, así como la cartografía topográfica e hidrológica. El PNUD, en colaboración con expertos sobre el terreno, ha dirigido varios talleres sobre el diseño, implementación y gestión de plantas micro-hidroeléctricas para organizaciones locales que se encargan de la ejecución de cada proyecto del sistema de energía. La UERS provee el diseño y la instalación de la micro-red y las conexiones a cada hogar. Para incorporar a las comunidades en el proceso y promover la propiedad del sistema, los residentes locales deben llevar a cabo cualquier trabajo manual no especializado y estar capacitados para operar y mantener el nuevo sistema.

En total, el proyecto de electrificación rural ha afectado a comunidades en 13 de las 30 provincias del país. Las instalaciones micro-hidroeléctricas no solo les han proporcionado a los residentes acceso continuo a la electricidad por primera vez, pero también han estimulado la actividad económica y la mejora de los servicios de educación y salud en zonas remotas; todo de una manera sostenible.

Fuente: Véase la nota final 30 de este capítulo.

3.4.3 Potencial hidroeléctrico

La energía hidroeléctrica no se considera como un recurso prometedor para cubrir la futura necesidad de capacidad energética de la República Dominicana. Debido a que se estima que el 90% o más del gran potencial hidroeléctrico del país ya se ha aprovechado, cualquier nueva planta en el futuro tendría solo un impacto marginal en el sistema. A pesar de esta realidad, el gobierno ha dedicado una gran parte de su inversión para el sector energético (US\$1.6 mil millones en los últimos cinco años) a la energía hidroeléctrica, y la evidencia sugiere que este financiamiento no se gastó con la mayor eficiencia posible. Las centrales hidroeléctricas del país actualmente operan solo de cuatro a seis horas al día debido a los reglamentos de despacho de agua (la electricidad es la tercera prioridad legal para el uso del agua, después del consumo y la agricultura), sugiriendo una relación calidad-precio menos que óptima. Por otra parte, los datos hidrológico nacionales no tienen calidad suficiente (la mayoría de los proyectos se basan en estimaciones de hace 20 a 30 años), y los costos de capital no están incluidos en la evaluación global de los costos para el sector.³¹

No se espera que la hidroeléctrica desempeñe un rol significativo en la interacción con otras fuentes de energía renovables en el país, tales como la energía solar y la eólica, ya que está casi plenamente explotada y se utiliza principalmente para satisfacer la demanda pico. No obstante, la generación de micro-hidroeléctrica tiene cierto potencial para aliviar los apagones, sobre todo en el norte, donde ya existen proyectos relacionados.³² Una forma importante de mejorar las finanzas del sector hidroeléctrico es fomentar el pago por servicios ambientales, como la compañía hidroeléctrica propiedad del estado, EGEHID está buscando hacer en la actualidad. En general, el problema más urgente para el sector es

asegurar que los planes de construcción en curso se apliquen plenamente: de 328 MW de concesiones hidroeléctricas otorgadas hasta 2012, es posible que algunos 105 MW nunca entren en funcionamiento.

3.4.4 Resumen del potencial de la energía hidroeléctrica

En general, la energía hidroeléctrica tiene un potencial limitado para ampliar su rol en el sistema eléctrico dominicano. El potencial remanente limitado, además de los reglamentos de despachar agua para beber y para el riego antes de ofrecer los servicios de energía, hacen improbable cualquier desarrollo hidroeléctrico futuro. Por otra parte, los datos sobre el potencial hidroeléctrico son obsoletos, y las evaluaciones económicas de los costos no son sólidas. Aunque la energía hidroeléctrica seguirá desempeñando un rol en el cumplimiento de la demanda máxima, tarde en la noche, no debe ser considerada como un candidato fuerte para ayudar a facilitar la transición para integrar más fuentes intermitentes de energía renovables como la solar y la eólica en el futuro.

3.5 Potencial de la energía de biomasa

3.5.1 Situación mundial de la tecnología energética de biomasa

La energía puede ser generada a partir de una amplia variedad de materiales biológicos, incluyendo los residuos de cultivos agrícolas, desechos forestales (biomasa leñosa), y hasta los residuos municipales sólidos. La generación de electricidad a partir de fuentes de biomasa tiene la ventaja de proporcionar energía renovable de carga base confiable y se puede compensar parte de la intermitencia de la generación eólica y solar en un sistema eléctrico integrado.

En la mayoría de lugares agrícolas, los residuos de cultivos siguen un patrón regular de producción y se puede medir de forma proporcional a la cantidad de tierra dedicada al cultivo de la cosecha y el número de veces que el cultivo se produce cada año. Tanto los residuos del cultivo como la biomasa leñosa se pueden utilizar para calor o electricidad, o pueden ser gasificados para que tengan la misma funcionalidad que el petróleo y el gas natural, pero con emisiones netas de carbono más bajas. Existen muchas fuentes potenciales de biomasa como materia prima en el Caribe, incluyendo los residuos de cultivos agrícolas, como el bagazo de la caña de azúcar, la cáscara de café, la paja de arroz y las cáscaras de coco, así como la biomasa leñosa.

Una barrera clave para el desarrollo de la biomasa como fuente de energía es el reto logístico de la recolección económicamente eficiente de los residuos de biomasa dispersos. Adicionalmente, el sector agrícola en la República Dominicana es muy informal. Incluso si se estableciera un mercado de biomasa formal, la mayoría de los actuales productores no estarían en condiciones de emitir o cobrar facturas de los proyectos y las compañías a los que les venderían. Además, la desviación de los residuos de los cultivos con fines energéticos tiene el potencial de poner en peligro la calidad del suelo para la futura producción agrícola al eliminar una fuente de nutrientes del suelo. El manejo adecuado de los residuos agrícolas es importante para lograr un resultado neto positivo de la sociedad por el uso de la biomasa.

El aumento de la producción de biomasa también puede tener graves implicaciones para el medio ambiente local, que afecta a los servicios esenciales de los ecosistemas, la biodiversidad y la industria turística. La producción a gran escala de cultivos energéticos puede fomentar prácticas agrícolas de monocultivos que causan una serie de problemas ambientales y locales, como la degradación del suelo, la

pérdida de la biodiversidad, el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes químicos, y la contaminación de las vías fluviales. El aumento en el uso de la energía de biomasa también puede crear competencia con los cultivos alimentarios por tierra agrícola limitada, una tendencia que en algunos lugares ha hecho subir el precio de los alimentos y se coloca una carga especial en las poblaciones más pobres.³³

No obstante, dado el rol importante que la energía de biomasa puede jugar en la futura matriz energética, este recurso no puede pasarse por alto. En el corto y mediano plazo, la generación de biomasa puede servir como una fuente fiable y renovable de energía de carga base, especialmente en lo que todavía se están desarrollando soluciones para hacer frente a los desafíos de variabilidad que surgen con otras fuentes de energía renovables como la eólica y la solar.

Al igual que la energía de biomasa, los combustibles de origen biológico (o biocombustibles) pueden ser utilizados para la generación de energía, a pesar de que son los más utilizados en el sector transporte. En particular, el biodiésel derivado de cultivos de semillas oleaginosas, como el árbol de jatrofa, se puede utilizar como sustituto del petróleo para alimentar las centrales térmicas. Sin embargo, el uso de biocombustibles para la generación de electricidad no es adecuado para las comunidades que son menos dependientes de los combustibles derivados del petróleo. También es importante tener en cuenta los impactos más amplios de la producción de biocombustibles, que pueden ser similares a los de la producción de biomasa, tales como el efecto sobre los precios locales de los alimentos.

Una forma de evaluar los recursos de biomasa es modelar el potencial para el cultivo de cosechas en determinados lugares, mirando a las variables ambientales como la lluvia anual, los niveles de nutrientes en el suelo, y las temperaturas medias, así como variables como la disponibilidad de tierras y costos económicos. A pesar de que los recursos potenciales varían dependiendo de la ubicación y el cultivo correspondiente, son relativamente fáciles de evaluar, asumiendo que los datos están disponibles. Es más difícil, aunque igualmente importante, medir los impactos secundarios de desarrollo de la biomasa, como los efectos sobre la producción de alimentos. Evaluar el potencial de los residuos sólidos urbanos es generalmente fácil en áreas que tienen programas de recolección y almacenamiento de residuos y que mantienen datos sobre los niveles de residuos.

3.5.2 Situación actual de la energía de biomasa en la República Dominicana

En la República Dominicana, la energía de biomasa podría ser una opción importante para las poblaciones que actualmente dependen del diésel o el fueloil pesado para la generación de energía. Sin embargo, la mayor parte del interés en la biomasa ha surgido de las empresas que buscan “ecologizar” sus operaciones. La cogeneración, principalmente en la producción de caña de azúcar, ha sido procurada en el país desde hace unos 30 años. Un reciente proyecto del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en una fábrica textil en Bonao utiliza residuos de cáscara de arroz, cáscara de coco, aserrín, y otros cultivos para alimentar la generación térmica, y un generador de 615 kW en el lugar, lo que permite que el molino reduzca el consumo de electricidad de la red.³⁴ Otro proyecto textil en la zona franca Dos Rios ubicada en Bonao, se basa en arroz, madera, bagazo y otros residuos para producir vapor.³⁵

En la década de los ochenta, la República Dominicana dedicó unas 260,000 hectáreas a la producción de caña de azúcar. Gracias en gran parte a la Iniciativa de la Cuenca del Caribe, los Estados Unidos fue el principal destino de las exportaciones del país. Pero a medida que los EE.UU. redujeron sus importaciones y se basó

más en edulcorantes de cosecha propia como el jarabe de maíz, el precio del azúcar cayó repentinamente y el mercado dominicano comenzó a derrumbarse. El número de grandes productores de caña de azúcar se ha reducido de 12 a cuatro, y la superficie cultivada se ha reducido a unas 100,000 hectáreas.

Los cuatro grandes productores de azúcar del país son el Ingenio Cristóbal Colón, el Ingenio Barahona, el Ingenio Porvenir y el Ingenio Central Romana.³⁶ El ingenio Cristóbal Colón, ubicado en San Pedro de Macorís, produce unas 30,000 toneladas de bagazo de caña de azúcar al año. Los propietarios de la instalación, el grupo Vicini, utiliza algo de esta materia prima para hacer girar una turbina de 7 MW en el lugar y suplir todas sus necesidades de electricidad, a pesar de que nunca usan el generador a plena capacidad. Vicini vende gran parte del bagazo a la empresa canadiense Gildans, ubicada en una de las zonas francas del país. En el futuro, Vicini pretende suministrar todo el bagazo a una planta de energía próximo a construirse (dos turbinas de 30 MW cada una), que satisfaría las propias necesidades de energía del grupo y permitiría la generación de excedentes para ser vendida a la red.³⁷

El Ingenio Barahona tiene 6 MW de capacidad instalada y es capaz proveerse a sí mismo en su totalidad con sus propias materias primas de bagazo. Del mismo modo, el Ingenio Porvenir, ubicado también en San Pedro de Macorís, se suministra a partir de sus propias reservas de bagazo.³⁸ El Ingenio Central Romana, la mayor compañía azucarera de la isla, es propiedad de Fanjul Corp. y produce unas 12,000 toneladas de azúcar al día. Con una capacidad instalada de aproximadamente 54 MW, la mitad de su bagazo genera su propia electricidad, mientras que el resto se utiliza para producir furfural, un aldehído líquido utilizado para una variedad de aplicaciones industriales. La compañía utiliza fueloil para abastecer la electricidad suplementaria que necesita.³⁹

3.5.3 Potencial de la energía de biomasa

En 2013, el Departamento de Agronomía de la Universidad ISA, de Santiago, realizó un estudio cuantitativo de seis cultivos dominicanos que tienen el potencial de ser utilizado para la producción de energía de biomasa: banano, cacao, café, plátano, arroz y caña de azúcar.⁴⁰ (Véase la Tabla 3.4 y el Apéndice IV.) La evaluación proporciona estimaciones de los residuos disponibles restante de cada cultivo por año, pero

Tabla 3.4. Potencial de la biomasa en la República Dominicana

Fuente	Cantidad de biomasa disponible anualmente	Densidad de energía
		megajoules por kilogramo
Café	496,905 toneladas (a nivel de la finca); 576,420 toneladas (residuos de fabricación de pasta)	No disponible
Cacao	1.5 millones de toneladas	No disponible
Caña de azúcar	2.3 millones de toneladas (a nivel de la finca, no utilizado); 1.2 millones de toneladas (a nivel de la fábrica)	8–9 MJ/kg
Arroz	48,739 toneladas (salvado); 112,142 toneladas (en cáscara)	15.8 MJ/kg (cáscara); 15.1 MJ/kg (paja)
Plátano	7.9 millones de toneladas frescas o 945,748 toneladas secas	No disponible
Banana	7.9 millones de toneladas frescas o 945,748 toneladas secas	18.9 MJ/kg (cáscara)

Fuente: Véase la nota final 40 de este capítulo.

no explora en profundidad el potencial energético de cada fuente de residuos. Para crear una imagen más completa de la cantidad de biomasa disponible para la producción de energía en el país, se necesitan evaluaciones de los mercados alternativos y los usos competitivos para estos recursos de desecho.⁴¹

Basado en el análisis de Worldwatch de la encuesta en la Universidad ISA y en discusiones con las partes interesadas en la industria de la biomasa, se concluye que la caña de azúcar, el café y el arroz son los cultivos de biomasa con el mayor potencial para la generación de electricidad en la República Dominicana. Para extrapolar el potencial de generación a partir del bagazo de caña de azúcar, utilizamos los niveles actuales y proyectados de la producción de caña, así como el potencial para el cultivo y procesamiento de materia prima adicional sobre la base de la zona de cultivo y las capacidades de fábrica. Actualmente, el país produce alrededor de 1.5 millones de toneladas de bagazo de caña de azúcar al año.⁴² Sólo el 30% de bagazo existente se utiliza para generar electricidad, aunque los principales ingenios azucareros utilizan bagazo para la cogeneración.⁴³ En general, el bagazo de caña de azúcar es el que tiene el mayor potencial de materia prima de biomasa en el país.

Si la generación de bagazo está conectada a la red para permitir la venta de exceso de electricidad, las calderas de alta presión eficientes pueden generar 370-510 kWh o más por tonelada de bagazo. Si todas las fábricas dominicanas de azúcar utilizan tecnologías de procesamiento de azúcar y de generación eficientes, el bagazo podría alimentar hasta 535 GWh de electricidad adicional en la red durante cada temporada de cosecha de 185 días (diciembre a abril).⁴⁴ (Véase la Tabla 3.5.) La estacionalidad de la producción de bagazo es una posible preocupación, pero el combustible bagazo puede ser granulado y se almacena para proporcionar el potencial de energía durante todo el año.⁴⁵ El análisis sugiere que el bagazo de la caña de azúcar, si se utiliza en todo su potencial con tecnología de alta eficiencia, podría alimentar hasta un 4% de la generación eléctrica del país.⁴⁶

Cada año, la República Dominicana produce unas 112,000 toneladas de paja de arroz (tallos), la mayoría de los cuales se deja en el suelo para combatir la erosión y reponer el suelo.⁴⁷ La paja sobrante es simplemente quemada porque actualmente no existe un mercado interno de la misma.⁴⁸ El país también produce unas 48,000 toneladas de cáscara de arroz (la capa más externa del grano que se separa durante la molienda), una pequeña parte de lo que ahora está siendo utilizado por los productores de arroz para generar calor.⁴⁹ Aunque la cáscara de arroz tiene el potencial de ser utilizada para la generación de energía, las demandas del material, tales como el uso en el suelo gallinero y como materia prima para secar el arroz, limitan su disponibilidad.⁵⁰ En el futuro debe ser una prioridad determinar el volumen de la cáscara de arroz disponible para la combustión.

Tabla 3.5. Potencial del bagazo de caña de azúcar en la República Dominicana

Bagazo no usado	Eficiencia de cogeneración	Potencial de generación anual	Capacidad de instalación estimada	Proporción de la producción nacional de electricidad en 2012
toneladas	kWh por tonelada	GWh	MW	%
1.05 millones	370	388.5	88.7	2.9
1.05 millones	510	535.5	122.3	4.0

Fuente: Véase la nota final 44 de este capítulo. ©Worldwatch Institute

El residuo de la cáscara de arroz también podría usarse para alimentar gasificadores a una tasa de generación de dos toneladas por MWh, como se hace en Williams, California, con un generador de 26 MW, y en Stuttgart, Arizona, con un generador de 15 MW. En general, la cáscara de arroz posee el segundo mayor potencial de biomasa como materia prima en la República Dominicana, y aunque no hay molinos de arroz que sean actualmente miembros del programa de medición neta del país, los expertos ven una tremenda oportunidad para asociarse.⁵¹

La pulpa de café es el tercer mayor potencial de materia prima de biomasa en la República Dominicana. El país produce aproximadamente 576,000 toneladas de pulpa de café al año, a partir de la cual es posible producir biogás. Normalmente, la pulpa se descompondría, liberando metano, lo cual puede atraer plagas; si se aprovecha este metano, se puede obtener energía y al mismo tiempo ayuda a prevenir la plaga. Actualmente, sólo una planta grande de café produce biogás en el país. La pulpa del café es atractiva para la generación de electricidad, porque muy poco de ella se recicla para otros usos, como para fertilizantes.⁵² Para el futuro, se debe priorizar la evaluación del potencial de biogás de la pulpa de café.

Tradicionalmente, las tarifas de alimentación han sido los dinamizadores del mercado para el desarrollo de la biomasa en la UE y los EE.UU. Sin embargo, en América Latina el motor principal ha sido los altos precios de la electricidad. El potencial mínimo de la República Dominicana para la electricidad barata podría ayudar a impulsar el desarrollo de la biomasa en el futuro. Sin embargo, existen varias barreras para la expansión de la biomasa, incluyendo la falta de estudios sólidos sobre los potenciales recursos de la biomasa: mientras los proyectos de biomasa brotan, existe una verdadera preocupación de que el suministro se agotará si el país no desarrolla una visión más integral de sus recursos de biomasa.⁵³ La evaluación de la Universidad ISA pone de relieve la importancia de financiar futuros estudios que evalúen el potencial energético de los recursos de biomasa más prometedores.

Otra barrera es la ausencia de infraestructura para absorber los recursos de biomasa. La mayor parte de las zonas agrícolas que tienen potencial de biomasa significativa no se encuentran cerca de las líneas eléctricas. Por otra parte, hay poca experiencia con (y conocimiento en) la mezcla de diferentes tipos de biomasa para producir combustible, lo cual es importante si la energía de la biomasa se va a distribuir a nivel nacional.⁵⁴ Mientras tanto, algunos cultivos de biomasa, como la caña de azúcar, han visto descensos en la producción recientemente. Sin embargo, esto también representa una oportunidad, porque el aprovechamiento de la biomasa para producir energía podría servir como un catalizador para muchas industrias con dificultades. Otro obstáculo importante es que las fuentes de biomasa son estacionales: por ejemplo, la caña de azúcar se produce normalmente solo durante la mitad del año, lo que significa que se necesitan combustibles sustitutos si las plantas de energía que dependen del bagazo son para operar durante todo el año.

Por último, se debe crear un mecanismo de precios para la materia prima de biomasa. Aunque muchas fuentes de biomasa tienen la ventaja de no ser útiles para otros fines, esto no significa que su recaudación y distribución será gratuita. Se debe poner un mayor enfoque sobre cómo facturar correctamente materias primas de biomasa para que los agricultores o recolectores de residuos de biomasa privadas tengan un incentivo para capitalizar esta oportunidad de energía baja.⁵⁵

3.5.4 Resumen de la energía de biomasa

La caña de azúcar, el arroz y el café son los recursos de biomasa con mayor potencial en la República Dominicana. El bagazo de caña de azúcar por sí solo podría contribuir con 535 GWh adicionales de generación de electricidad al año. Sin embargo, la falta de infraestructura, las evaluaciones detalladas, y los mecanismos de fijación de precios de materias primas de biomasa son los obstáculos a una mayor utilización de la biomasa. De cara al futuro, Worldwatch recomienda que la República Dominicana priorice dos nuevos estudios: en primer lugar, un estudio que evalúe el potencial de biogás del banano, cacao, café y plátano (con un enfoque especial en la pulpa de café, que puede tener un potencial significativo ya que pocas granjas en el país la utilizan); y segundo, una evaluación más detallada del volumen de la cáscara de arroz disponible para la combustión después de que se cumplan los usos competitivos.⁵⁶

3.6 Otras tecnologías de energía renovable

Además de las principales tecnologías de energía renovable discutidas anteriormente, para los que la República Dominicana cuenta con importantes recursos disponibles, vale la pena explorar tres opciones adicionales: la energía de las olas y la energía mareomotriz, energía geotérmica, y la conversión de residuos en energía. En teoría, la energía de las olas y las mareas tienen un gran potencial en los países insulares como la República Dominicana, pero los costos de la tecnología siguen siendo demasiado altos para el desarrollo a escala comercial. La geotérmica, por su parte, es una tecnología madura que puede proporcionar una parte significativa de la generación en los países con recursos sólidos. Aunque parece poco probable que la República Dominicana tenga potencial suficiente para desarrollar la energía geotérmica, el país podría aplicar la calefacción geotérmica y sistemas de refrigeración, que no tienen las mismas necesidades de recursos específicos del sitio. El potencial de conversión de residuos en energía potencial se limitó igualmente en el país, aunque el uso de los residuos sólidos urbanos o los residuos de las granjas podría alimentar las partes importantes del país.

3.6.1 Tecnología de energía mareomotriz

La energía de las olas es una forma de tercera mano de energía solar y una forma de segunda mano de energía eólica. La luz del sol calienta bolsillos de aire, produciendo gradientes de temperatura que inducen la circulación atmosférica en forma de viento, que acciona entonces agua para producir olas. Los picos y depresiones que almacenan la energía potencial de las olas son proporcionales a la velocidad y la consistencia en que el viento sopla sobre un área abierta de agua.

La energía mareomotriz, por el contrario, es creada por los desfases entre las fuerzas gravitacionales de la Tierra, la Luna y el Sol en órbita y las fuerzas necesarias para mantener las órbitas en su lugar. Los ciclos regulares de las órbitas crean un ciclo regular de entradas y salidas en ciertos estuarios y canales de marea. Muchos sistemas de energía mareomotriz utilizan un diseño similar a las turbinas eólicas, excepto las unidades que se encuentran bajo el agua en la base de los estuarios y canales de marea. Dado que el agua es aproximadamente 1,000 veces más densa que el aire, los sistemas pueden producir aproximadamente 1,000 veces más energía que el viento usando el agua que se mueve con la misma velocidad de flujo que el aire. Las evaluaciones de los recursos de energía de las mareas se basan en los datos oceanográficos basados en la red, incluyendo las velocidades máximas de la corriente, la profundidad de los fondos marinos, la

altura máxima probable de la ola, la pendiente de los fondos marinos, la altura de ola significativa, y la distancia de la tierra.⁵⁷

Es importante señalar que, a diferencia de la mayoría de las tecnologías de energías renovables examinadas en este capítulo, las tecnologías marinas están lejos de ser comercialmente viables y todavía implican costos prohibitivos. La energía de las olas y mareomotriz enfrentan barreras similares. Los costos de la construcción y la instalación de estos sistemas, que incluye tanto los equipos de generación como los cables submarinos, son extremadamente altos, y la capacidad global existente es casi exclusivamente en forma de proyectos piloto y de demostración. A pesar de esto, el recientemente formado Ministerio de Energía y Minas, con la asistencia del Banco de Desarrollo de Latinoamérica (CAF), está realizando un estudio sobre el potencial de enfriamiento con agua marina (SWAC) y de conversión de energía térmica oceánica (OTEC) en las aguas dominicanas para proporcionar aire acondicionado y generar electricidad.

Entre los factores que deben considerarse en el desarrollo de proyectos de energías marinas están la corrosión de los equipos dentro del agua del mar, la coexistencia de otros usos humanos de las aguas costeras, como la pesca y la recreación, los obstáculos para conectarse a la red y las alteraciones potencialmente significativas en los ecosistemas. A pesar de las barreras actuales, la energía mareomotriz puede volverse competitiva en función de sus costos a medida que las tecnologías maduran, y pueden desempeñar un rol importante en los pequeños estados insulares que tienen territorios costeros extensos.⁵⁸ La República Dominicana no tiene actualmente instalaciones con tecnología mareomotriz.

3.6.2 Energía geotérmica

La energía geotérmica o energía térmica almacenada en la Tierra, se puede utilizar para generar electricidad o para proporcionar servicios de calefacción y refrigeración. Los buenos recursos geotérmicos pueden contribuir de manera significativa a la cartera de electricidad de una región: por ejemplo, la energía geotérmica representa el 27% de la generación de energía en Filipinas y 4.5% en California.⁵⁹ Una ventaja importante de la energía geotérmica en comparación con muchas otras energías renovables es que puede ser utilizada como una fuente de carga base de energía. Sin embargo, en la actualidad juega un rol limitado en la producción mundial de electricidad, con sólo 12 GW instalados en 24 países.⁶⁰ La principal limitación es la necesidad de depósitos con temperaturas muy altas cerca de la superficie de la Tierra. The Geysers en California, la planta de energía geotérmica más grande del mundo, se beneficia del vapor a 300 °C a menos de dos kilómetros por debajo de la superficie.⁶¹ Sin embargo, tales recursos son escasos y la explotación de la mayoría de los yacimientos geotérmicos profundos es tecnológicamente o económicamente irrealizable.

La República Dominicana actualmente no tiene capacidad geotérmica instalada. Las evaluaciones regionales muestran un bajo potencial para la isla de La Española en general, solo lo suficiente para satisfacer aproximadamente el 10% de la demanda del país.⁶² El mayor potencial de energía geotérmica en el Caribe se encuentra en las islas de las Antillas Menores, y, la capacidad geotérmica hasta el momento, solo se ha instalado Guadalupe (4.5 MW).⁶³

Debido a que la República Dominicana no tiene un alto potencial de energía geotérmica, la opción más atractiva es la calefacción y el enfriamiento geotérmico. Puesto que estos sistemas dependen de depósitos con temperaturas mucho más bajas, que no son tan específicos de un lugar y se pueden construir en

muchos lugares, ya sea para el calentamiento directo o para alimentar bombas de calor; a nivel mundial, al menos 78 países utilizan la energía geotérmica directamente para la calefacción.⁶⁴ En la República Dominicana, los sistemas geotérmicos podrían proporcionar enfriamiento en el clima tropical muy caliente, así como proporcionar control de la humedad. Tendrían que colocarse tubos a pocos metros por debajo del suelo, por lo que es una tecnología aplicable para el edificios gubernamentales, comerciales y hoteles.

3.6.3 Energía a partir de residuos

Los residuos sólidos urbanos (RSU) contienen material orgánico importante, y, cuando se queman, se puede mover una turbina para generar electricidad, similar a cualquier otra planta de energía térmica. Además, el gas producido en vertederos (principalmente el metano) puede ser capturado y utilizado para alimentar una planta de energía térmica. El RSU es ventajoso porque se puede utilizar como una fuente de carga base de energía. Debido a que los residuos serían descartados de otro modo, también es una fuente de combustible barato que requiere poca extracción de recursos o cambios en el uso del suelo.

En la República Dominicana, un proyecto de biogás de estiércol de cerdos cerca de Santiago produce 21 kW de electricidad, o lo suficiente para satisfacer las propias necesidades de la granja. En la región central del país también operan cuatro pequeños proyectos de biodigestores. Además, desde 2010 ha estado funcionando un sistema de recolección de gas de vertedero en el vertedero de Duquesa, cerca de Santo Domingo. El proyecto había previsto inicialmente capturar gas metano y utilizarlo para generar energía, pero en vez de ello, el gas está siendo quemado en la actualidad. Los niveles obtenidos de metano fueron menores de lo esperado, y las evaluaciones del potencial de generación de energía se han retrasado.⁶⁵ Finalmente, el Punta Resort & Club ha instituido un programa de cero residuos, aunque actualmente utiliza residuos de biomasa y desechos solo para la generación de la electricidad necesaria para sus servicios de lavandería.

3.7 Resumen del potencial de energías renovables

La República Dominicana tiene un sólido potencial de energías renovables extendido por todo el país y puede satisfacer casi toda su demanda de energía actual con los recursos evaluados en este capítulo. Los parques eólicos y de energía solar fotovoltaica son especialmente viables y deben ser primordiales en la matriz energética del país. Las estimaciones preliminares basadas en las evaluaciones de los recursos anteriormente muestran que la instalación de unos 24 kilómetros cuadrados de capacidad de energía solar fotovoltaica y 21 kilómetros cuadrados de parques eólicos podría proporcionar más de la mitad de la generación de electricidad del país en 2012. Las pequeñas hidroeléctricas y la biomasa también pueden desempeñar un rol limitado, pero importante, en el suministro a todo país. Aprovechando el bagazo de la caña de azúcar que actualmente no se utiliza, se podría proporcionar casi el 4% de la producción de energía actual de la República Dominicana. Las adiciones de capacidad de las pequeñas hidroeléctricas pueden ser especialmente útiles para ampliar el acceso de energía en lugares remotos y desatendidos.

4 | Mejora de la red y almacenamiento de energía

Conclusiones principales

- La red eléctrica de la República Dominicana requerirá mejoras y ampliación para dar cabida a la creciente demanda de energía, independientemente de que estas necesidades sean satisfechas con combustibles fósiles o con recursos renovables.
 - La desconexión de carga es un problema importante en la República Dominicana y conduce a un aumento de robo de electricidad por personas de todas las clases sociales, lo cual es el mayor obstáculo que enfrenta el sector. La capacidad instalada es actualmente suficiente para satisfacer la demanda; se trata de un problema de gestión de la distribución y de pago.
 - La generación distribuida, especialmente de los sistemas fotovoltaicos solares domésticos y azoteas a escala comercial, puede reducir la ineficiencia del sistema de energía al evitar pérdidas en la red.
 - El costo de la conexión a la red para instalaciones solares, eólicas y pequeñas hidroeléctricas probablemente será mínimo y no debe suponer un obstáculo para el desarrollo de las energías renovables.
 - Los desafíos asociados con la variabilidad de las energías renovables pueden minimizarse mediante la mejora de la infraestructura del sistema de la red con líneas de transmisión de mayor tensión y mejora en las operaciones y previsión.
 - Las plantas de energía de gas natural, diésel y fueloil existentes en la República Dominicana pueden activarse y desactivarse en respuesta a las fluctuaciones en la generación de energía solar y eólica; el sistema actual está bien adaptado a la integración de las energías renovables.
 - La integración de múltiples fuentes de energía renovables en una amplia área geográfica puede reducir aún más los problemas de intermitencia de energía renovables; en particular, la combinación de la capacidad de energía solar y eólica en la red puede suavizar la variabilidad estacional.
 - Las opciones de almacenamiento de electricidad, especialmente las baterías y los sistemas de agua por bombeo, se pueden combinar con la capacidad de energía renovable para almacenar la energía producida durante los períodos de alta producción y bajo demanda, para ser introducida en la red en horas pico.
 - Si se implementan las medidas necesarias de fortalecimiento de la red, las energías renovables pueden cubrir de forma confiable más del 85% de la demanda eléctrica de la República Dominicana al tiempo que reducen los costos de energía.
 - El rol de la energía hidroeléctrica está limitada al tratamiento de las intermitencias de la energía solar y eólica.
-

La República Dominicana posee muy sólidos recursos energéticos renovables que tienen el potencial de generar suficiente electricidad para satisfacer la creciente demanda de energía del país. La integración exitosa de nueva energía renovable en el sistema eléctrico nacional, no obstante, requiere una red sólida y operante. Los retos de gestión relacionados con la transmisión y la distribución de electricidad en la red son diferentes para generaciones centralizadas frente a la generación descentralizada. En este capítulo se ofrece una panorámica de la red eléctrica actual de la República Dominicana y se exploran soluciones probadas para el fortalecimiento del sistema para manejar la nueva capacidad de energía renovable.

La red eléctrica nacional dominicana, dividida entre tres operadores regionales, comprende unos 1,657 kilómetros de línea de 69 kilovoltios (kV) y algunas líneas de 1,337 kilómetros de líneas de 138 kV, la mayoría de las cuales están ubicadas en las zonas más pobladas y orientadas al turismo del país.¹ (Véase la Figura 4.1.) También incluye una nueva línea de transmisión de 345 kV que se extiende a lo largo de 160 kilómetros entre sus dos ciudades más grandes, Santo Domingo y Santiago. Además de la red nacional, existen nueve sistemas aislados grandes van desde 4 hasta 120 MW de tamaño.²

4.1 Panorámica de red existente en la República Dominicana

La nueva línea de alto voltaje de 345 kV, la primera de su clase en el país, está soportada por dos subestaciones y es supervisada por la compañía de transmisión de electricidad del país, Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED). Cuesta más de US\$170 millones y actualmente se está usando

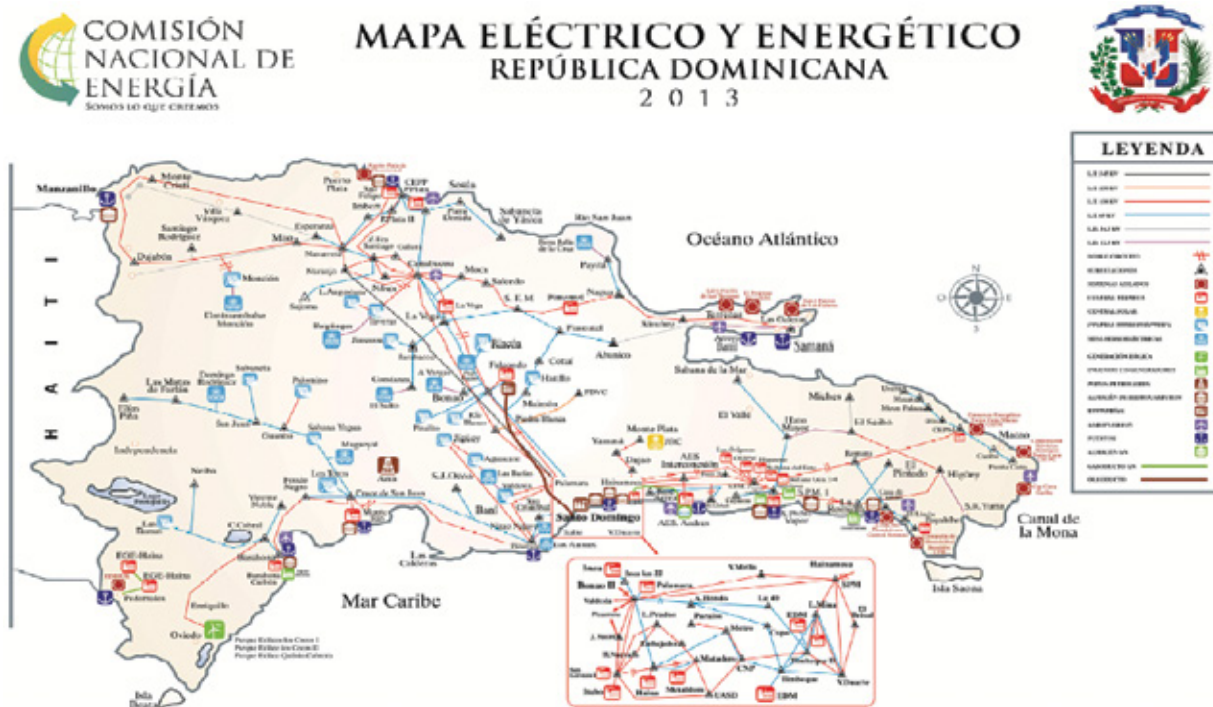


Figura 4.1

Red Eléctrica Integrada Nacional Fuente: CNE

a solo la mitad de su capacidad.³ Los directivos esperan que la nueva línea ayude a mitigar el problema de la electricidad poco confiable en la región del Valle de Cibao. También ayuda al país a prepararse para manejar la capacidad de nueva generación que se espera que llegue pronto en línea, incluyendo proyectos eólicos y solares.

Las pérdidas de electricidad son un problema mayor en la República Dominicana, y tanto el envejecimiento de la red como el robo de electricidad contribuyen enormemente a deficiencias de la red. Desafortunadamente, debido a que a las empresas de transmisión y distribución no siempre se les paga, estas no tienen suficiente capital para mejorar sus servicios. Una buena solución técnica para países propensos a altos niveles de robo de electricidad lo constituyen los “smart meters,” (medidores inteligentes), que permiten comunicación de dos vías entre puntos de consumo y producción en intervalos cortos (por hora o más). Los medidores inteligentes permiten que los servicios públicos rastreen el uso de energía por parte de los consumidores e irregularidades de una forma más fácil que los sistemas medidores tradicionales. A pesar de que los medidores inteligentes son caros, los programas bien planificados dirigidos a quienes roban electricidad pueden conducir a ahorros importantes de energía y beneficios financieros.

La compañía de servicios públicos propiedad del gobierno, CDEEE, inició un programa de medidores inteligentes en el 2008, pero fracasó grandemente debido a que los empleados de los servicios públicos no actuaron sobre la información que recolectaron.⁴ Con frecuencia, los empleados de los servicios públicos se benefician del robo de electricidad al recibir pagos por ignorar la situación, de modo que la simple recolección de datos no siempre es suficiente.

Desde el comienzo del programa de medidores inteligentes, un cambio de administración en CDEEE trajo consigo mayores resultados en el combate del robo. En el oriente del país, la compañía de servicios privada, CEPM, ha invertido casi US\$6 millones en medidores inteligentes y totalizadores para asegurar la calidad del servicio y disminuir drásticamente el potencial robo de electricidad.⁵ Ya que los medidores inteligentes pueden ser caros, los programas deben priorizar la instalación de medidores en ubicaciones de alto consumo. Aunque el robo de electricidad es común en todo el sector residencial, los consumidores comerciales, gubernamentales e industriales más grandes del país constituyen el grueso del consumo de electricidad total en el país, y podrían ser un objetivo más fácil.

La desconexión de la carga, o la suspensión deliberada del servicio de electricidad durante un periodo de tiempo, es un gran problema en la República Dominicana. No solo conduce a un mal servicio, sino que exacerba el robo de electricidad que ha dejado en deuda al sector de energía del país disminuyendo la calidad y valor de los servicios de electricidad en el país y haciendo que los consumidores estén más dispuestos a robar electricidad. La desconexión de la carga en la República Dominicana es más un factor de falta de pago y robo de electricidad por parte de clientes en todos los niveles de ingreso (y por ende, un problema de pago y administración de la distribución), que un problema de escasez del suministro.⁶ Los distribuidores podrían resueltamente pedir menos generación que la que saben que la red demanda, pidiendo solo lo que saben que recuperarán en términos de gastos.⁷ Es entonces que las compañías de distribución transfieren cualquier deuda pendiente con los generadores hacia la CDEEE, la cual puede demorar meses sin hacer un pago. Como resultado, los generadores han sabido cómo imponer lo que localmente se llama “apagones financieros”; negándose a proporcionar electricidad hasta que las deudas pendientes hayan sido cuando menos parcialmente pagadas.⁸

4.2 Generación descentralizada/distribuida

La generación distribuida generalmente se refiere a la generación de electricidad producida en el sitio del consumo, y puede variar en escala de unos pocos kW en instalaciones residenciales a decenas de MW para generación industrial grande. La integración de grandes cantidades de capacidad distribuida sobre la red requiere que tanto los operadores como las entidades de reglamentación de la red tenga una fuerte comprensión de los problemas técnicos (y soluciones) asociados con la generación distribuida, de inversión de flujo de energía a funcionamiento en isla sin intención.⁹ (Véase el Recuadro 7.)

Es difícil determinar el nivel exacto de la penetración de la generación distribuida que requerirá el fortalecimiento de la red de distribución de la República Dominicana. Sin embargo, es crucial que los instaladores y operadores de la red eléctrica dediquen atención seria a estos asuntos. Los ingenieros de los servicios públicos también deben planificar para la penetración futura de la generación distribuida cuando completen el mantenimiento estándar en la red eléctrica, para reducir cualquier carga futura en la red o sus clientes.

Dadas las relativamente altas pérdidas técnicas y no técnicas en las redes eléctricas dominicanas, estimadas en un 32%, los sistemas de generación distribuida pueden traer importantes beneficios económicos positivos. Ya que estos sistemas generan electricidad en el punto de uso que no necesita pasar a través de la red eléctrica, un kilovatio-hora que viene de un panel solar de techo es más valioso que un kilovatio-hora que viene de una planta de carbón o diésel (equivalente a 1.6 kWh de una planta de energía si las pérdidas son del 32%). Sin embargo, la integración de un sistema de generación distribuida con la red eléctrica bajo un régimen de medición neta o tarifa de alimentación, significaría que algo de la salida del sistema estaría sujeta a las pérdidas de la red eléctrica.

Las pérdidas de la red de la República Dominicana se reflejan en precios de la electricidad relativamente altos, lo que hace que los sistemas distribuidos sean más atractivos financieramente allí que en países donde los precios de la energía de la red son más bajos. Además, la instalación de estos sistemas reduciría el número de kilovatio-horas que tienen que generarse en el país, mejorando la eficiencia del sistema eléctrico. En consecuencia, la promoción de la generación distribuida es una prioridad nacional valiosa.

4.2.1 Minirredes para electrificación rural

Las minirredes, una forma de generación distribuida, brindan una solución tecnológica y económicamente factible a la electrificación rural. Una minirred se describe como “un sistema de energía discreta consistente de fuentes de energía distribuida (por ejemplo, renovables, convencionales, de almacenamiento) y cargas capaces de operar en paralelo con, o independientemente de, la red principal”. En el caso de la electrificación rural, las minirredes están aisladas de la red principal, con la opción de interconexión con el sistema de red más grande si la extensión de la red se vuelve una posibilidad.

Los diseños de minirredes varían con base en los recursos y tecnologías disponibles localmente. Muchos proyectos antiguos de minirredes eran energizados por generadores diésel, usados comúnmente para producir electricidad en áreas remotas. Los generadores diésel tienen bajos costos de inversión inicial y de capital y son despachables, capaces de generar electricidad cuando se necesita, y el combustible se puede

Recuadro 7. Desafíos técnicos y soluciones asociados con la generación distribuida

- **Inversión de flujo de energía.** En casos donde la alta generación de energía distribuida supera la demanda eléctrica local, esto aumenta el voltaje en la red local y podría superar el voltaje que la red eléctrica suministra, invirtiendo el flujo de energía. El flujo invertido de energía puede sobrecargar y dañar el equipo eléctrico si la red ya está experimentando flujo de energía cercano a su capacidad máxima. Para diseñar un sistema que aborde efectivamente la inversión de flujo de energía y los parámetros de flujo de energía máxima, los ingenieros deben primero identificar la infraestructura única de la red y la generación distribuida para cada nueva instalación grande, así como en una base total localizada si hay una alta densidad de instalaciones pequeñas de generación distribuida.
- **Regulación del voltaje.** La regulación del voltaje permite que los operadores de la red garanticen una alta calidad de electricidad manteniendo el voltaje de la línea de distribución dentro del 5 al 10% del voltaje de operación diseñado. Los sistemas de generación distribuida fluctúan en salida de voltaje durante la operación, o cuando se encienden y apagan, y pueden potencialmente dañar las cargas sensibles (como equipo de fabricación) a los cuales les suministran energía. Los compensadores VAR estáticos (un dispositivo eléctrico especializado para sistemas de alto voltaje) y los cambiadores de toma bajo carga (mecanismos contenidos dentro de los transformadores de energía) pueden regular los niveles de voltaje mediante energía de ajuste incremental en la línea de distribución.
- **Distorsión armónica.** Cuando la frecuencia fundamental de la corriente eléctrica es distorsionada por otras frecuencias de interferencia, esto puede hacer que la corriente efectiva supere la capacidad del sistema de transmisión, conduciendo a problemas de sobrecalentamiento y regulación de voltaje. Cualquier unidad de generación distribuida conectada a la red debe cumplir con límites para la distorsión armónica máxima como lo describe la Normativa 519 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE). Los inversores modernos son capaces de reducir el efecto de la distorsión de la generación de energía al punto de insignificancia. Los filtros de energía pasiva y activa son dispositivos electrónicos que también pueden suprimir los armónicos.
- **Perturbación del esquema de protección.** Esto puede ocurrir cuando una red existente tiene varias medidas en ejecución para protegerla contra flujo de energía bidireccional o un exceso de la capacidad máxima de la línea de transmisión. Cuando un nuevo sistema de generación distribuida comienza a alimentar energía de regreso a la red, un fusible (por ejemplo) se puede fundir si el flujo de energía supera cierto umbral para evitar daños a la red más adelante. Es posible que los fusibles, disyuntores de circuito, reconectores y seccionadores necesiten ser rediseñados.
- **Funcionamiento en isla no intencional.** Este es el problema más importante que puede ocurrir con los sistemas de generación distribuida, aunque se ha resuelto grandemente mediante avances en las normas del inversor. En el caso de un apagón de la red, los disyuntores aíslan automáticamente la sección de la red en la cual ocurre una interrupción de la energía. Un generador que todavía está suministrando energía dentro de esta "isla" durante una interrupción de la red puede interferir con el procedimiento de aislamiento del disyuntor, conduciendo a apagones más largos que lo necesario. Lo que es aún más grave, un técnico que intenta arreglar una línea que se cree está desconectada pero que realmente todavía está siendo energizada puede crear un peligro letal. Además, si un generador está operando dentro de una isla, la corriente alterna (AC) en la isla puede comenzar a alternarse fuera de fase con la AC en la red, y la reconexión fuera de fase puede dañar severamente al equipo.

Existen soluciones pasivas y activas para evitar el funcionamiento en isla mediante la desconexión de la generación distribuida dentro de un periodo de tiempo estándar. Los métodos pasivos miden la energía de la red en el punto de conexión de la unidad de generación distribuida y desconecta la unidad si se interrumpe la energía de la red, pero están diseñados para ser insensibles con el fin de evitar desconexión innecesaria. Los métodos activos resuelven el problema de funcionamiento en isla mediante la inyección periódica de pequeñas ráfagas de energía en la red y observando la respuesta, pero se les critica que reducen la calidad de la energía.

Fuente: Véase la nota final 9 para este capítulo.

almacenar hasta que se necesite. Sin embargo, el diésel es susceptible a una gran volatilidad del precio, especialmente en áreas remotas. Las interrupciones del suministro en áreas aisladas (como en el caso de una minirred rural) pueden disminuir la capacidad de despacho de los generadores diésel, eliminando una de las pocas ventajas que los generadores diésel tienen sobre las minirredes alimentadas por energía renovable. Además de las restricciones en el suministro, la combustión diésel tiene impactos en el medio ambiente y la salud, afectando la calidad del aire local y contribuyendo a problemas respiratorios y otros problemas de salud.

Para generar suficiente electricidad para almacenamiento, los sistemas de energía renovable deben sobredimensionar su capacidad, conduciendo potencialmente a un aumento en el costo total de la energía.

A pesar de sus costos de inversión inicial más altos, con frecuencia los sistemas de energía renovable son muy adecuados para sacar provecho de los recursos energéticos locales (por ejemplo, solar, hidroeléctricos, biomasa) y, si se diseñan y manejan apropiadamente, tienen una ventaja marcada de costos a largo plazo sobre los generadores diésel en áreas remotas. Las tecnologías que utilizan energía solar, eólica e hidroeléctrica evitan los costos de combustible y la posibilidad de escasez del suministro, pero deben enfrentar el problema de la variabilidad (por ejemplo, el sol no siempre está brillando) y usar soluciones de almacenamiento de energía. Por el contrario, los sistemas basados en biomasa son despachables, similares a los generadores diésel, pero requieren la adquisición de una carga de alimentación estable y suficiente. Con un suministro suficiente de combustible, pueden brindar factores de alta capacidad y dimensionamiento apropiado para satisfacer las cargas de la minirred.

Con el financiamiento apropiado para pagar las tecnologías de generación de energía renovable y almacenamiento de energía, los sistemas de minirredes de energía renovable son una opción efectiva y económicamente viable para la electrificación rural.

Otra opción de diseño efectiva es la minirred híbrida. Los sistemas de minirred híbrida combinan la energía renovable, almacenamiento de energía y respaldos de generadores diésel para minimizar las desventajas de cada sistema. Con frecuencia, los sistemas híbridos son la opción a largo plazo de menor costo, ya que la gran proporción del sistema de energía renovable puede reducir los costos de combustible y disminuir los costos totales de la energía, mientras que el uso de respaldos de diésel puede minimizar la necesidad de tecnologías caras de almacenamiento de energía y garantizar un suministro de electricidad más confiable. Sin embargo, muchas comunidades remotas ya tienen acceso a generadores diésel que pueden ser apropiados o usados como generadores de respaldo para una minirred a escala comunitaria. Estos sistemas híbridos pueden generar tanto como del 75 al 99% del suministro total de energía a partir de energía renovable, eliminando muchos de los impactos al medio ambiente y la salud ocasionados por los generadores diésel en funcionamiento y aun suministrar electricidad confiable.

4.2.2 Tasas de recaudación de tarifa de minirredes y electricidad

Aunque la transmisión y distribución de electricidad en la República Dominicana está plagada de pérdidas masivas no técnicas (debido principalmente al impago y robo de electricidad), existen algunas señales de mejora. El impago parece ser menos que un problema en áreas del país fuera de la red que obtienen su energía de “microredes”, o de un grupo de consumidores, generadores y entidades de almacenamiento de energía que están conectados entre sí y operan como una pequeña red conectada a la red principal o que sirve como una isla autosuficiente. Aunque los precios de la electricidad de las microredes son generalmente más altos que los de las redes convencionales, las tasas de pago en algunos lugares están cerca

del 100%. En la ciudad noreste de Samaná, cerca del 94% de clientes pagan sus facturas de electricidad, a pesar del precio de 42 centavos de dólar por kWh (comparado con los 22 centavos de dólar por kWh en la capital, Santo Domingo). En la ciudad oriental de Bávaro, la tasa de pago supera el 95%, a pesar de los precios de cerca de 30 centavos de dólar por kWh. Y en la sureña ciudad de Pedernales, cerca de la frontera haitiana, el pago se aproxima al 99%, a pesar del precio de 28 centavos de dólar por kWh.

Las microredes tienen un fuerte potencial para un crecimiento vertiginoso, es decir, los sistemas de generación aislados primero se desarrollan por su cuenta pero eventualmente alcanzan un tamaño crítico y se pueden conectar a la red principal así como la una con la otra. Otras ventajas de las microredes incluyen mayores posibilidades de automatización, aislamiento de las perturbaciones y apagones de la red y un mayor potencial de involucramiento de la comunidad. Para un país con un potencial suficiente de energía renovable, las microredes pueden ser una alternativa conveniente y más barata a la extensión clásica de la red, con ventajas adicionales relacionadas con tasas de pago más altas.

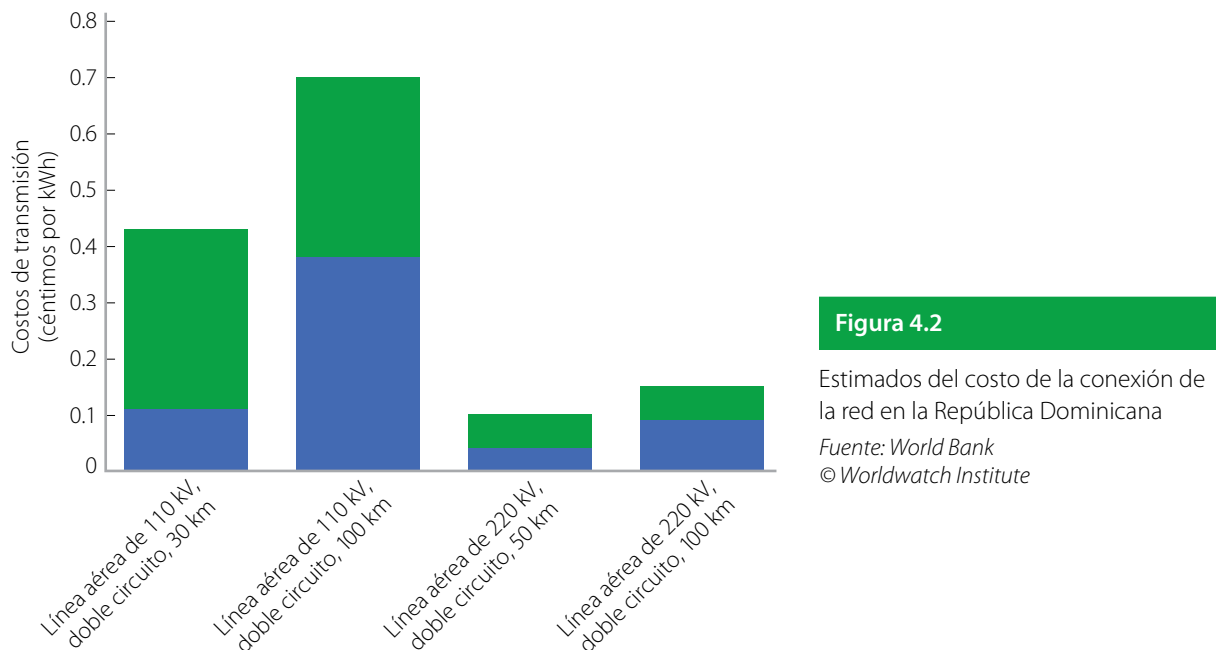
4.3 Conexión de la red e integración para la generación centralizada

A la escala de los servicios públicos, la conexión a e integración con la red de transmisión plantea desafíos para la generación variable. La generación de instalaciones eólicas y solares a escala de servicios públicos es mucho más dependiente de la ubicación que la generación de plantas basadas en combustible fósil, que consumen carga de alimentación portátil (aunque con frecuencia costosa para transportar). Encontrar un sitio viable para la generación de energía renovable requiere equilibrar los recursos disponibles en el lugar con su proximidad a infraestructura existente. En la República Dominicana, incluso en áreas con fuertes recursos renovables, el costo de la extensión de la red puede hacer que el desarrollo sea prohibitivamente caro en algunas de las zonas sondeadas en esta hoja de ruta.

Los cálculos preliminares de Worldwatch usando el Modelo del Banco Mundial para la Evaluación de la Tecnología (META, por sus siglas en inglés) demuestran que, en general, la conexión de la red no presenta un costo adicional importante para el desarrollo de energías renovables en la República Dominicana. Con base en los resultados de modelación, incluso la construcción de una línea de transmisión de 50 kilómetros contribuiría con menos de 1 centavo por kWh al costo de la electricidad de un nuevo parque eólico. (Véase la Figura 4.2.)

Flexibilidad de la red: cuán rápido un sistema de electricidad puede ajustar el suministro de electricidad y la carga arriba y abajo, es una función de las características físicas y su diseño operativo y de mercado. Todas las redes requieren cierta cantidad de flexibilidad para equilibrar las fluctuaciones en la demanda durante la hora y el día, así como cambios inesperados en el suministro en situaciones como mal funcionamiento o eventos de clima severo. La integración de generación variable agrega otro elemento de variabilidad al sistema de red y generalmente requiere una mayor flexibilidad de la red. En consecuencia, los cambios que pueden aumentar la flexibilidad global de la red o reducir la necesidad de flexibilidad para responder a fluctuaciones de la demanda aumentan el potencial de acomodar niveles más altos de generación variable.

Algunas de las características físicas que determinan la flexibilidad están fuera del control de los operadores de la red. Por ejemplo, las redes más grandes o áreas de equilibrio, sea que se midan por



el número de instalaciones de generación o el área geográfica cubierta, son más flexibles debido a que la variabilidad en el suministro y demanda puede ser suavizada mediante la agregación en áreas de equilibrio con tipos más diversos de plantas de energía. La capacidad de la flota de generación para suministrar variabilidad para responder a cambios en la generación variable aumenta linealmente a medida que el área de equilibrio, pero la variabilidad de la generación aumenta menos que linealmente.

Por ejemplo, dos parques eólicos en lugares diferentes generarán una salida combinada que es menos variable que la de cualquier granja individual. Un estudio en el estado de Nueva York, un área dos veces el tamaño de la República Dominicana, encontró que combinando las 11 zonas del sistema de energía del estado redujo la variabilidad eólica horaria en un 33% y la variabilidad eólica de cinco minutos en un 53%.

Por razones similares, el número y capacidad (en MW) de interconexión con redes vecinas está también correlacionado positivamente con la flexibilidad de la red. Si las redes vecinas están equipadas para suministrar a la otra con la variabilidad necesitada con el fin de afrontar el exceso o la producción faltante, pueden recrear la ventaja de un área de equilibrio más grande dentro de una red individual. En el caso de la República Dominicana, la interconexión con Haití podría estimular el potencial de energía renovable de ambos países. Ya que Lac Aceui, el área de Haití con el recurso eólico más sustancial, está localizada cerca de Puerto Príncipe y la frontera dominicana podría potencialmente servir como una fuente de carga importante a través de la cual conectar las redes de las dos naciones.

Las correlaciones entre la generación de energía renovable y la demanda también ayudan a determinar la cantidad de generación variable que se puede integrar cómodamente. Si las crestas y valles de la generación eólica o solar se hacen coincidir bien con las crestas y valles de la demanda, es más fácil que encajen con el resto de la flota de generación. En este sentido, la República Dominicana no parece ser un lugar ideal para la generación variable fuertemente centralizada. Las islas pequeñas tienden a tener redes pequeñas y geográficamente aisladas (si las hay), y aunque se pueden construir líneas de transmisión submarinas, el costo se eleva rápidamente con la distancia y profundidades que deben cruzar. La red

actual de la República Dominicana es más pequeña que las redes regionales en los Estados Unidos y las redes nacionales en muchas áreas que tienen altas penetraciones existentes de generación variable. Sin embargo, los estudios indican que algunas regiones de la isla, como Oahu en el estado de Hawái de los EE.UU., pueden ser capaces de integrar la generación variable con la red sin sacrificar la confiabilidad.

Los planificadores de redes tienen control sobre otros factores físicos que afectan la flexibilidad de la red. La fortaleza de la red, la capacidad de transportar electricidad de su punto de generación a su punto de demanda, está correlacionada positivamente con la flexibilidad de la red; sin embargo, puede estar limitada por redes de transmisión y distribución viejas, ineficientes y congestionadas, ya que existen en algunas partes de la República Dominicana. El número, ubicación y tipos de plantas de energía también contribuyen en la determinación de la flexibilidad de la red. Tener en cuenta la generación variable no requiere aumentar la capacidad instalada de una flota de generación, pero puede requerir cambiar su conformación. Los cambios rápidos en la salida de la generación variable pueden ser compensados por aumentos o disminuciones rápidas en la salida de otros generadores que están explícitamente diseñados como responsables, bajo la dirección del operador de la red, de responder a tales cambios.

Algunas tecnologías de plantas de energía están mejor adaptadas que otras a esta tarea. Las turbinas de vapor, por ejemplo, emplean un tiempo largo para ascender y descender, y pierden eficiencia cuando no están operando a su carga de diseño. El esfuerzo mecánico de lugares de ciclado en estas plantas, conducen potencialmente a necesidades mayores de mantenimiento y vidas útiles más cortas. Otras tecnologías de plantas, como las turbinas de petróleo o gas o motores recíprocos, ascienden y descienden muy rápidamente y pierden menos eficiencia cuando están operando a cargas parciales. Por estas métricas, la República Dominicana se ve más atractiva. La dependencia del país del fueloil, diésel y gas natural significa que una gran proporción de su flota de generación es de la variedad más flexible.

Sin embargo, la generación de energía hidroeléctrica en la República Dominicana depende fuertemente del nivel de pluviosidad; e incluso entonces, hay un orden jerárquico para el uso de la lluvia: consumo personal, irrigación y luego generación de electricidad. Cualquier agua que se acumule en embalses es rápidamente usada para generar electricidad. Como resultado, estas instalaciones (como operan actualmente) no son tan útiles para lidiar con la variabilidad, en contraste con sistemas como la Bonneville Power Administration en la U.S. Pacific Northwest que rutinariamente ha usado plantas hidroeléctricas para equilibrar las cantidades en aumento de la generación eólica. Esto podría cambiar, por supuesto, si la capacidad de generación global aumenta significativamente, como con la adición de nuevas fuentes renovables.

En ausencia de mejoras continuas a la infraestructura y diseño del mercado, la capacidad del sistema de red dominicano para absorber la generación variable puede atrasar el crecimiento de la generación renovable en el país. Aunque mucho de lo que dicta la capacidad de una red para aceptar generación variable está predeterminado, hay muchos pasos que la República Dominicana puede tomar para facilitar el proceso.

La red dominicana no está interconectada entre las provincias del norte y del suroeste del país, planteando problemas para la interconexión de energía renovable. Hay planes para cerrar la red con una extensión a través de Manzanillo y luego al sur. El cierre de la red ayudará a integrar fuentes de energía renovable intermitentes, ya que la energía entonces podrá fluir en ambas vías en caso de que haya problemas a lo largo de la red.

4.4 Integración de recursos de energía renovable complementaria

Algunos de los desafíos más grandes asociados con la naturaleza variable de la generación de electricidad de algunos recursos renovables se pueden abordar mediante la identificación de recursos complementarios, es decir, potencial renovable de fuentes diferentes o áreas geográficas que son más fuertes en momentos diferentes del día o del año. Si los recursos son complementarios, el periodo débil para una coincide con la generación fuerte de otra en la misma red, creando un nivel relativamente estable de generación total. La energía solar y eólica son ambas fuentes de energía variable, y, en la República Dominicana, la energía hidroeléctrica pequeña es en parte de capacidad firme y en parte variable, ya que fluctúa con las estaciones. De igual manera, el potencial de la biomasa varía con la estacionalidad de los cultivos.

La energía eólica brinda un ejemplo particularmente útil de los beneficios de la integración de recursos complementarios, ya que la intermitencia es uno de los desafíos más grandes de la energía eólica. El viento no sopla continuamente y varía significativamente durante todo el año y el día. Cuán pronunciada es esta variación, y qué tan bien los recursos eólicos con patrones diferentes de variabilidad a través del país se pueden integrar para reducir la intermitencia global, contribuiría en la determinación de la viabilidad de agregar energía eólica a la red de electricidad. La variación estacional es útil para la planificación del sistema de energía y la programación de mantenimiento de largo plazo, mientras que la variación diaria es especialmente importante para examinar si y cuándo la generación eólica pico coincide con la demanda eléctrica pico diaria. En la República Dominicana, la demanda tiende a elevarse desde las 7 p.m. hasta las 10 p.m. y permanece relativamente alta y consistente de las 9 a.m. hasta las 11 p.m. Es la más baja desde cerca de la medianoche hasta las 8 a.m. (Véase la Figura 4.3.)

Los resultados de las seis zonas de estudio indican que los recursos eólicos en lugares diferentes del país parecen tener patrones de generación diaria variables pero complementarios. (Véase la Figura 4.4.) Aunque la generación promedio de todos los seis sitios es bastante constante durante todo el día, con la generación cayendo alrededor del mediodía (ver línea negra), hay algunas variaciones. Pedernales y Baní ven el pico de generación toda la noche (de 11 p.m. a 2 a.m.) y luego disminuye lentamente durante todo el día,

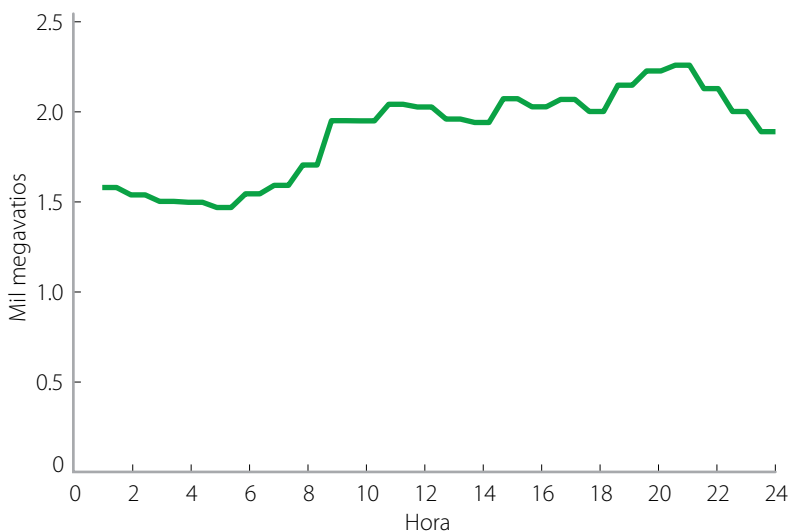


Figura 4.3

Curva de demanda de carga diaria para la República Dominicana

Fuente: OC

© Worldwatch Institute

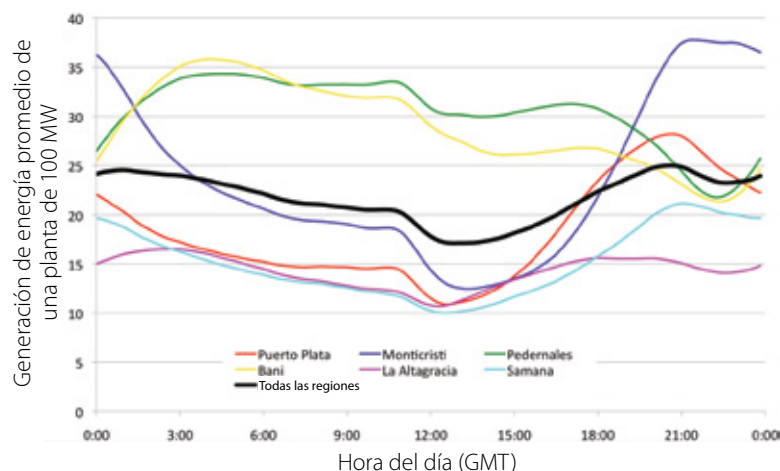


Figura 4.4

Variabilidad diaria del viento en la República Dominicana

Fuente: 3TIER

alcanzando un mínimo alrededor de las 6 p.m. Sin embargo, en Montecristi y Puerto Plata, la generación alcanza su pico alrededor de las 5 p.m., permanece alta hasta cerca de las 9 p.m., y se mantiene baja durante la noche y a lo largo de la mayor parte del día. Así, Baní y Pedernales serían efectivos para satisfacer la demanda pico desde las últimas horas de la mañana hasta temprano por la noche, con Montecristi y Puerto Plata capaces de satisfacer el fin de la demanda pico durante las últimas horas de la noche.

La frecuencia con la cual los sitios de energía eólica potencial experimentan “eventos de rampa” - cambios en la generación de más del 5% de la capacidad instalada en un corto periodo de tiempo - también juega un rol en la determinación de su atractivo. Nuestras evaluaciones examinan la variación del viento en intervalos de 10 minutos y por hora en sitios representativos. (Véase las Figuras 4.5 y 4.6.) En ambos periodos de tiempo, la diversificación geográfica reduce tanto el número como el tamaño de los eventos de rampa, pero el efecto es mucho mayor en intervalos de 10 minutos, ya que hay menos tiempo para que múltiples sitios sean afectados por el mismo patrón climático. Una manera de reducir significativamente la variabilidad de la generación eólica es colocar parques eólicos en múltiples lugares que muestren una diversidad de variación estacional y diaria, con el fin de nivelar la generación diaria y anual. De las cuatro provincias con el mejor recurso eólico, los sitios representativos en Puerto Plata, Montecristi y Pedernales muestran menos variación en intervalos de 10 minutos, mientras que Puerto Plata y Baní son los menos variables de hora a hora.

La concentración de turbinas eólicas también tiene un efecto significativo en los eventos de rampa, de nuevo más notable cuando se examinan tales eventos en periodos de 10 minutos. Una concentración más baja de turbinas, con menos unidades por punto de red, significaría que una instalación de una capacidad dada cubriría más área. La velocidad del viento vista por cada turbina estaría menos fuertemente correlacionada con la velocidad del viento vista por las otras turbinas en la instalación, haciendo que los eventos de rampa sean menos severos y menos frecuentes. En general, la relación entre el área cubierta y el número de eventos de rampa en periodos de 10 minutos es aproximadamente exponencial, mientras que cuando se ve en variación horaria es aproximadamente lineal. Sin embargo, simplemente ampliar el tamaño de las instalaciones no es una solución, ya que una rampa pequeña en un proyecto grande puede ser más grande en megavatios que una rampa grande en un proyecto pequeño.

Desde una perspectiva estacional, la similitud entre las seis zonas es más pronunciada. (Véase la Figura 4.7.) Como en la mayoría de países tropicales, la República Dominicana experimenta importante

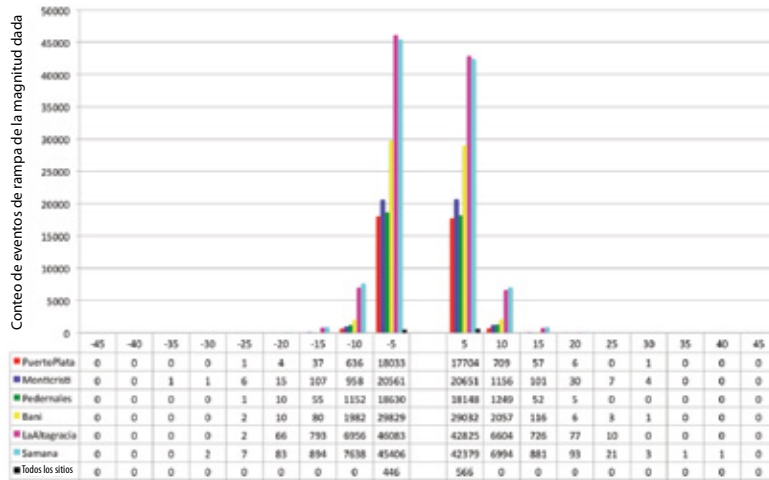


Figura 4.5

Histograma de eventos de rampa de 10 minutos para sitios representativos en cada provincia

Fuente: 3TIER

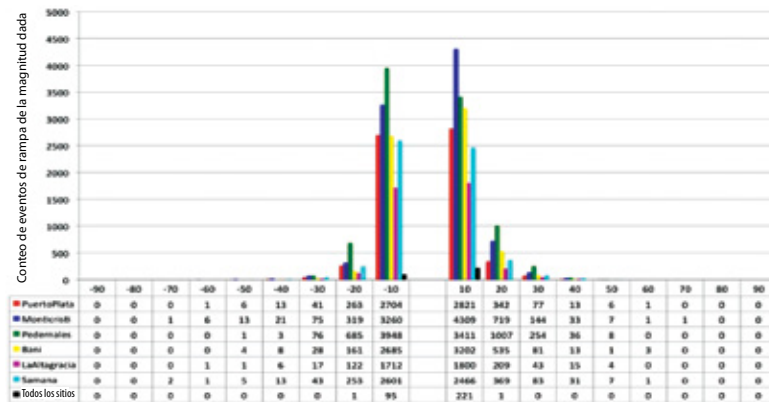


Figura 4.6

Histograma de eventos de rampa de 10 minutos para sitios representativos en cada provincia

Fuente: 3TIER

variación estacional, incluyendo una fuerte precipitación estacional y los eventos climáticos tienden a estar fuertemente influenciados por zonas de alta y baja presión de larga duración, que ocurren relativamente de forma consistente. El potencial eólico del país tiende a ser más alto durante los meses del verano desde mayo hasta agosto, pero los dos sitios de más alto potencial (Baní y Pedernales) también experimentan un pico de invierno desde diciembre hasta febrero.

Los patrones del viento estacional también son relativamente consistentes año con año. Los vientos del verano casi siempre han llegado a su pico de junio a agosto; sin embargo, los vientos del invierno han sido un poco más variables en los últimos 10 años, con el pico de diciembre-enero algunas veces diferido hasta marzo. Esta variabilidad puede conducir a desafíos en la planificación del sistema de energía y la programación del mantenimiento de largo plazo. En general, al observar la variación estacional y diurna entre provincias diferentes, está claro que tener parques eólicos en las zonas norte (Montecristi y Puerto Plata) y sur (Baní y Pedernales), si se colocan adecuadamente, podría conducir a una salida más consistente que las granjas en cualquier otro lugar. (Véase la Figura 4.8.)

Con respecto a la energía solar, los estudios de Santiago y Santo Domingo indican que el potencial solar alcanza su pico alrededor del mediodía, entre las 10 a.m. y las 2 p.m. (Véase la Figura 4.8.) Ya

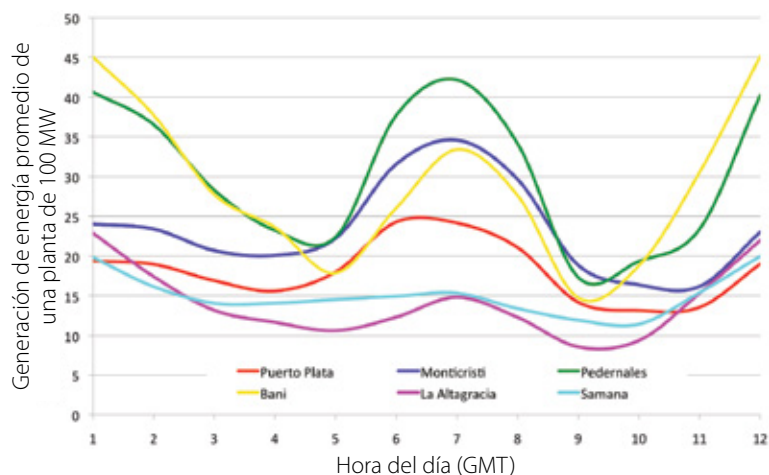


Figura 4.7

Variabilidad estacional del viento en la República Dominicana

Fuente: 3TIER

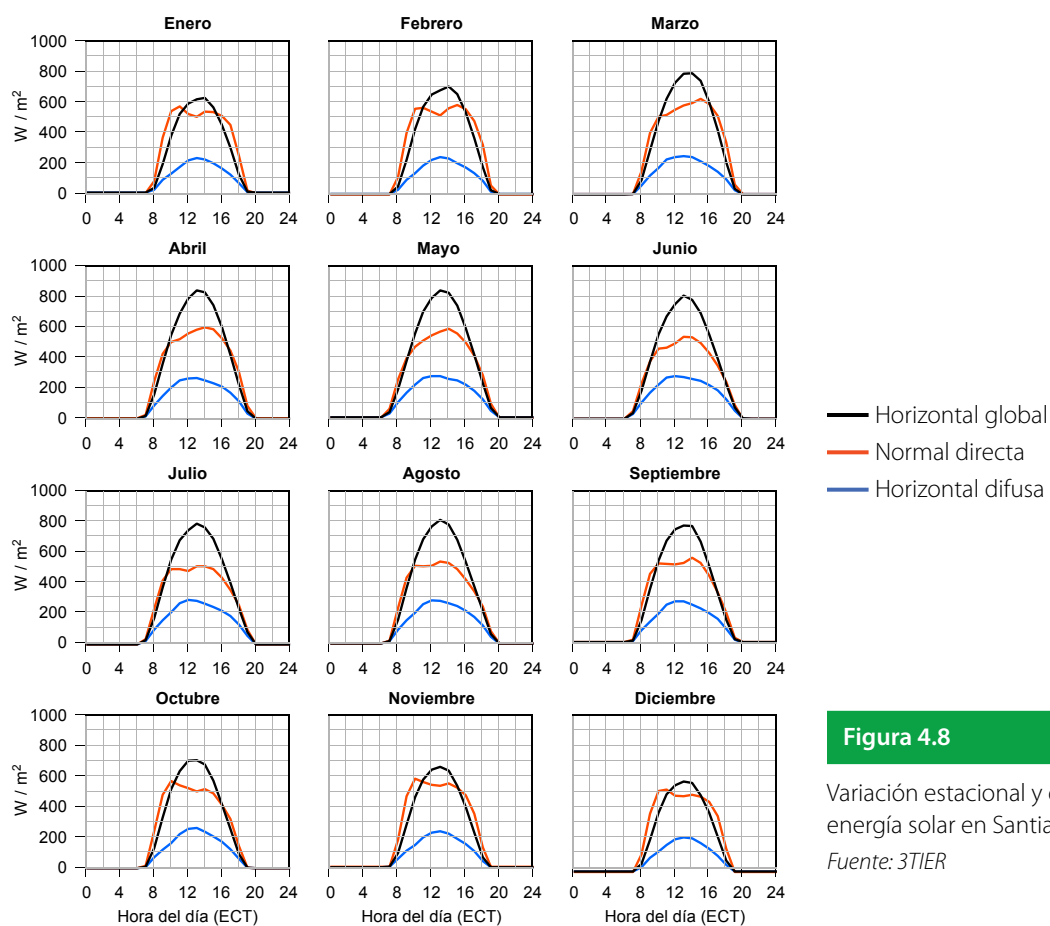


Figura 4.8

Variación estacional y diurna de la energía solar en Santiago

Fuente: 3TIER

que la energía solar depende de la luz del sol, hay poca complementariedad a ser encontrada entre sitios diferentes en la misma región porque están produciendo energía al mismo tiempo. De igual manera, la variación estacional de los recursos solares parece ser bastante uniforme a través de la República Dominicana.

La generación complementaria de diferentes recursos renovables, como el viento y el sol, también se pueden integrar en la misma red para suavizar la variabilidad diaria y estacional. En la República Dominicana, los recursos solares y eólicos tienen su pico en horas diferentes, lo que significa que podrían complementarse el uno al otro en una base diaria. Los recursos eólicos son con frecuencia más fuertes durante la noche y temprano por la mañana y más débiles durante el mediodía, lo que significa que las instalaciones solares pueden generar electricidad cuando el viento no la está produciendo.

Sin embargo, la complementariedad *estacional* entre la energía solar y la eólica, no está tan clara. Ambos recursos tienden a alcanzar su pico en el verano de junio a agosto, lo que es beneficioso considerando que este es el momento del año cuando la generación y demanda eléctrica son mayores.¹⁰ (Véase la Figura 4.9.) La energía solar luego cae y alcanza su punto más bajo de noviembre a febrero, mientras muchas de las zonas de viento también caen fuera de los meses de verano. Sin embargo, dos sitios de viento en particular, Baní y Pedernales, muestran otro pico de generación de noviembre hasta febrero, lo que significa que estos sitios podrían ayudar a complementar la generación solar.

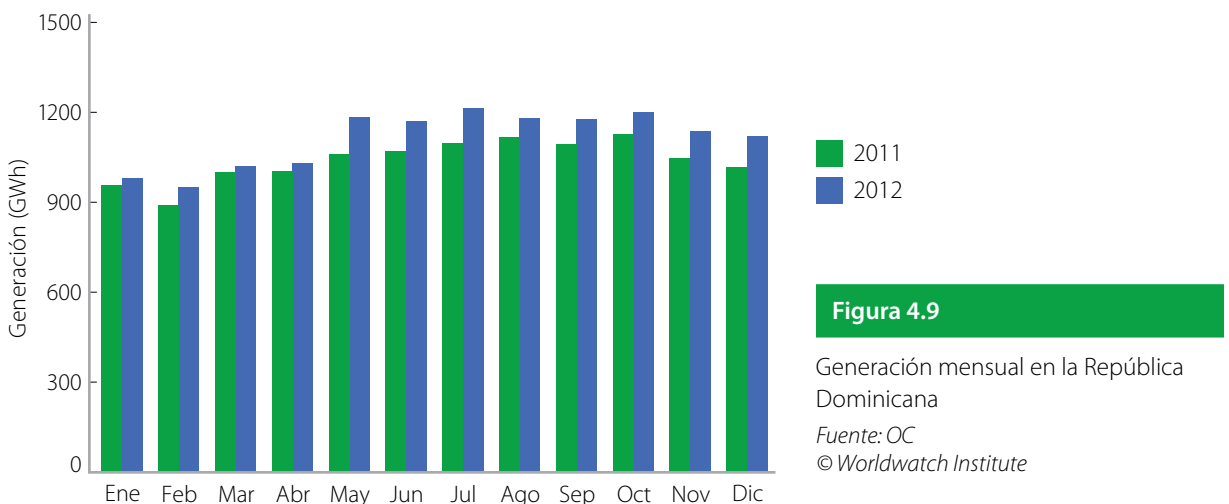


Figura 4.9
 Generación mensual en la República Dominicana
 Fuente: OC
 © Worldwatch Institute

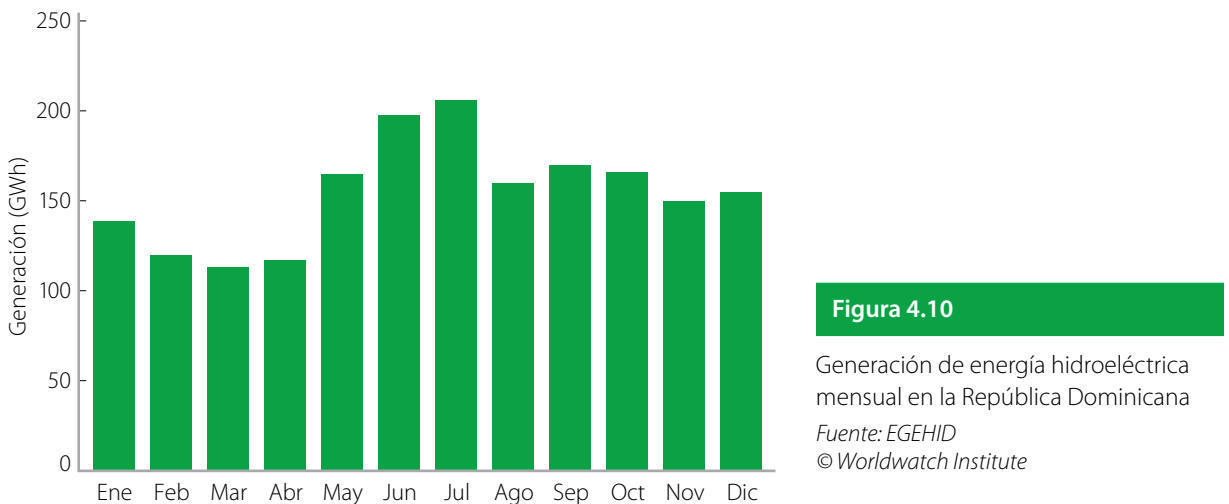


Figura 4.10
 Generación de energía hidroeléctrica mensual en la República Dominicana
 Fuente: EGEHID
 © Worldwatch Institute

El rol de la energía hidroeléctrica en el abordaje de las intermitencias de la energía solar y eólica en la República Dominicana es limitado. El recurso hídrico del país ya está grandemente explotado - usado en gran parte para satisfacer la demanda pico - y la flexibilidad de la distribución está limitada por necesidades del agua en competencia para irrigación y consumo humano. Sin embargo, el potencial hidroeléctrico es mayor de junio a agosto, los mismos meses que las energías solar y eólica son abundantes.¹¹ (Véase la Figura 4.10.) El potencial hídrico es más bajo de enero a mayo, lo que significa que tiene poca capacidad para compensar la baja producción de energía solar y eólica durante esos meses.

Con respecto a la biomasa, la estación donde no hay cosecha para la caña de azúcar en la República Dominicana es de mayo a noviembre. Debido a que los recursos hídricos, solares y eólicos tienden a alcanzar su pico durante el verano, puede existir alguna complementariedad estacional entre la cogeneración de bagazo de caña de azúcar y estas otras fuentes de energía renovable. Si los recursos de biomasa se almacenan y se ponen a disposición todo el año, pueden también complementar los recursos intermitentes como el solar y el eólico. Las plantas de biomasa pueden ponerse en marcha rápidamente para compensar la variabilidad en otros recursos.¹² Algunos desarrolladores en la República Dominicana han expresado interés en la construcción de plantas de biomasa y energía solar para que puedan generar energía de carga base de manera colectiva.¹³

4.5 Operaciones, mercados y pronóstico

Los asuntos operativos también influyen en la flexibilidad global de una red, sobre todo porque hay muchas situaciones donde no se puede acceder a la generación flexible existente debido al marco institucional de la red o normas de programación. Cada red está gobernada por códigos de red que definen cómo y si los dispositivos eólicos o solares responden a ciertas condiciones de la red, incluyendo caídas de voltaje y sobregeneración. Si los códigos de la red no están diseñados para acomodar la energía eólica y solar fotovoltaica, los operadores de la red pueden, por ejemplo, limitar más energía renovable que lo necesario.

La tasa a la cual operan los mercados de electricidad también afecta la flexibilidad de la red, con espacio de mercado en tiempo real que permite una mejor respuesta a la variabilidad no anticipada que los mercados por hora.¹⁴ Dentro de un mercado de energía individual, puede existir un rango de periodos de tiempo: algunos generadores proporcionan energía constante y estable y firman contratos con bastante antelación debido a que sus costos de maniobras son demasiado altos para responder a señales de precio; otros firman nuevos contratos (para un cierto nivel de generación a un cierto precio) al comienzo de cada periodo de mercado; e incluso otros responden a cambios en la carga o suministro dentro del periodo de mercado como lo requiere el operador de la red. Este último segmento del mercado, el mercado de servicios secundarios, generalmente es el más caro desde la perspectiva del operador de la red, porque requiere generadores para acelerar o desacelerar la producción rápidamente. Por tanto, estos generadores sacrifican la eficiencia por flexibilidad y requieren un precio alto para hacer que tal arreglo valga la pena.

Históricamente, la mayoría de mercados de energía han operado con un periodo de mercado de una hora de duración, de manera que los que están en la segunda categoría (generadores intermedios y de pico) suscriben nuevos contratos con el operador cada hora. Esto significa que los cambios en la carga o suministro dentro de esa hora deben ser equilibrados usando servicios de regulación. Si este periodo de mercado, que proporciona despacho económico, puede acortarse a cinco o 15 minutos, como ha ocurrido

en muchas partes de los EE.UU. y en otras partes, el mercado proporciona un mayor incentivo para la flexibilidad de la generación y hay menos necesidad de pagar por los servicios de regulación.¹⁵

La razón de esto es que el precio de liquidación cambiará con más frecuencia, y las plantas intermedias y de pico que pueden producir económicamente estarán entonces más ajustadas a la cantidad de energía necesitada para satisfacer la carga en el periodo de mercado. Un estudio del Operador del Sistema Independiente de Nueva York (New York Independent System Operator, NYISO) encontró que proporcionar respuesta intra-hora en esta manera, dependiendo de los incentivos económicos de un mercado sub-horario, ha mostrado que viene a ningún costo agregado. Liberar a los generadores que venden en el mercado de regulación de tener que responder así a los cambios de carga brinda más flexibilidad la que se puede usar para suavizar las rampas de generación variable.¹⁶

La calidad de los pronósticos de energía eólica y solar también afecta la facilidad de la integración de la red. Mientras más precisa sea la predicción que los productores de generación variable y el operador de la red puedan hacer sobre la producción eólica y solar, menos tendrán que depender del mercado de regulación para tener en cuenta los cambios inesperados. Mejorar el pronóstico puede ser tan simple como mejorar la metodología o tecnología usada, pero también hay elementos operativos. Muchos estudios de pronóstico de energía eólica han demostrado que el error de predicción se reduce significativamente cuando se suma sobre un área geográfica grande, sugiriendo que es mejor pronosticar la producción de un sistema de generación variable como un todo en lugar de cada instalación independientemente.¹⁷ El error de predicción también disminuye a medida se aproxima al tiempo real. Los mercados que operan con despacho económico más rápido son por tanto más capaces de predecir la cantidad de generación variable que tendrán a la mano durante cada periodo de mercado.

La República Dominicana tiene espacio definido para la mejora de estas medidas. Actualmente, la red opera por hora, de modo que la conversión a despacho más rápido, especialmente con una flota de generación dominada por tecnologías de generación que están bien adecuadas para funcionar como plantas intermedias o de pico, tendría beneficios considerables para la integración de generación variable.

La discusión de la flexibilidad de la red está basada en la suposición de que el operador de la red debe entregar la cantidad de energía necesitada para satisfacer la carga en todo momento. La necesidad de ajustar rápidamente la energía entregada tanto arriba como abajo para responder a los cambios en la carga o la generación variable está fundamentada en este requerimiento. Sin embargo, en la República Dominicana, la desconexión de la carga, suspendiendo temporalmente la entrega de energía a algunos clientes, se usa comúnmente para lidiar con la escasez de la generación. Si el país continúa dependiendo de la desconexión de la carga, esto en esencia hace más fácil la integración de la generación variable, porque brinda una solución a una situación donde las caídas inesperadas de la generación no se pueden contrarrestar rápidamente.

Sin embargo, si la República Dominicana está comprometida a terminar su dependencia de la desconexión de la carga, la alta penetración de la generación variable podría hacer más difícil la tarea. Tanto el efecto de la desconexión de la carga sobre la integración de la generación variable como el efecto de esta integración en cualquier intento por terminar con la dependencia de la desconexión de la carga merecen más discusión. La integración de la generación variable debe manejarse cuidadosamente para evitar cualquier aumento en la necesidad de desconexión de la carga. La gestión de la demanda planificada

para clases de clientes selectos, particularmente grandes consumidores, podría ayudar a que la demanda responda al suministro de generación variable en una manera organizada y acordada previamente.

4.6 El rol de la generación por petróleo y gas en la variabilidad de la compensación

La naturaleza de la generación de energía no variable en la red nacional puede afectar la capacidad del sistema de electricidad para responder a fluctuaciones en la generación de energía solar y eólica. Los cambios rápidos en la producción de generadores variables deben ser compensados por aumentos o disminuciones rápidas en la salida de otros generadores que están explícitamente diseñados como responsables, bajo la dirección del operador de la red, de responder a tales cambios.

Algunas tecnologías de plantas de energía están mejor adaptadas que otras a esta tarea. Por ejemplo, las turbinas de vapor que funcionan con carbón, emplean un tiempo largo para ascender y descender, y pierden eficiencia cuando no están operando a su carga de diseño. El esfuerzo mecánico de lugares de ciclado en estas plantas, conducen potencialmente a necesidades mayores de mantenimiento y vidas útiles más cortas. Otras tecnologías de plantas, como las turbinas de petróleo o gas natural o motores recíprocos, ascienden y descienden muy rápidamente y pierden menos eficiencia cuando están operando a cargas parciales.

Por estas métricas, la República Dominicana se ve más atractiva. La dependencia del país del fueloil, diésel y gas natural significa que una gran proporción de su flota de generación es de la variedad más flexible. Los generadores de diésel, fueloil y gas natural puede proveer energía de respaldo a la red durante tiempos de baja generación de energía renovable. El uso de la generación para este fin podría hacer posible hasta el 85% de electricidad renovable. (Véase el Capítulo 5.)

Ya que se puede despachar rápidamente en respuesta a fluctuaciones de la demanda, el gas natural licuado (GNL) se puede usar para abordar la variabilidad de la energía renovable en el cercano y mediano plazo. La República Dominicana ya utiliza GNL, y continuará jugando un rol importante en el siguiente par de décadas. La integración inteligente de GNL puede ayudar a compensar los periodos de generación baja o intermitente de energía renovable. Tal integración es más efectiva con plantas de gas natural a escala más pequeña que pueden responder flexiblemente a las necesidades de suministro y demanda, en lugar de instalaciones centralizadas grandes. El desarrollo del gas natural en la República Dominicana no ha seguido necesariamente esta ruta en los años recientes, con solo tres plantas que proporcionan 555 MW de capacidad.

Sin embargo, hay potencial para más, plantas de gas pequeñas en el país. La terminal de GNL existente no se está usando a su capacidad total: aunque tiene una capacidad para recibir 160,000 metros cúbicos de gas natural, recibe únicamente unos 120,000 metros cúbicos cada 28 días. Hay demanda para más generación por GNL y gas natural, pero esta demanda no es para capacidad adicional sino para reemplazar la generación existente y cara de fueloil pesado. Por ejemplo, la provincia de San Pedro de Macoris tiene una capacidad instalada de alrededor de 900 MW, operando principalmente con fueloil pesado, que puede ser convertido en gas natural. La Sultana del Este (150 MW), Cogentrix (300 MW), Quisqueya I y II (215 MW cada una) y Los Origenes (60 MW) trabajan actualmente con fueloil pesado debido a que no existe infraestructura para utilizar GNL en estas instalaciones.

Tabla 4.1 Opciones de tecnología de almacenamiento de energía

Opción	Descripción	Situación actual de la tecnología	Escala de la tecnología	Costo por energía de descarga	Costo nivelado del almacenamiento	Costos de operación anual	Idoneidad para la República Dominicana
Baterías de ácido-plomo	Ampliamente usadas con tecnologías fuera de la red. Más comúnmente usadas para almacenar energía eléctrica de sistemas solar fotovoltaica, incluyendo a nivel doméstico.	Tecnología madura	10 MW o menos	US\$300–800 por kW	US\$0.25–0.35 por kWhlife	US\$30 por kW por año	Adecuado para aplicaciones fuera de la red. Inquietudes ambientales y de salud surgen de la falta de mantenimiento y eliminación de baterías viejas.
Baterías de níquel-cadmio (NiCd)	Tienen mayor densidad de energía y ciclo de vida que las baterías de ácido-plomo, pero son más caras.	Tecnología madura. Como sucede con las baterías de plomo-ácido, usadas para sistemas de energía independientes pero no consideradas adecuadas para almacenamiento a granel debido al costo.	De unos pocos kW a decenas de MW	US\$3,000–6,000 por kW (en almacenamiento a granel)	Datos no disponibles	Datos no disponibles	Igual que el anterior
Baterías de ion de litio	Baterías recargables ampliamente usadas en aplicaciones móviles debido a la alta densidad de energía. Existen diversos tipos y ofrecen diferentes pros y contras.	Tecnología emergente Necesita más desarrollo para el almacenamiento de energía pero es prometedora.	10 MW o menos	US\$400–1,000 por kW	US\$0.30–0.45 por kWhlife	US\$25 por kW por año	Necesita más investigación y desarrollo.
Baterías de líquido-metal (NaS)	Se están desarrollando otros tipos de baterías para aplicaciones de almacenamiento a escala de servicios públicos. Las baterías de NaS utilizan la reacción del sodio-azufre y requieren altas temperaturas de operación.	Tecnología emergente, precomercial	100 MW o mayor	US\$1,000–2,000 por kW	US\$0.05–0.15 por kWhlife	US\$15 por kW por año	Cara y todavía no desarrollada lo suficiente como para que valga la pena. El potencial para emparejarla con la energía eólica podría ser útil en el futuro, una vez la tecnología esté más desarrollada.
Baterías de reducción-oxidación de vanadio y flujo de cinc-bromo (VRB y ZBB)	Las baterías de flujo utilizan almacenamiento de energía electroquímica, tal como las baterías de plomo-ácido, pero requieren poco mantenimiento. Los potenciales de gran capacidad hacen de las VRB más adecuadas para almacenamiento de energía eólica, mientras que las ZBB son más apropiadas para sistemas de escala más pequeña.	Tecnología emergente, precomercial	25 kW–10 MW	US\$1,200–2,000 por kW	US\$0.15–0.25 por kWhlife	US\$30 por kW por año	Cara y todavía no desarrollada lo suficiente como para que valga la pena. El potencial para emparejar cualquier opción con la energía eólica podría ser útil en el futuro, una vez la tecnología esté más desarrollada.

Tabla 4.1 continuado

Opción	Descripción	Situación actual de la tecnología	Escala de la tecnología	Costo por energía de descarga	Costo nivelado del almacenamiento	Costos de operación anual	Idoneidad para la República Dominicana
Almacenamiento de energía hidroeléctrica bombeada	Usada más comúnmente para almacenamiento de energía a gran escala, y para complementar la energía solar y eólica. En momentos de baja demanda de energía, el exceso de electricidad es usado para bombear agua cuesta arriba a un tanque sellado. Durante periodos de demanda pico (o baja producción de energía), el agua almacenada se libera a través de una planta hidroeléctrica, que acciona una turbina que hace rotar a un generador para producir electricidad. Requiere recursos hídricos y paisajes montañosos.	Tecnología madura	Generalmente de 200 MW o más	US\$1,000-4,000 por kW	US\$0.05-0.15 por kWh _{life}	US\$5 por kW por año	Muy adecuada. Se necesitan evaluaciones para identificar sitios viables.
Almacenamiento de energía por aire comprimido (CAES, por sus siglas en inglés)	Funciona de manera similar a los sistemas hidroeléctricos de almacenamiento por bombeo y se adecua bien en un sistema de microred. Durante momentos de baja demanda de energía, la electricidad barata se usa para accionar un motor, que hace funcionar a un compresor que obliga al aire a entrar a tanques subterráneos herméticos. Durante periodos de demanda pico, el aire comprimido se libera y calienta con gas natural, haciendo que el aire se expanda y accione una turbina que activa un generador para producir electricidad.	Tecnología madura. Expansión limitada debido a la disponibilidad de sitios de almacenamiento naturales.	500 MW o mayor	US\$800-1,000 por kW	US\$0.10-0.20 por kWh _{life}	US\$5 por kW por año	Depende de la disponibilidad de sitios de almacenamiento naturales.
Almacenamiento térmico	Usado con frecuencia junto con sistemas CSP. Depende de materiales absorbentes del calor, como la sal fundida, para absorber y almacenar calor. En tales sistemas, se puede almacenar varias horas, y en algunos casos hasta un par de días, de energía térmica en sal fundida. Este calor almacenado se puede liberar más tarde para ayudar a generar electricidad durante la noche o en un día nublado.	Proyectos de demostración en proceso.	Dimensionado en MW	US\$50 por kWh US\$375 por kW (a 50 MW para 7.5 horas)	Datos no disponibles	Datos no disponibles	Depende de la idoneidad de la generación CSP para la República Dominicana.
Almacenamiento de energía de volante	Usa electricidad para acelerar un rotor a velocidades muy altas y almacena la energía como energía rotativa.	Tecnología emergente Usada principalmente para suministro de energía/energía de puente ininterrumpible.	100 kW a 200 MW	US\$2,000-4,000 por kW	Datos no disponibles	US\$15 por kW por año	Potencialmente para aplicaciones de energía de puente en instituciones críticas (por ejemplo, hospitales).

Tabla 4.1 continuado

Opción	Descripción	Situación actual de la tecnología	Escala de la tecnología	Costo por energía de descarga	Costo nivelado del almacenamiento	Costos de operación anual	Idoneidad para la República Dominicana
Almacenamiento de energía magnética superconductor (SMES, por sus siglas en inglés)	Almacena energía en el campo magnético resultante del flujo de corriente directa a través de una bobina superconductora que se ha enfriado abajo de su temperatura crítica de superconducción. El SMES es altamente eficiente, perdiendo menos de su energía almacenada que cualquier otro sistema de almacenamiento de energía. Se puede despachar muy rápido.	Tecnología emergente Usada para almacenamiento de energía de corta duración y mejora de la calidad de la energía. Todavía se tienen que superar numerosos desafíos técnicos.	Unidades de 1 MWh en uso para control de calidad de la energía y estabilidad de la red; la unidad de 20 MWh es un modelo de prueba; actualmente viable para energía de corto plazo (segundos) en el rango de 1 a 10 MW.	Costos de capital estimados de US\$200,000–500,000 para sistemas con capacidad de almacenamiento de energía entre 200 kWh y 1 MWh. Con frecuencia, los costos se basan en la corriente.	Datos no disponibles	Datos no disponibles	No adecuado debido al gasto y aplicación limitada.
Condensadores electroquímicos	Almacenan energía en la doble capa eléctrica en una interfaz electrodo/electrolito.	Todavía bajo desarrollo para uso con sistemas de energía renovable.	Comercialmente viable para cientos de kW, escala de necesidades cortas de energía (segundos); escala de servicios públicos, almacenamiento de más largo plazo (horas) no factible actualmente.	US\$1,500–2,500 por kW (proyectado)	Datos no disponibles	Datos no disponibles	No adecuado
Almacenamiento de hidrógeno	El hidrógeno se produce a través de la electrólisis del agua o la modificación del gas natural con vapor. El hidrógeno luego se comprime o licúa y almacena para una conversión posterior a energía eléctrica.	Tecnología futura. Todavía existen barreras con respecto al almacenamiento y seguridad del hidrógeno.	Dimensionado en MW	N/A	Datos no disponibles	Datos no disponibles	No adecuado

Fuente: Véase la nota final 38 de este capítulo. ©Worldwatch Institute

Otro desafío importante para poder ampliar la conversión a GNL es que la industria de gas natural no es competitiva en la República Dominicana; si nuevas plantas de gas natural fueran operadas por una empresa diferente (y competitiva), esta competencia conduciría a precios más bajos de la electricidad y evitaría que AES, que es la actual compañía, simplemente vendiera energía al precio de mercado al contado a pesar de que produce energía por menos.

Los generadores diésel pueden ser usados de manera similar para proporcionar energía de reserva a la red durante los tiempos de baja generación de energía renovable. Gracias a su flexibilidad pueden escalarse o disminuirse dependiendo de las necesidades del momento. Usar la generación a base de diésel para este propósito puede requerir solo entre el 5 y el 10% de la capacidad de generación total con la que actualmente cuenta la República Dominicana.

4.7 Almacenamiento de electricidad

Los sistemas de almacenamiento de energía, incluyendo baterías, hidroeléctrica por bombeo, almacenamiento de energía por aire comprimido, almacenamiento térmico de sal fundida, e hidrógeno, pueden abordar el desafío de la intermitencia de las fuentes de energía renovable variable como la solar y la eólica.¹⁸ (Véase la Tabla 4.1.) Estos sistemas almacenan energía renovable excedente generada durante periodos donde la producción supera a la demanda, y despachan esta energía en momentos de baja generación de energía renovable. Ya que actualmente los sistemas de baterías es la tecnología de almacenamiento de energía más madura y ampliamente implementada, es la opción con más probabilidad de ser implementada en la República Dominicana en el cercano plazo.

En la República Dominicana también ha habido interés en sistemas hidroeléctricos de almacenamiento por bombeo, que usan el exceso de electricidad de plantas de energía durante periodos de baja demanda de energía para bombear agua cuesta arriba para ser almacenada en tanques, y luego liberada como energía hidroeléctrica durante periodos de alta demanda. Los sistemas hidroeléctricos de almacenamiento por bombeo podrían ser apareados con los parques solares o eólicos ubicados cerca de cursos fluviales viables. Es necesario hacer evaluaciones para determinar si hay sitios que tengan potencial para sistemas de energía hidroeléctrica y que minimizarían los impactos ecológicos asociados con grandes desarrollos de energía hidroeléctrica (Véase el Capítulo 3).

4.8 Restricción

Cuando el suministro de electricidad supera la demanda durante cortos periodos de tiempo, los operadores de la red pueden elegir “restringir” o reducir la salida de fuentes de energía renovable intermitente como la eólica o la solar con el fin de estabilizar el sistema de electricidad. Los requerimientos de la restricción varían de día a día, pero con frecuencia ocurren altas cantidades de restricción cuando las plantas convencionales están operando a su mínimo y se apagan las unidades de arranque rápido como los generadores diésel.

La restricción debe ser minimizada lo más posible. Cuando a los generadores eólicos (o con menos frecuencia, los solares) se les pide reducir su salida, esto puede resultar en importantes pérdidas de ingresos. Los sistemas con grandes necesidades de restricción pueden disminuir la seguridad de la inversión y el interés del inversionista en el mercado. Las políticas de apoyo a la energía renovable pueden contrarrestar este temor y podrían incluir la compensación de la electricidad producida de manera renovable incluso si es restringida. La restricción también es económicamente desventajosa porque una vez se hayan construido parques eólicos o se hayan instalado paneles solares, los costos marginales de esta generación renovable son cerca de cero; así, el consumo de energía renovable en lugar de electricidad generada por carbón, petróleo o gas natural resultaría en importantes ahorros en los gastos de combustible.

Sin embargo, las necesidades de restricción no deben impedir que la República Dominicana acelere el uso de su energía renovable. En su lugar, la meta del país debe ser construir un sistema que sea lo más flexible posible para minimizar la restricción y aun así obtener los beneficios de un sistema de energía sostenible. Una manera importante para limitar la restricción y aumentar la flexibilidad del sistema es invertir únicamente en esas opciones de generación por combustible fósil que puedan reaccionar rápidamente a

los cambios en el suministro mediante recursos intermitentes. Esto se vuelve cada vez más importante a medida aumenta la proporción de los recursos renovables. Las plantas de petróleo y gas natural son más adecuadas para esta tarea que las plantas de carbón. El uso del carbón crea barreras a una expansión más acelerada de energía renovable y requiere cantidades sustancialmente más grandes de restricción que los sistemas que usan plantas de gas natural flexibles o basadas en petróleo. Otra opción para limitar la restricción es el uso de almacenamiento de energía.

4.9 Resumen de mejoras de la red para un sistema de energía renovable

Existen muchas oportunidades para el desarrollo de la energía renovable en la República Dominicana. La generación distribuida es particularmente atractiva debido a las altas pérdidas en el sistema de transmisión y distribución existente y porque muchos clientes comerciales de gama ligera ya tienen inversores y baterías para energía de respaldo.

Aunque la República Dominicana, como un país relativamente pequeño y aislado, enfrenta un desafío particular en la integración de la generación variable a su red, su flota de generación flexible y recursos eólicos y solares superiores la hacen un lugar atractivo para el desarrollo de la energía renovable. Los muchos factores externos positivos asociados con los renovables, incluyendo la dependencia reducida del combustible fósil, mejor calidad del aire, y creación de trabajo, hacen que el desarrollo sea incluso más beneficioso.

Los desafíos técnicos asociados con la energía eólica y solar distribuida y centralizada necesitarán ser abordados por cualquier proyecto inicial para dar lugar a una penetración significativamente más alta de los renovables. Se debe tomar en cuenta el manejo de la generación distribuida cuando se realice mantenimiento y se hagan mejoras a las redes de distribución, y debe ser de máxima prioridad la mejora del alcance y capacidad de la red de transmisión para hacer posible la aceptación de cantidades más grandes de generación variable.

La generación variable también se puede abordar a través de recursos complementarios en el sitio. El emparejamiento de la generación solar fotovoltaica con la biomasa, puede crear un sistema híbrido solar-biomasa que actúe como una fuente de carga base. Debido a que los generadores de biomasa son flexibles, se pueden aumentar o reducir dependiendo de la salida de la energía solar FV. Ya existen planes para esto en la granja solar de Monte Plata, y los proyectos futuros también deben considerar estos sistemas complementarios.

Se debe considerar cuidadosamente el efecto de la generación variable sobre la necesidad de desconexión de la carga. Sin embargo, con las mejoras a la infraestructura de la red, la cantidad de generación flexible disponible de la flota de generación convencional de la República Dominicana, sugiere que se puede integrar con éxito a la red nacional una cantidad sustancial de generación variable.

5 | Vías tecnológicas para satisfacer la demanda eléctrica futura de la República Dominicana

Conclusiones principales

- Es técnicamente factible un sector sostenible de la República Dominicana basado en una proporción de más del 85% de energía renovable en el 2030.
 - Aunque elevar la demanda de energía requerirá agregar nueva capacidad de generación en el futuro, el país no enfrenta un problema inmediato de capacidad.
 - Las energías renovables pueden llenar este vacío en la protección de la demanda. Una proporción del 50% de energía renovable en el 2030 cubriría un 90% de la nueva demanda proyectada. Una proporción del 85% de energía renovable en el 2030 permitiría una rápida reducción del uso de petróleo en el sector electricidad.
 - La República Dominicana no necesita construir nuevas plantas de energía accionadas por carbón. Las plantas de gas natural son soluciones más flexibles que tienen rápidos tiempos de rampa y bajos niveles de operación mínima, haciendo posible una integración más ágil de proporciones más grandes de energía renovable.
 - Las inversiones en nuevas plantas de carbón limitarán finalmente la cantidad de energía renovable que el sistema pueda integrar.
 - Las inversiones simultáneas en nuevas plantas de carbón, gas natural y renovables limitará la cantidad de energía renovable que el sistema pueda integrar y/o plantear inquietudes acerca de la rentabilidad de las plantas de gas natural.
-

La República Dominicana enfrenta una decisión crítica. A medida que crezca la demanda eléctrica, el país necesitará encontrar maneras de reducir su dependencia de los combustibles fósiles importados. Este capítulo evalúa diferentes vías tecnológicas para el sector eléctrico dominicano, que es más grande y más diverso que el de la mayoría de los otros países del Caribe. Depende de una mezcla más grande de fuentes de generación, incluyendo petróleo (33.6% en el 2013), gas natural (24.9%), una combinación de fueloil y gas natural (9.7%), carbón (14%) y energía renovable (15%), la mayoría de las cuales es energía hidroeléctrica. Este capítulo describe opciones diferentes para satisfacer la demanda creciente con las proporciones en aumento de energía renovable, a la vez que también se reemplazan plantas de energía más viejas.

Aunque la red dominicana está en necesidad de mejoras y extensión, este capítulo se enfoca únicamente en la generación de energía. Asume que existe una infraestructura de transmisión en funcionamiento que es capaz de conectar e integrar toda la nueva capacidad requerida. Esta suposición parece razonable dado que la red de electricidad del país requerirá renovación independientemente de si la demanda futura es satisfecha por nuevas inversiones en combustibles fósiles o la energía renovable. Los costos de la expansión de la infraestructura de la red existente para acomodar energía renovable son relativamente manejables, particularmente cuando se compara con la renovación global y las necesidades de inversión. (Véase el Capítulo 4.)

El capítulo comienza presentando las proyecciones de la demanda que crea la base para la evaluación de la mezcla futura de generación de electricidad dominicana. Luego discute los tipos de escenarios diferentes y detalla sus resultados. El capítulo concluye que un sistema de electricidad basado en gran parte en energía renovable es técnicamente factible, y que se necesita una capacidad de generación sustancialmente nueva si la demanda crece como está proyectada. Las inversiones en nueva energía convencional más allá de lo que ya está planificado no son necesarias, e incluso las dos nuevas plantas accionadas por carbón planificadas son cuestionables. Las plantas de gas natural existentes están bien adecuadas para integrar las proporciones crecientes de recursos intermitentes y pueden funcionar mejor como un puente basado en gran parte en energía renovable.

5.1 Proyecciones de la demanda

En nuestro análisis de escenarios, evaluamos diferentes opciones tecnológicas para satisfacer la demanda eléctrica futura en la República Dominicana. Los desarrollos de la demanda eléctrica dependen de muchos factores, incluyendo cambios en el crecimiento económico (PIB), demografía, fijación de precios de la electricidad, y la intensidad energética de la economía. Cuando es posible, nuestro análisis del sistema eléctrico dominicano se fundamenta en los datos existentes, incluyendo datos del Organismo Coordinador del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (OC-SENI), el cual es el responsable de coordinar el despacho eléctrico, la Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE), la cual engloba todas las empresas de generación, transmisión y distribución propiedad del gobierno, la Comisión Nacional de Energía (CNE) y la compañía de gestión y consultoría Nexant.

Para las tendencias históricas y proyecciones para el 2013-16, SENI distingue entre demanda anual y generación neta. Predice que tanto la demanda como la generación aumentarán en los años venideros, pero que la brecha entre ellas se mantendrá (a causa de robo de electricidad persistente en todos los

niveles). Siguiendo este enfoque, Worldwatch aplicó las tasas proyectadas de crecimiento de la generación del CDEEE (4% y 5% anualmente) y Nexant (3.3%) tanto a la producción de electricidad como a la demanda desde el 2017 hasta el 2030. Adoptamos el primer escenario de la CDEEE del 4% de crecimiento anual porque es mejor ajustar las tendencias históricas permitiendo también una economía dominicana en crecimiento.

El análisis muestra que la República Dominicana requerirá un estimado de 31,712 GWh de electricidad para satisfacer la demanda en el 2030, arriba de únicamente 12,031 GWh en el 2003. (Véase la Figura 5.1.) Con base en esta demanda anual, se estima que la demanda pico supere los 4.7 GW en el 2030, indicando que el país necesitará agregar capacidad nueva significativa con el fin de asegurar la demanda en horas pico del día en los siguientes 20 años. (Véase la Figura 5.2.)

Sin embargo, la demanda eléctrica tiene la posibilidad de ser sustancialmente inferior que estas proyecciones. Como se discutió en el Capítulo 2, las opciones disponibles de eficiencia energética podrían colocar a la economía dominicana en una ruta de demanda mucho más baja de energía, haciendo mucho

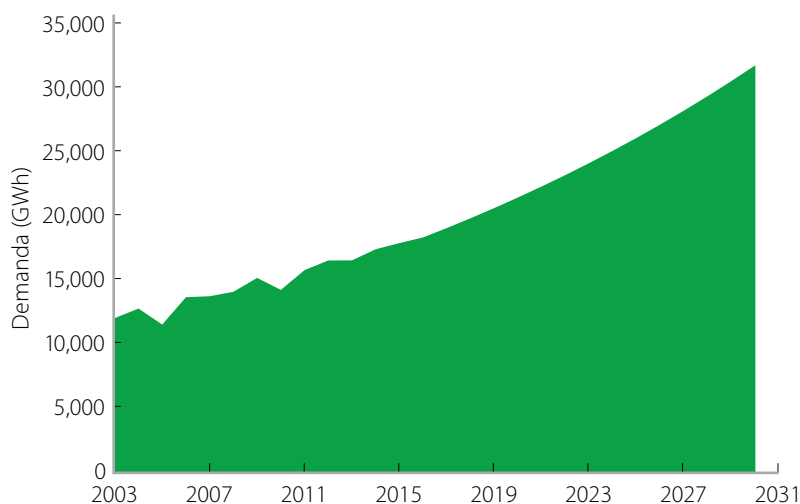


Figura 5.1

Proyección de la demanda anual hasta el 2030

© Worldwatch Institute

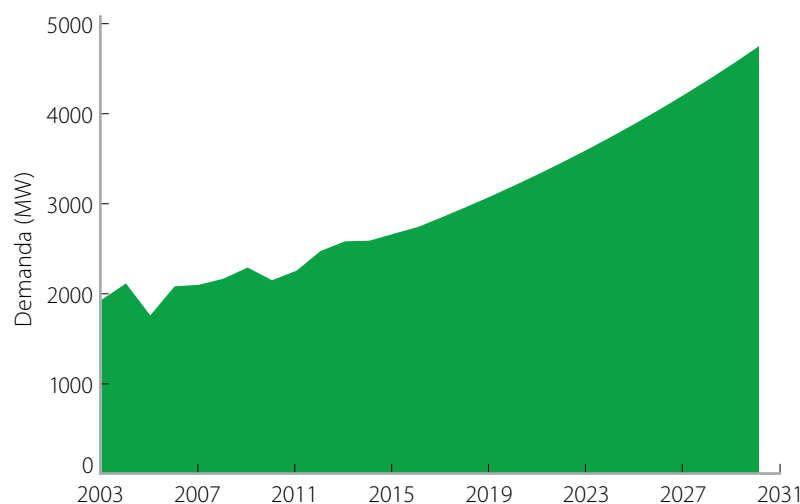


Figura 5.2

Proyección de la demanda pico hasta el 2030

© Worldwatch Institute

más fácil una transición a un sistema de electricidad basado en gran parte en energía renovable. Hemos adoptado aquí los escenarios de crecimiento para mostrar que una transición a un sistema de energía más sostenible se puede lograr incluso bajo suposiciones conservadoras; en otras palabras, si se puede depender de los renovables para satisfacer esta demanda más alta, entonces la transición debe incluso ser más fácil en casos de demanda más baja.

En los escenarios que siguen, asumimos que la generación de electricidad aumentará con el tiempo a igual demanda. La meta del gobierno dominicano es garantizar acceso seguro, confiable y constante a la electricidad para todos los consumidores. Este capítulo demuestra diferentes vías para hacer esto; el Capítulo 6 luego compara los costos de las diversas opciones.

5.2 Tipos de escenarios

Con base en nuestras proyecciones de la demanda, Worldwatch ha desarrollado tres escenarios de transición para evaluar cómo las proporciones en crecimiento de la energía renovable se pueden usar para satisfacer las necesidades futuras de energía de la República Dominicana. (Véase la Tabla 5.1.) Estos se comparan con un escenario sin cambios (BAU, por sus siglas en inglés) que asume que, a pesar de la demanda creciente, la mezcla de electricidad actual del país permanece sin cambios hasta el 2030.

Tabla 5.1. Escenarios de Worldwatch para una transición de energía renovable en la República Dominicana para el 2030

Escenario	Proporción de la energía renovable de la generación de electricidad	Suposiciones para adiciones de capacidad más allá de la energía renovable
BAU	12.76%	Todas las fuentes de generación se expanden de acuerdo a su proporción actual de producción
1	30%	Todos los proyectos planificados más carbón adicional
2	50%	Todos los proyectos planificados más carbón adicional
3a	85%	Todos los proyectos planificados
3b	85%	Solo los proyectos de gas natural planificados

Los escenarios están diferenciados por el nivel de penetración de la energía renovable en el 2030, variando de 12.7% de proporción bajo BAU a un escenario ambicioso con la energía renovable que alcanzan el 85% de la demanda eléctrica dominicana ese año. En los escenarios, la energía solar y eólica comprenden la mayoría de adiciones de capacidad renovable, y sus potenciales están calculados con base en la evaluación de recursos presentada en el Capítulo 3. La generación de energía basada en hidroeléctrica y biomasa se asume que se expanden con el fin de hacer uso del potencial de recursos adicionales no utilizados. La capacidad hídrica instalada crece de 513 MW en el 2010 a 1,331 MW en el 2030, y la generación basada en la biomasa aumenta a 151 MW para utilizar el potencial de bagazo existente y no utilizado, en línea con la evaluación de la Universidad ISA de desechos de caña de azúcar disponibles en el país.

Los escenarios también varían en el combustible convencional usado en la fase de transición. En todos los escenarios, el consumo de electricidad no cubierto por las energías renovables es producido por una mezcla de plantas de gas natural, carbón y petróleo. Todas las plantas actualmente planificadas o en construcción están modeladas para venir en línea dentro de los siguientes siete años, con la excepción del Escenario 3b. Se asume que las plantas más viejas se cierran de acuerdo a su edad y vida útil promedio (aproximadamente 35 años para plantas de carbón y 30 años para plantas de gas natural y petróleo). Worldwatch asume que no se emprenderán nuevas inversiones en plantas de petróleo. En todos los tres escenarios, el rol de la generación por petróleo está establecido para que disminuya con el tiempo, como lo visualiza el gobierno y que se refleja en los altos costos de generación basada en petróleo en comparación con otras alternativas. (Véase el Capítulo 6.)

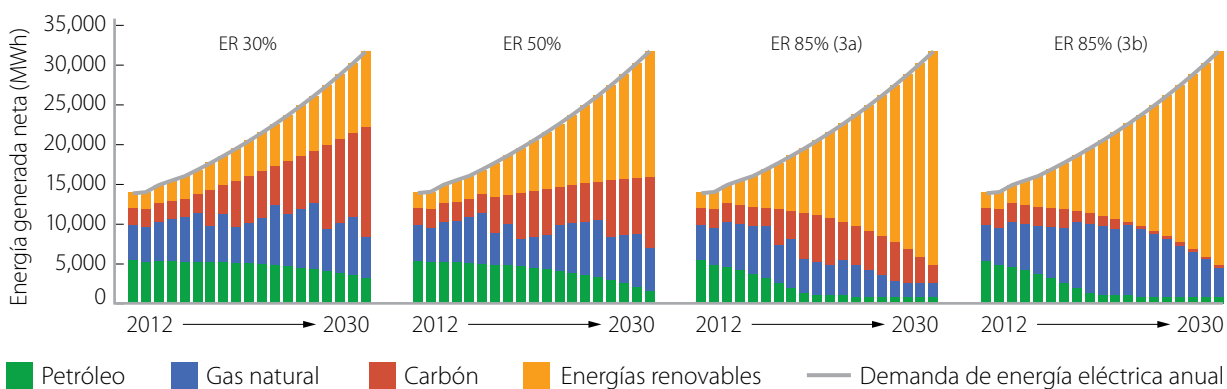
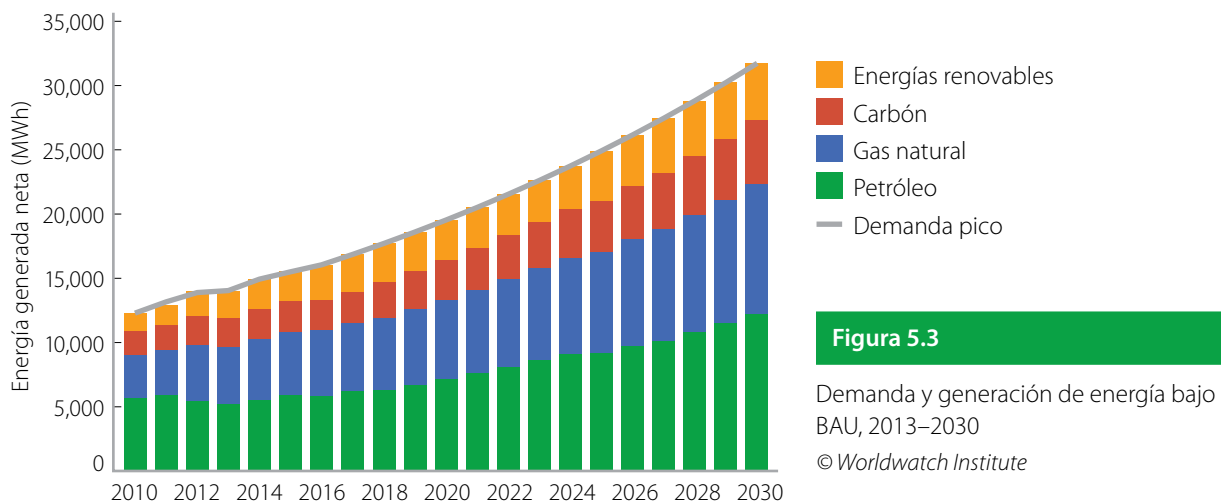
Dado el interés actual del gobierno dominicano en invertir en más energía de carbón, asumimos que la energía de carbón será el combustible preferido en escenarios donde se necesitan adiciones de más capacidad más allá de la capacidad de energía renovable meta y proyectos convencionales planificados actualmente.¹ Sin embargo, esta suposición debe ser vista como conservadora, dados los diversos costos socioeconómicos y los beneficios de las diferentes vías tecnológicas, como se discutió en el Capítulo 6. Si se puede demostrar que un reemplazo de carbón, que se cree que es la fuente de generación convencional más barata, por energía renovable se paga con el tiempo, entonces lo mismo también aplica para el petróleo y el gas natural.

Como lo ilustra el análisis a continuación, los tres escenarios de transición son técnicamente factibles, incluyendo una proporción del 85% de energías renovables para el 2030. Nuestros escenarios demuestran que la mezcla de electricidad actual de la República Dominicana es un buen punto de inicio para una transformación ambiciosa a un sistema basado en gran parte en energía renovable.

5.3 Resultados del escenario

En nuestro análisis, evaluamos cómo se puede satisfacer la demanda eléctrica anual de la República Dominicana para el 2030 bajo los diferentes escenarios. En el escenario BAU, todas las fuentes de generación existentes conservan su proporción actual de la mezcla de electricidad (dominada por el petróleo, seguido del gas natural, carbón y energías renovables), pero la producción global se expande a medida que crece la demanda. (Véase la Figura 5.3.) Los escenarios 1–3, por otra parte, representan vías diversas para un rol creciente de la energía renovable, reflejando niveles diferentes de ambición y mezclas de combustibles fósiles. (Véase la Figura 5.4.)

El escenario 1 ilustra un cambio bastante modesto, con crecimiento moderado de las energías renovables, una disminución en la proporción de energía basada en petróleo, y nuevas inversiones en gas natural y carbón. Este escenario se parece un poco a una proyección del sector bajo una continuación de planes y actividades del gobierno actual. El escenario 2 presenta una transición ligeramente más ambiciosa a las renovables, alcanzando el 50% de generación en el 2030, así como la construcción de tres nuevas plantas basadas en combustible fósil por encima de las que se han agregado recientemente a la mezcla. (Véase la Tabla 5.2.) A pesar de la importancia creciente de las energías renovables en el escenario 2, una proporción del 50% de las energías renovables en el 2030 cubriría únicamente alrededor del 90% de la nueva demanda proyectada.



El escenario 3 es la única vía que desplazaría las capacidades de energía convencional por encima de los niveles actuales. Destaca la factibilidad técnica de la transición a un sector de electricidad sostenible con base en una proporción de más del 85% de la energía renovable para el 2030. El escenario 3a asume que el país construiría todas las plantas que están planificadas actualmente (tanto de carbón como de gas natural). Sin embargo, el escenario 3b asume que no procederá la recientemente anunciada licitación de más de 300 MW de energía de carbón, y que solo se construirán los proyectos de gas natural anunciados. Worldwatch incluyó este escenario para abordar algunas inquietudes de depositarios acerca de la necesidad de plantas de carbón adicionales.

Ya que las energías renovables están expandidas en los escenarios 1-3, la proporción de la generación de electricidad de tecnologías basadas en petróleo cae abajo del 46% actual. En el 2030, el petróleo representa el 10% de la generación en el escenario 1, 5% en el escenario 2, y solo el 2.5% en el escenario 3 (posibilitando una cercana desactivación gradual de generación basada en petróleo). Del 2020 en adelante, las plantas de petróleo que no se cerraron debido a su alta edad son usadas a tasas de capacidad mínima para servicios auxiliares únicamente.

Tabla 5.2. Plantas recientemente agregadas y plantas convencionales planificadas que se supone inician su operación

Año	Nombre	Capacidad	Combustible
		MW	
2012	Seabord (Estrella del Mar 2)	110	Gas natural (dos modos de la planta funcionando actualmente con fueloil, pero nuestros escenarios suponen que será repotenciada por gas natural)
2012	San Lorenzo 1	34	Originalmente fueloil, pero nuestros escenarios suponen que será repotenciada por gas natural.
2012	Los Orígenes	25	Gas natural, HFO, diésel
2013	Expansión de Los Orígenes	34.5	Gas natural, HFO, diésel
2014	Quisqueya 1 y 2	440	Gas natural, HFO, diésel
2016	North Central Energy	300	Gas natural
2018	Licitación 1 de carbón	300	Carbón
2020	Licitación 2 de carbón	300	Carbón

Además, las inversiones más grandes en energía renovable hacen innecesarias las nuevas plantas de energía convencional. Por ejemplo, un salto de una meta de energía renovable del 30% (escenario 1) a una del 50% (escenario 2) permitiría renunciar a la construcción de una planta de carbón de 300 MW. El escenario 3 ilustra que no se requiere ninguna nueva planta convencional por encima de las que ya están planeadas. El escenario 3b incluso cuestiona la necesidad de la licitación de la planta de carbón propuesta, lo que refleja el hecho de que las plantas de gas natural funcionan a factores de capacidad ligeramente más alta para compensar la generación de electricidad perdida de energía de carbón.

En todos los escenarios de transición, las plantas de gas natural existentes y planificadas juegan un rol crucial al proporcionar al sistema la flexibilidad requerida para una ágil integración de recursos renovables intermitentes, posibilitando ajustes en la salida de energía para igualar el suministro con la demanda en todo momento. Debido a su capacidad para reaccionar a la variabilidad anual, estacional, diaria y horaria en la salida de la energía renovable, el gas natural es un aliado de las energías renovables para potenciar economías de bajo uso de carbón.² La República Dominicana tiene la ventaja de tener ya instaurada infraestructura de gas natural, y el país debe optimizar esto en lugar de fomentar inversiones en carbón y otras tecnologías que crean el riesgo de cerrar las puertas a la energía renovable y ponen al país en una ruta de crecimiento insostenible.

A pesar de la flexibilidad técnica del gas natural, es importante por razones económicas que las plantas sean utilizadas a niveles que garanticen rentabilidad. Un análisis más cercano de los resultados del escenario revela que la inversión simultánea en carbón, gas y energías renovables amenaza con limitar el uso de la energía renovable o de dar como resultado la subutilización de plantas de gas natural que desafiarían su rentabilidad económica. Por ejemplo, la inversión simultánea en tecnologías de combustible fósil conduce a la disminución de factores de capacidad para muchas plantas de gas natural y a niveles más altos de desconexión de carga para plantas de energía renovable, las cuales dañan la economía de plantas individuales.

La República Dominicana está en una buena posición inicial para hacer que tal transición sea una realidad. El país no enfrenta un problema inmediato de capacidad: la capacidad de generación instalada (3,343 MW en el 2012) supera la demanda pico (2,476 MW) y puede suministrar suficiente electricidad para satisfacer la demanda anual. Además, aunque la demanda creciente exige la construcción de algunas plantas adicionales, la mayoría de plantas convencionales se han construido en los años 90 y 2000 y por tanto todavía estarán en operación durante otros 10 a 25 años. (Véase la Tabla 5.3.)

Tabla 5.3. Año de inicio de la operación y capacidad instalada de plantas de energía convencional

	Años 60/70	Años 80	Años 90	Años 2000	Años 2010
Número de plantas	4	3	9	13	5
Capacidad instalada (MW)	220.5	299	677.2	1,253.7	185.6

Los planes de inversión existentes del país para la energía convencional agregarían más del 50% de la capacidad instalada actualmente. Aunque las nuevas plantas pueden fortalecer más la seguridad del suministro, particularmente cuando las plantas más viejas necesiten ser reemplazadas, todos los escenarios han demostrado que es suficiente para que estas adiciones entren en línea gradualmente. Por tanto, para una integración ágil, Worldwatch supone que los proyectos actuales se construirán progresivamente hasta el 2020. A pesar de reconocer la necesidad de adiciones de capacidad, ahora se debe hacer énfasis en la construcción de una mezcla inteligente que refleje las metas de largo plazo del gobierno, incluyendo las descritas en el Plan de desarrollo compatible con el clima del país.³ Las renovables podrán hacerse cargo de las crecientes responsabilidades del sistema, no solo generando suficiente electricidad para capturar la demanda en crecimiento sino también ayudando a reemplazar las plantas de petróleo más viejas.

Bajo los escenarios 3a y 3b, una comparación de la capacidad instalada con la demanda pico para las diferentes tecnologías de generación ilustra una alta seguridad del suministro. (Véase las Figuras 5.5 y 5.6.) La capacidad instalada crece sucesivamente con las proporciones crecientes de la energía renovable variable debido a que los recursos intermitentes como el viento y el sol no producen constantemente. El modelo estima que se requiere una capacidad renovable instalada de 10,404 MW para satisfacer la demanda anual en el 2030. Para entonces, cerca del 40% de plantas de petróleo se cerrarán debido a su edad; sin embargo, como las estimaciones de la generación lo muestran en la Figura 5.3, las plantas de petróleo se vuelven redundantes y por tanto se pueden usar como reserva de respaldo, ofreciendo importantes servicios auxiliares y minimizando el uso global de petróleo.

Por comparación, los escenarios 1 y 2 requieren nuevas inversiones en energía convencional. Sin embargo, dada la estructura de edad de las plantas existentes, no se necesitarían nuevas instalaciones convencionales hasta mediados del 2020. Para entonces, se proyecta que la mayoría de tecnologías de energía renovable serán más baratas que el carbón, planteando inquietudes acerca del atractivo económico de los escenarios 1 y 2. (Véase el Capítulo 6.)

El escenario 3 presenta la ruta de crecimiento manejable para la energía renovable en la República Dominicana. (Véase la Figura 5.7.) Las capacidades instaladas proyectadas de energía solar (4,708 MW) y eólica (4,205 MW) en el 2030 son aproximadamente similares y juntas ascienden a más del 85% del total

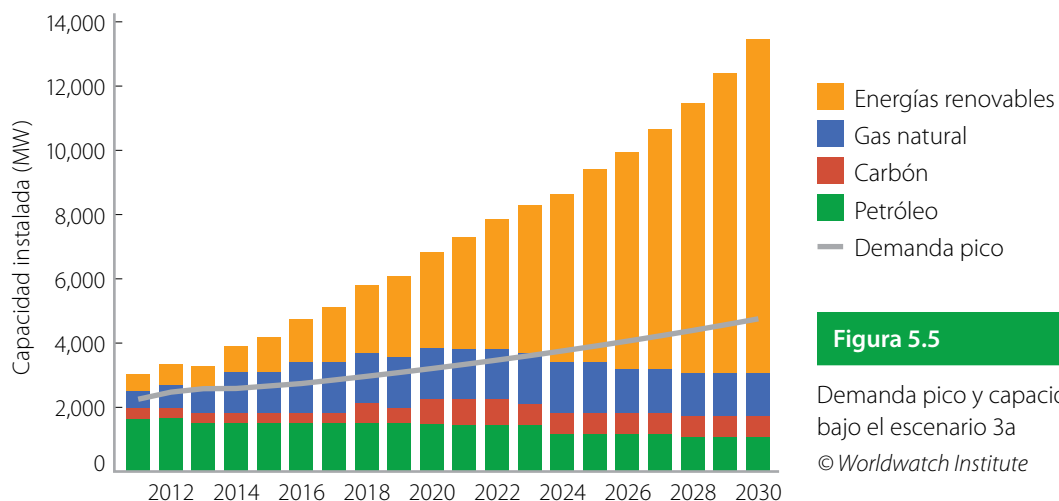


Figura 5.5

Demanda pico y capacidad instalada bajo el escenario 3a
© Worldwatch Institute

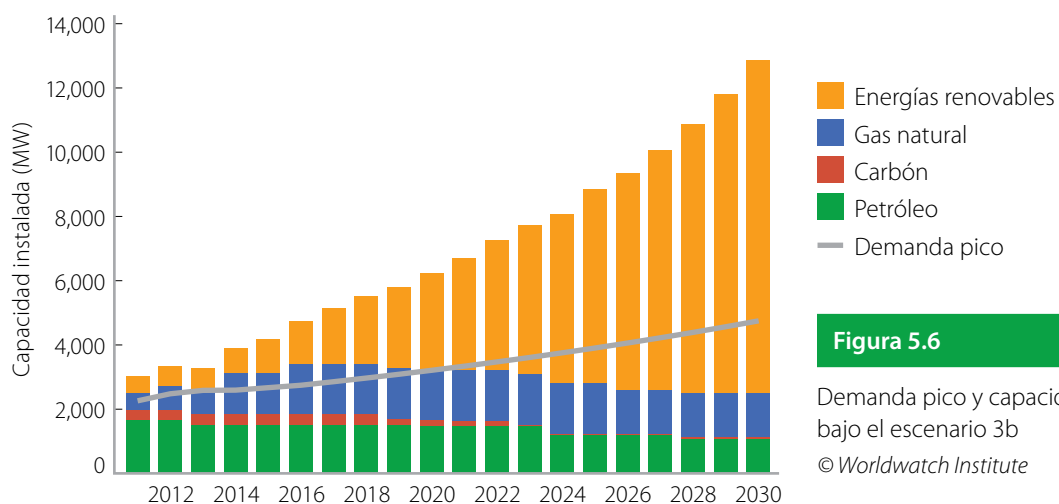


Figura 5.6

Demanda pico y capacidad instalada bajo el escenario 3b
© Worldwatch Institute

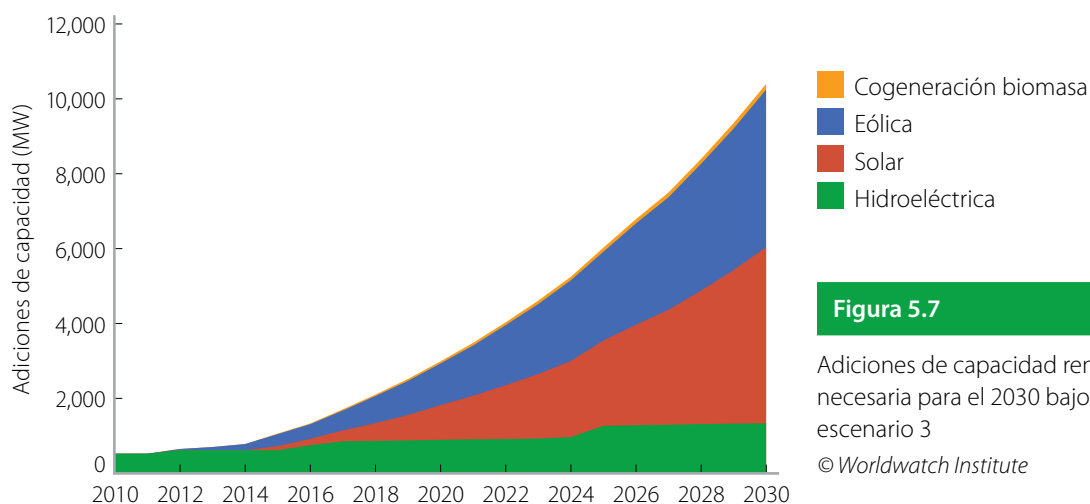


Figura 5.7

Adiciones de capacidad renovable necesaria para el 2030 bajo el escenario 3
© Worldwatch Institute

de energía renovable ese año. La energía hidroeléctrica representa la mayoría de la proporción de energía renovable, con el país en la necesidad de agregar solo menos de 10,000 MW a su capacidad hídrica existente para lograr una proporción de energía renovable del 85% en el 2030. El rol de la generación basada en biomasa es marginal.

5.4 Conclusión

Este capítulo ha mostrado que una transición a un sector eléctrico sostenible basado en un uso expandido de energías renovables, hasta el 85%, es técnicamente factible en la República Dominicana. La demanda futura se puede satisfacer durante todo el año usando plantas de gas natural existentes y planificadas además de las energías renovables. Aunque elevar la demanda de energía requerirá agregar adiciones de más capacidad, el país no enfrenta un problema inmediato de capacidad. Los planes actuales de nueva energía convencional asciende a más de la mitad de la capacidad instalada global actual, y Worldwatch recomienda integrar estos proyectos al sistema durante varios años.

Las tecnologías de generación basada en gas natural están mejor adecuadas para acomodar el uso de energía renovable en expansión. Las plantas de gas natural existentes y planificadas dan al sistema eléctrico de la República Dominicana la flexibilidad que necesita para integrar sin problemas los recursos renovables intermitentes. La electricidad producida por plantas de gas natural más pequeñas se puede despachar muy rápidamente en respuesta a las fluctuaciones de la demanda durante todo el día. La República Dominicana ya tiene infraestructura de gas natural cuyo uso se puede maximizar.

Nuestro análisis del escenario desafía la necesidad de licitar energía de carbón adicional. La construcción de nuevas plantas de energía de carbón es redundante y bloqueará una tecnología durante los siguientes 35 años que ponga la economía de la República Dominicana en una ruta de crecimiento sostenible. La nueva energía de carbón también reducirá la capacidad del sector eléctrico para integrar proporciones más grandes de energía renovable y/o evitará un uso económicamente rentable de las plantas de gas natural.

En general, Worldwatch cree que el escenario 3b es la ruta tecnológica preferible de la República Dominicana para hacer posible una transición exitosa a un sistema eléctrico basado en la energía renovable. Sin embargo, actualmente el gobierno está más cerca de seguir con el escenario 1.

6 | Evaluación de los impactos socioeconómicos de las rutas de electricidad alternativa

Conclusiones principales

- El futuro de la energía de la República Dominicana descansa en los recursos locales para aumentar la seguridad energética, reducir los costos de importación de combustibles fósiles, disminuir la deuda del gobierno por el funcionamiento de los servicios públicos propiedad del Estado, bajar los precios de la electricidad, reducir las emisiones y crear nuevos trabajos.
- La energía eólica, solar y biomasa son recursos renovables locales que se pueden integrar fácilmente al sistema eléctrico dominicano y pueden disminuir los precios de la energía; estos recursos renovables tienen fuertes potenciales de recursos, convirtiéndolos ya hoy en opciones de generación competitivas en términos de costos.
- La energía eólica, de biomasa e hidroeléctrica son las opciones más baratas del país para la generación de electricidad. Los costos de la energía solar fotovoltaica están abajo de los de las tecnologías de petróleo, actualmente la fuente más grande de generación del país.
- En el 2030, se espera que el costo de la energía renovable disminuya más, a menos de 7 centavos de dólar por kWh en promedio. Se espera que los costos de nuevas plantas de petróleo, gas natural y carbón sean de 27, 18 y 11 centavos de dólar por kWh, respectivamente.
- La opción sin cambios (business as usual, BAU) no es una opción factible de expansión de energía para la República Dominicana. El aumento de la demanda aumentará la dependencia del país de los combustibles fósiles y hará que la economía sea cada vez más susceptible a los aumentos de precios; mientras tanto, las importaciones ya altas de combustible fósil pondrán una carga aún más grande en el progreso económico. En contraste, una expansión de las energías renovables y una diversificación de la mezcla de energía tendrá muchos impactos socioeconómicos positivos.
- La transición a un sistema eléctrico basado en gran parte en energía renovable puede disminuir el costo promedio de la electricidad en la República Dominicana en casi el 50%, de 14 centavos de dólar por kWh en el 2012 a 7.5 centavos de dólar por kWh en el 2030.
- Las proporciones más altas de energías renovables requieren inversiones más grandes, pero reducen el costo total de la generación de electricidad. Nuestro análisis muestra que la República Dominicana puede ahorrar más de US\$25 mil millones invirtiendo en energías renovables, mientras que continuar con la situación actual le costará al país unos US\$70 mil millones para el 2030, de los cuales US\$52 mil millones representan costos de combustible solamente.

- En adición a los beneficios económicos significativos, una transición a energías renovables crea beneficios sociales de creación de trabajo y reducción de emisiones de gases de invernadero. Con proporciones mayores de energías renovables, la República Dominicana puede crear más de 12,000 nuevos trabajos, o 10,000 más que bajo BAU.
- La República Dominicana puede reducir las emisiones anuales en el sector eléctrico a la mitad en el 2030 en comparación con las actuales, ahorrando un estimado de 100 millones de toneladas de equivalente de CO₂ versus el BAU.

Aunque el legado de recursos naturales de la República Dominicana es muy favorable a un uso expandido de energía renovable (véase el Capítulo 3), el país no está utilizando este enorme potencial y planea invertir más en energía de carbón y gas natural. Las plantas de energía basadas en petróleo permanecen como la fuente de generación más grande del país, accionadas por costoso combustible importado. Esta alta dependencia de importaciones de combustible fósil vuelve vulnerable al país a subidas de precio internacionales, planteando una carga económica para los hogares y empresas. Con la demanda eléctrica proyectada para crecer a un promedio del 4% anualmente hasta el 2030, estos costos económicos probablemente solo empeorarán en el futuro.

El gobierno dominicano tiene la tarea de guiar la transición a un sistema eléctrico verdaderamente sostenible con el fin de garantizar seguridad simultánea de suministro, asequibilidad e integridad ambiental. Dado el crecimiento proyectado de la demanda del país y los planes de agregar capacidad adicional sustancial, se deben tomar decisiones que le darán forma al sector energía para las décadas venideras. Para ayudar al gobierno en este proceso de planificación, este capítulo explora los aspectos económicos de la transición a un sector eléctrico sostenible. El capítulo primero presenta evaluaciones comparativas de costos de diferentes tecnologías de generación de electricidad, y luego amplía este análisis mediante la integración de los impactos negativos de varias externalidades para ofrecer una mejor imagen de los costos totales de estas fuentes de generación. Después de proyectar los costos futuros, Worldwatch finalmente evalúa los impactos microeconómicos de las diferentes vías tecnológicas descritas en el Capítulo 5.

El capítulo concluye que una expansión acelerada de energía renovable traerá importantes beneficios a la economía dominicana. El país ahorraría más de US\$30 mil millones en costos de combustible importado, creará 12,500 nuevos trabajos, ahorrará hasta 137 millones de toneladas de emisiones de gases de invernadero y reducirá los efectos negativos a la salud de la contaminación local.

6.1 Análisis de los costos nivelados de la generación de electricidad

6.1.1 Metodología

Idealmente, las evaluaciones comparativas de costos de diferentes opciones de generación de electricidad deben ir más allá de las necesidades de inversión inicial de la construcción de diferentes tecnologías, y también incluyen variables importantes como gastos operativos y de mantenimiento así como costos de combustible. Una herramienta útil para tal evaluación es el análisis de “costo nivelado de la generación de electricidad (CNGE), que calcula el precio, por unidad de electricidad, requerido para la inversión en un proyecto eléctrico al punto de equilibrio de su vida útil.¹ Útil para la planificación del sector de energía, el CNGE permite que los legisladores comparen, usando una medida común, los costos de tecnologías de

generación que tienen diferentes vidas útiles, tasas de utilización, costos de combustibles, y necesidades operativas y de mantenimiento.²

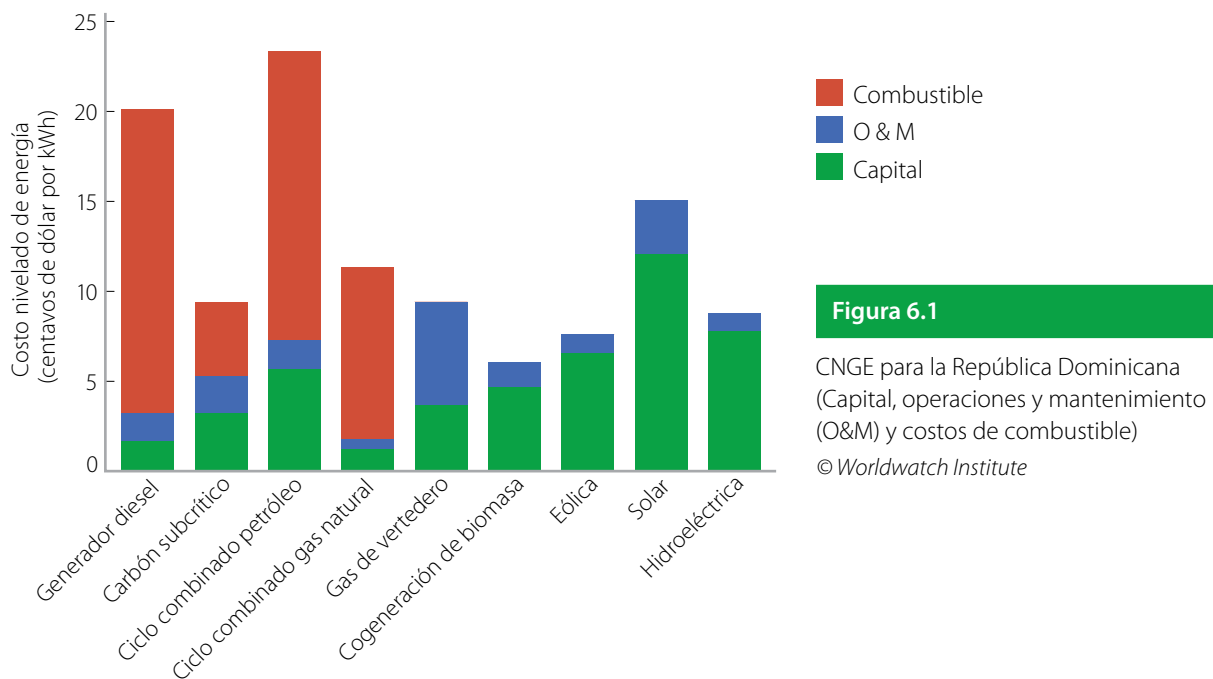
Para estimar el CNGE para el sistema de energía de la República Dominicana, Worldwatch amplió el Modelo para desarrollo de tecnología eléctrica (Model for Electricity Technology Development, META) desarrollado por el Programa de asistencia de gestión del sector energía (Energy Sector Management Assistance Program) del Banco Mundial. META está poblada de valores predeterminados comunes que son entradas necesarias para estimar el CNGE, pero también le permite a los usuarios personalizar los datos de entrada para calcular costos específicos al país. Worldwatch modificó el modelo para reflejar el proyecto de la República Dominicana, y las características de desempeño específicas del país y los parámetros de costos y amplió el periodo de tiempo al 2030 para reflejar un horizonte de planificación más apropiado. Recolectamos amplia información en el país y nos basamos en las condiciones locales, incluyendo las evaluaciones de recursos discutidas en el Capítulo 3; datos de costos locales para equipo, combustible y mano de obra; así como datos de desempeño local para eficiencias de plantas, factores de capacidad y calidad del combustible. Worldwatch colaboró con socios locales para asegurar la validez de los resultados.

META puede ser una herramienta útil para los gobiernos. Además de comparar el atractivo económico de diferentes proyectos de inversión, sus resultados pueden informar a los legisladores mostrando los efectos de largo plazo de diferentes desarrollos de costo de combustibles, así como las reducciones probables de los costos debido a las mejoras tecnológicas y conocer los efectos provocados por instrumentos de soporte inicial. META también es útil para la planificación del sector energético. Aunque no toma un enfoque de sistema de energía integrada y no es un modelo de optimización, da a los planificadores una visión de conjunto precisa del costo de diferentes opciones de suministro que se deben usar junto con otros modelos de planificación para ayudar a los legisladores y entidades de reglamentación a adoptar elecciones informadas. (Véase la evaluación de la vía tecnológica de Worldwatch, Capítulo 5.)

Sin embargo, los análisis CNGE no son evaluaciones financieras, y excluyen impuestos y subsidios. Además, el modelo usa la tasa de descuento social en lugar de la tasa de interés financiero que es más relevante en decisiones de inversión para proyectos financiados con préstamos. Por tanto, el análisis de inversión específico a un proyecto, requeriría también incluir los costos de subsidios e incentivos, así como los costos de préstamos que pueden variar sustancialmente dependiendo de la tecnología y tamaño del proyecto así como el tipo del inversionista. (Véase el Capítulo 7 para obtener aspectos importantes del financiamiento de proyectos de energía renovable).

6.1.2 Resultados del CNGE

El CNGE para las diversas opciones de generación de electricidad para la República Dominicana muestra que cuando se consideran los costos de capital, operaciones y mantenimiento, y combustible, las tecnologías de energía renovable ya son soluciones competitivas para el país. (Véase la Figura 6.1.) Aunque la mayoría de tecnologías convencionales tienden a tener costos de capital netos (overnight capital costs) más bajos que los de las energías renovables, sus costos continuos de combustible las hacen una opción mucho más cara sobre su vida útil. Esto es particularmente cierto cuando las fuentes de energía renovable se comparan con las tecnologías basadas en petróleo, que actualmente constan del 46% del sistema de generación de la República Dominicana que todavía son la opción de suministro más cara.



Por tanto, la transición hacia el fin del uso de las plantas de energía de petróleo debe ser una prioridad para el gobierno.

La cogeneración de energía de biomasa, eólica e hidroeléctrica son las tecnologías de generación más baratas disponibles para nuevos proyectos en el país, al menos de un tercio del costo de electricidad de generadores diésel y una cuarta parte del ciclo combinado de petróleo. La energía eólica es muy factible en muchos buenos lugares y es una alternativa competitiva al carbón o al gas natural. Aunque la energía solar fotovoltaica es actualmente la fuente de energía renovable más cara, los costos han disminuido considerablemente en los últimos años. Esta tendencia continuará si la República Dominicana puede aprovechar las economías de escala y curvas de aprendizaje a medida que expande el uso de la energía solar fotovoltaica. Además, la expansión del uso de la energía solar fotovoltaica podría reducir los costos globales del sistema ya que durante el mediodía, la fotovoltaica competiría con la generación a base de petróleo, la tecnología de generación más cara del país. El utilizar energía solar fotovoltaica para reemplazar la electricidad de los generadores diésel o del ciclo combinado de petróleo, ahorraría a la República Dominicana, al menos, 5 centavos de dólar por kWh, dependiendo del tamaño de la instalación fotovoltaica.

La generación de electricidad a partir de bagazo ofrece otra solución de energía renovable competitiva y debería ser utilizada, aunque la expansión está limitada debido a que el recurso está disponible únicamente durante la temporada de cosecha.³ Una expansión de la energía hidroeléctrica también es muy rentable, y la República Dominicana debería aprovechar los potenciales no utilizados que no compiten con otros usos del agua.

Teniendo en cuenta el gran potencial de energía renovable de la República Dominicana, no se aconseja, desde una perspectiva económica, nuevas inversiones en generación a base de petróleo. Los costos de

construcción iniciales comparativamente pequeños de estas plantas están engañando a los altos costos de vida útil. Los gastos de combustible elevan los costos considerablemente, convirtiendo a las plantas a base de petróleo en soluciones no competitivas que colocan una carga en las finanzas del país. La Figura 6.1 distingue entre los costos base (costos de capital netos y costos de operación fija y de mantenimiento) y los costos de combustible para resaltar la importancia de este último.

El carbón es el recurso menos caro para la generación basada en combustibles fósiles, con costos de combustible comparativamente bajos y altos índices de utilización. Pero el carbón, a diferencia del gas natural y el petróleo, puede ser utilizado solo para la generación de carga base y debe ir acompañado de opciones adicionales de generación flexible. Como se muestra en las vías tecnológicas (véase el Capítulo 5), una expansión de la energía de carbón impediría la capacidad del sistema de energía de responder a la intermitencia y probablemente limitaría la proporción global a largo plazo de la energía renovable en el sector eléctrico dominicano. El gas natural es un aliado mucho más adecuado para las energías renovables y aunque es más caro que el carbón por 2 centavos de dólar por kWh, puede disminuir los costos globales del sistema al evitar la restricción innecesaria de la energía renovable y al ofrecer flexibilidad para reaccionar a las fluctuaciones en la demanda a corto plazo. Las plantas de gas natural tienen los costos de inversión inicial más bajos aparte de los generadores diésel; sin embargo, los costos continuos de combustible son los que determinan en gran medida el costo de la energía a base de gas.

Dada la lejanía de la República Dominicana como una nación insular, el gas natural debe ser importado en su forma licuada (GNL), que requiere instalaciones de almacenamiento y regasificación. En comparación con la mayoría de las islas vecinas, debido a que el país tiene una de las economías más grandes de la región y una infraestructura de importación de gas intacta, sirve como un mercado de exportación para Trinidad y Tobago, rico en gas. Los Estados Unidos, que está estudiando la posibilidad de mayores exportaciones de GNL, podrían también exportar gas a la República Dominicana en el futuro; si dicha entrada en el mercado llegara a suceder, los precios del GNL probablemente disminuirían o se mantendrían iguales en la región del Caribe. En su análisis del CNGE, Worldwatch asume un precio de importación de GNL de US\$12.74 por millón de Btu.

Al decidir sobre la opción más rentable para la generación en expansión, el gobierno dominicano debe también tener en cuenta los costos adicionales de infraestructura. Aunque es muy probable que se necesiten nuevas líneas de transmisión y subestaciones para proyectos de energía renovable a gran escala, los costos son relativamente bajos en comparación con los costos de infraestructura en el lado de la generación; por otra parte, el envejecimiento de la red eléctrica del país requiere de todas maneras reparación, renovación y modernización. Las tecnologías de generación renovable a pequeña escala, utilizadas para la generación distribuida, no necesitan líneas de transmisión adicionales, convirtiéndolas en una opción atractiva para el uso doméstico o para las comunidades más alejadas de la infraestructura de red existente.

Incluso bajo hipótesis optimistas de precios de combustibles fósiles, las fuentes de energía renovable - particularmente la eólica - ya ofrecen una alternativa competitiva a la generación convencional que podría proteger a la República Dominicana de precios de importación inciertos y servir como cobertura de precios de la volatilidad de los precios internacionales de mercado.

6.2 CNGE+:Evaluación de los costos totales de fuentes de electricidad alternativa

6.2.1 Metodología

El análisis CNGE estándar, discutido anteriormente, ofrece a los legisladores una herramienta útil para la planificación del sector energético, así como información importante acerca de qué prioridades políticas pueden desarrollarse. Sin embargo, las decisiones del sector de energía no deben centrarse solamente en los costos de generación, sino que deben reflejar una evaluación más holística que incluya costos adicionales a la sociedad - llamados externalidades - tales como los efectos negativos para la salud causados por las emisiones locales de contaminantes como materia particulada (MP), óxido de azufre (SO_x) y óxido de nitrógeno (NO_x).⁴ Esto es particularmente relevante para los países emergentes o en desarrollo como la República Dominicana, donde el cuidado de la salud es a menudo un bien de lujo y donde las tecnologías de generación a menudo carecen de los más modernos equipos de

En este análisis, Worldwatch ha intentado evaluar los verdaderos costos de la generación de electricidad en la República Dominicana utilizando un enfoque "CNGE+" para cuantificar algunos de estos efectos negativos adicionales en la sociedad. Para ofrecer una medida más transparente de los costos de diferentes tecnologías de generación, hemos añadido valores de daños en centavos de dólar por kWh para los impactos negativos más importantes, en la parte superior de los valores CNGE estándar calculados en la Sección 6.1. Esto permite una mirada renovada a la competitividad de las diferentes tecnologías desde un punto de vista social más amplio.

El modelo META de ESMAP es otra vez útil porque permite la integración de los costos causados por la contaminación local y el cambio climático. Los usuarios pueden asignar valores de entrada para los costos de carbón en US\$ por tonelada de CO_2 equivalente y por los daños causados por las emisiones de SO_x , NO_x y MP, medidos en US\$ por tonelada. Con base en el tipo y la calidad de combustible, así como la eficiencia de la planta, el modelo pone costos adicionales a las estimaciones del CNGE. Worldwatch se basa en esta característica para ofrecer la República Dominicana una evaluación más holística de los costos reales de diferentes tecnologías de generación, destacando los costos sociales que normalmente no están integrados en los precios del mercado. Al hacerlo, hemos llevado a cabo extensas revisiones de la literatura para asignar valores al clima, así como a los costos de la contaminación.

6.2.2 Costos de contaminantes locales

Los contaminantes atmosféricos locales que son emitidos durante los procesos de combustión -como el SO_x , NO_x y MP- puede tener efectos adversos en la salud humana, la productividad agrícola, los materiales, y la visibilidad. Dependiendo de la edad y la eficiencia de las plantas de energía, la producción de electricidad puede contribuir sustancialmente a concentraciones de emisiones nocivas cerca de estas plantas. La expansión de la generación basada en combustibles fósiles solo aumentará la contaminación del aire local, deteriorando aún más el medio ambiente y planteando una carga económica a los principales sectores económicos como la agricultura y el turismo.

Los niveles de contaminación en la República Dominicana se encuentran en niveles peligrosos en ciertas partes del país. Los mayores niveles de contaminantes atmosféricos están en Haina, donde las plantas eléctricas cercanas producen alrededor del 40% de la electricidad nacional, incluyendo de carbón y de fueloil.⁵ Haina es también el puerto industrial más importante del país, así como el sitio de una refinería de

petróleo y de una industria de reciclaje de baterías; en general, unas 109 industrias emiten contaminantes atmosféricos en la ciudad. Haina alcanzó fama internacional cuando el Instituto Blacksmith lo votó como uno de “los lugares más contaminados del mundo” en el 2007.⁶

El objetivo de Worldwatch través del análisis CNGE+ es ilustrar mejor las externalidades ambientales de la generación de electricidad que actualmente no están siendo reflejadas en los precios del mercado. El enfoque más preciso sería realizar evaluaciones de emplazamientos específicos que evalúen en detalle factores como la dispersión esperada de contaminantes de una planta en particular, el aumento en las concentraciones de contaminantes y la presión sobre el medio ambiente local dadas las características específicas del ecosistema; sin embargo, estos análisis tienden a ser extremadamente intensivos en términos de costo, tiempo y datos. Sin embargo, es posible extraer conclusiones generales sobre los costos de la contaminación de la generación de electricidad con base en un conjunto de insumos clave como la tecnología y el combustible utilizados, la edad de la planta, la existencia de equipos de control de la contaminación y los ingresos y la densidad poblacional del país.

Los esfuerzos para cuantificar e internalizar los impactos negativos de la generación de electricidad se remontan a más de 30 años.⁷ Poner un valor monetario a los daños a veces ha resultado difícil. Los vínculos causales entre las concentraciones de contaminantes y los impactos en la salud todavía están siendo estudiados, creando incertidumbres; y, aunque la vida humana depende de los servicios que proporcionan los ecosistemas, los beneficios específicos de los esfuerzos de conservación son solo parcialmente medibles. Por otra parte, asociar un cierto valor a la vida humana puede alterar significativamente los resultados y tener enormes repercusiones éticas. A pesar de estas dificultades, se han logrado progresos en materia de investigación.⁸ Para sus estimaciones, Worldwatch empleó un segundo modelo del Banco Mundial desarrollado específicamente para evaluar los daños por contaminación en las naciones en desarrollo.⁹ Adaptamos el modelo para la República Dominicana, con ajustes por ingresos y población, y los incorporamos en el CNGE para evaluar los costos de los daños de contaminantes locales por unidad de energía generada.

6.2.3 Costos del cambio climático global

Además de la liberación de contaminantes locales, la generación de energía basada en combustibles fósiles es uno de los mayores emisores de gases de efecto invernadero, que contribuyen al cambio climático inducido por el hombre. Los impactos globales del cambio climático incluyen el aumento de las temperaturas, olas de calor más frecuentes, niveles del mar más altos, más zonas afectadas por la sequía y aumento de la intensidad de las tormentas.¹⁰ La gravedad de estos impactos varía según la región, pero se cree que las islas del Caribe están dentro de las más vulnerables.¹¹ Es probable que las consecuencias más importantes para los pequeños estados insulares estén relacionadas con los cambios en el nivel del mar, dadas las localidades costeras de la mayor parte de la actividad económica, infraestructura y población. Es probable que la República Dominicana, al igual que la mayoría de las naciones insulares, también sufra de cambios en las precipitaciones pluviales, humedad del suelo y patrones de vientos predominantes.¹²

El dióxido de carbono y los otros gases de efecto invernadero son contaminantes globales cuyo impacto es independiente del punto de emisión. Una fuente puntual específica en la República Dominicana como una planta de energía contribuye al calentamiento global, pero no puede ser la exclusiva responsable de los impactos negativos regionales. Por lo tanto, una tonelada de CO₂ emitida en la República Dominicana

tiene el mismo efecto negativo en el país que una tonelada emitida en los Estados Unidos, China o Arabia Saudita. Para integrar los costos del cambio climático en su análisis CNGE+, Worldwatch supone un costo global de carbón de US\$100 por tonelada de CO₂-equivalente. Aunque en el medio de la gama superior de las estimaciones existentes, este valor está en línea con la investigación económica prominente, y también podría decirse que es el que representa de mejor manera los nuevos hallazgos sobre la gravedad de los impactos negativos del cambio climático.¹³

A pesar de la naturaleza global del cambio climático y de la responsabilidad histórica de los países industrializados de reducir sus emisiones, el potencial de la República Dominicana para la reducción de las emisiones es significativo desde una perspectiva regional. En el 2009, el país tuvo las segundas emisiones de CO₂ más altas de 15 naciones del Caribe.¹⁴ (Véase la Tabla 6.1.) Si bien esto es en gran parte el resultado del tamaño de la economía, una transición a energías renovables puede llevar al país a una senda de crecimiento compatible con el clima que permita y posibilite una mayor expansión económica a la vez que se reduce el impacto de la economía en el clima global.

La inclusión de los costos del cambio climático en el CNGE de la República Dominicana no pretende dar a entender que su población debe cubrir estos costos. El objetivo es más bien cambiar la percepción de los legisladores sobre la integridad de las evaluaciones de costo convencionales, para ilustrar la potencial carga económica que el cambio climático representa para la economía dominicana y para aumentar la conciencia de las oportunidades que traen las fuentes de energía alternativas para poner al país en un camino de desarrollo compatible con el clima.

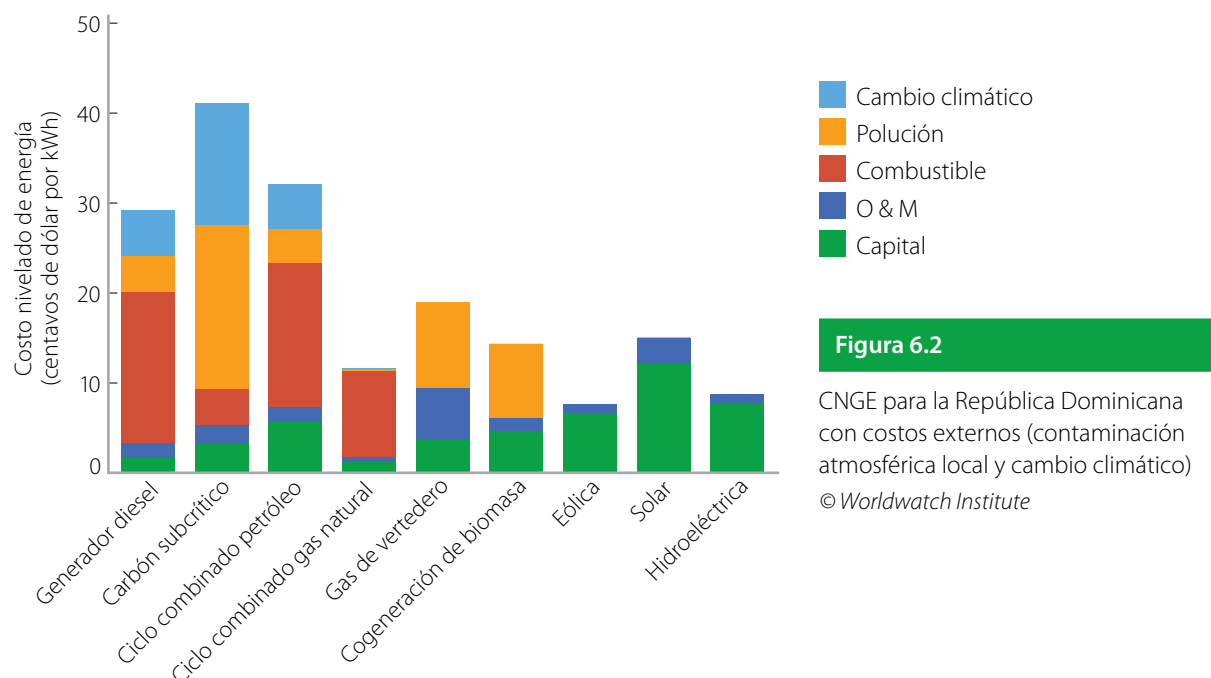
Tabla 6.1. Intensidades de las emisiones de 15 países del Caribe, 2009

País	Emisiones de CO ₂
	kilotoneladas
Trinidad y Tobago	52,069
República Dominicana	20,640
Jamaica	9,557
Las Bahamas	4,734
Surinam	2,335
Haití	2,103
Guayana	1,672
Barbados	1,442
Antigua y Barbuda	732
Belice	536
Santa Lucía	425
Santa Kitts e Nieves	303
Granada	269
San Vicente y las Granadinas	199
Dominica	142

Fuente: Véase la nota final 14 de este capítulo.

6.2.4 Resultados

Una evaluación CNGE+ más holística de los costos de las diferentes tecnologías de generación—que incluyen los costos ambientales tanto de la contaminación del aire local (MP, SO_x, NO_x) como del cambio climático (CO₂, N₂O, CH₄)—resalta algunos de los beneficios de los recursos renovables que normalmente no son capturados en los precios de mercado. Ya que las sociedades deben asumir los costos de la contaminación local y cambio climático, los datos proporcionan un argumento apremiante en favor de una transición hacia alternativas de energía limpia. (Véase la Figura 6.2.)



Teniendo en cuenta la densidad poblacional de la República Dominicana, la contaminación local amenaza con dañar la salud de las poblaciones que viven en las proximidades de las plantas de energía; el modelo estima altos costos, particularmente para emisiones de MP. El análisis indica que la energía basada en el petróleo tiene un impacto significativo, elevando el costo de la generación en alrededor de 10 centavos de dólar por kWh para generadores diésel y plantas de ciclo combinado de petróleo, debido en parte al alto contenido de azufre y de partículas del fueloil pesado.

Desde una perspectiva del clima global, el uso del carbón es particularmente intensivo en carbono y por lo tanto tiene el mayor efecto sobre el calentamiento global. El gas natural tiene bajas concentraciones de contaminantes y es también menos intensivo en carbono que cualquiera de las otras tecnologías convencionales. La tecnología de ciclo combinado es la forma más eficiente para la generación de energía térmica.

En general, el análisis CNGE+ ofrece una nueva visión de la competitividad de las diferentes fuentes de generación de electricidad. La energía de carbón llega a ser más de 30 centavos de dólar por kWh más cara que sus estimaciones convencionales y ahora cuesta más de 40 centavos de dólar por kWh. El costo de generación de generadores diésel se acerca a 30 centavos de dólar por kWh y el de la generación

de ciclo combinado de petróleo, alrededor de 31 centavos de dólar por kWh. El gas natural es el único combustible convencional que mantiene un cierto nivel de competitividad, con sus costos aumentando solo marginalmente.

Las fuentes de generación más baratas son la eólica y la hidráulica. La generación de 1 kWh de energía eólica es menos de una séptima parte del costo de generación de las plantas de carbón y alrededor de una sexta parte de los generadores diésel y plantas de ciclo combinado de petróleo. La solar fotovoltaica es sustancialmente menos costosa que toda la energía convencional, aparte del gas natural. Se trata de la mitad del precio de generación de ciclo combinado de petróleo y más de 25 centavos por debajo de la generación a carbón. La generación a base de bagazo es menos competitiva comparada con otras fuentes de energía renovable, ya que ocasiona contaminación local significativa.

Las conclusiones de este análisis cambian muy poco si solo se añaden los costos de la contaminación local. Los costos de la contaminación relacionados con la salud, en particular los causadas por la generación a base de carbón y de petróleo, hacen que estas tecnologías sean muy indeseables desde el punto de vista social. Por otra parte, se debe hacer énfasis en que estos hallazgos son conservadores. El modelo del Banco Mundial que se utiliza para determinar los costos de la contaminación en los países en desarrollo ignora los impactos clave, evaluando solo los efectos sobre la salud humana, la visibilidad y el ensuciamiento de los edificios. Estudios más exhaustivos de países desarrollados han evaluado los efectos de la contaminación local en variables como la agricultura, los bosques, la pesca, la recreación, el turismo, el hábitat y la biodiversidad.¹⁵ Por lo tanto, se recomienda investigación adicional en los costos de la contaminación en los países en desarrollo para ampliar el trabajo del CNGE+.

6.3 Proyección de CNGE: Costos futuros de la generación de electricidad

6.3.1 Metodología

El Capítulo 5 de este informe evalúa la factibilidad técnica de hacer la transición a un sector eléctrico dominicano basado casi en su totalidad en energías renovables para el año 2030. El analizar los impactos socioeconómicos de tal transformación exige que se vea más allá de los costos de la generación actual (véase Secciones 6.1 y 6.2) y se evalúen las tendencias de costos probables en el futuro. Estos pueden ser usados para analizar más a fondo los impactos macroeconómicos como las necesidades de inversión en energías limpias y/o cambios en los costos de importación de combustibles fósiles. (Véase la Sección 6.4.)

Aunque es imposible predecir con precisión los precios futuros de la energía, los analistas pueden hacer proyecciones con base en la información disponible actual y en hipótesis calificadas. En este informe, Worldwatch utiliza sus estimaciones del CNGE como una base de la cual extrapolar los desarrollos de los costos para diferentes tecnologías de generación. Suponemos que los costos base futuros para la generación de energía térmica e hidroeléctrica permanecerán muy similares a los niveles de hoy en día, en línea con la base de datos del Departamento de Energía de los EE.UU.¹⁶ También suponemos que los costes de la energía eólica y la energía solar fotovoltaica se reducirán aún más, según se indica en la serie de análisis de costos de la Agencia Internacional de Energías Renovables (International Renewable Energy Agency, IRENA).¹⁷ Y asumimos que los precios del combustible en general aumentarán en términos reales desde el 2010 hasta el 2030, según lo proyectado en *Annual Energy Outlook* de la Administración

de Información de Energía de los EE.UU. (Energy Information Administration, EIA) - con los mayores incrementos observados en los precios del petróleo.¹⁸

6.3.2 Resultados

Partiendo de estas suposiciones, la Figura 6.3 proyecta el CNGE para diversas tecnologías de generación de electricidad en la República Dominicana para el 2030. Para el 2020, se prevé que todas las tecnologías de energía renovable sean más baratas que la energía basada en combustibles fósiles. La energía solar fotovoltaica experimenta las mayores reducciones de costos y se convierte en competitiva en términos de costos con el carbón y el gas natural en el 2015, superando a la biomasa, la eólica y la hidroeléctrica como la forma menos cara de generación de electricidad en el 2025. Está proyectado que el costo de la generación utilizando cogeneración de bagazo permanecerá igual, ya que se cree que la tecnología ha alcanzado la madurez. Si otros recursos de biomasa, tales como la cáscara de arroz o la pulpa de café se utilizan en el futuro, los costos de cogeneración de biomasa podrían ser alterados por los crecientes costos de materias primas de biomasa. Entre los combustibles fósiles, se proyecta que el carbón sea la opción de generación más barata en el 2030 debido a las abundantes reservas mundiales; sin embargo, sus costos son aún más altos que los de las energías renovables.

La Figura 6.3 también muestra que una continua dependencia de la generación de energía basada en el petróleo amenaza con desafiar el éxito económico de la República Dominicana, poniendo una carga en la industria y los hogares con aumentos de precios de la electricidad para cubrir el aumento de los costos de generación. Actualmente, la generación a base de petróleo no es competitiva en términos del costo con

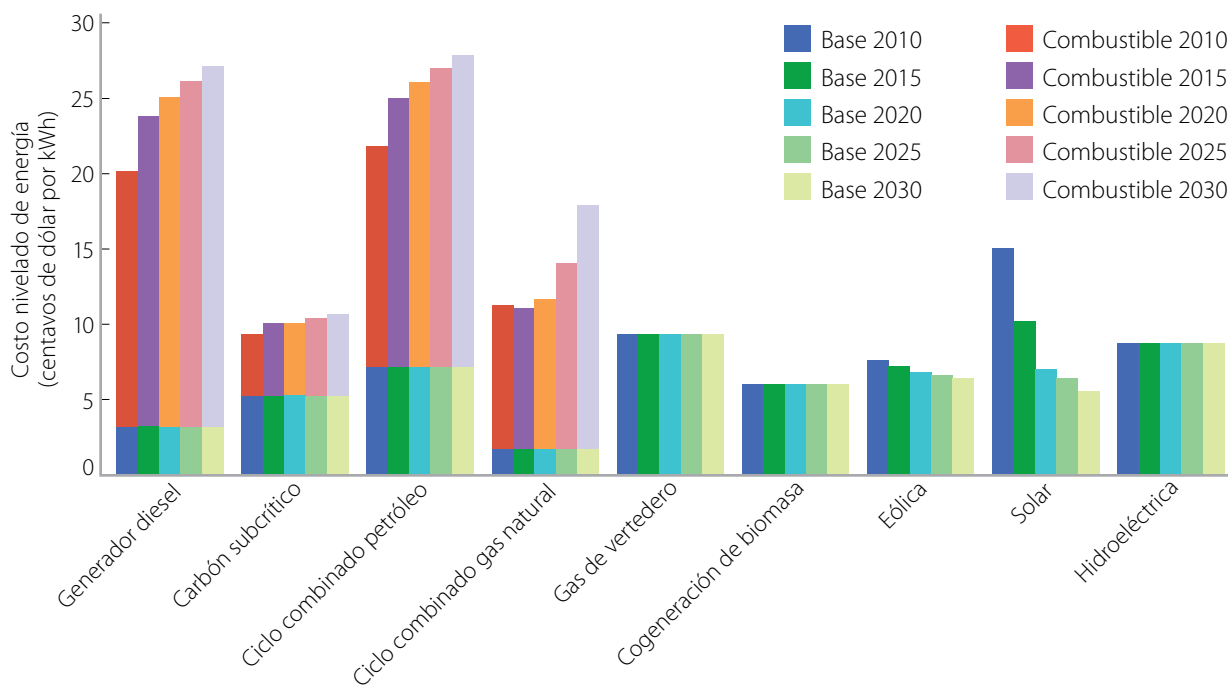


Figura 6.3

Proyección de CNGE de la República Dominicana para el 2030

© Worldwatch Institute

ninguna otra forma de generación de electricidad en el país, ni lo será en el futuro. Estos resultados del CNGE son sensibles a nuevos desarrollos, incluyendo la emergencia de nuevas tecnologías y el descubrimiento de nuevos recursos naturales. Sin embargo, teniendo en cuenta la información disponible actualmente, una expansión de las energías renovables es una buena cobertura de precios frente a los precios volátiles y en aumento de los combustibles fósiles y con el tiempo se convierte en la opción de electricidad más económica.

6.4 Impactos macroeconómicos: Beneficios de una transición a sistemas de electricidad basados en fuentes de energía renovable

La reconstrucción de un sistema de energía basado en energías renovables tendrá impactos económicos. Las secciones siguientes aplican las conclusiones de los resultados del CNGE a las diferentes vías tecnológicas descritas en el Capítulo 5, a fin de evaluar sus posibles impactos económicos. Aunque los opositores a menudo argumentan que una expansión de energías renovables supone una carga económica, el análisis cuantitativo en este capítulo muestra exactamente lo contrario para la República Dominicana: que un sistema basado en gran parte en energías renovables puede reducir los costos promedios y totales de electricidad, ahorrar al país muchos fondos públicos necesarios al evitar los costos de importación de combustible y crear nuevos puestos de trabajo en el sector energético.

6.4.1 Disminución de los costos de generación de electricidad

Actualmente, el gobierno dominicano subsidia los precios de electricidad para proteger a los consumidores de los altos costos de generación de electricidad que resultan principalmente de la importación de petróleo. Sin embargo, esta medida de apoyo ejerce presión sobre los fondos públicos y ya no es sostenible. A menos que se puedan bajar los costos de generación de electricidad, el país se enfrentará una presión económica significativa y dos soluciones igualmente insatisfactorias y no viables: o el gobierno tendrá que acumular más deuda para financiar el consumo de electricidad, o tendrá que cobrar a los consumidores tasas significativamente más altas, lo que sería muy impopular entre los contribuyentes.

Por tanto, una mirada a los costos de generación del 2030 es un buen indicador de los posibles desarrollos de los precios futuros de la electricidad de la industria y de los hogares o acumulación de deuda pública. La Figura 6.4 muestra el CNGE promedio en el 2030 para los distintos escenarios de Worldwatch presentados en el Capítulo 5. El costo promedio de la electricidad se calcula utilizando proyecciones de estimaciones del CNGE (véase la Sección 6.3), así como las tasas de generación y de utilización anuales (véase el Capítulo 5) de cada fuente de generación.

La Figura 6.4 muestra una tendencia clara: que la continuación de la situación actual es más cara que cualquiera de los escenarios de transición descritos. Esto es en gran parte resultado de la subida proyectada de los precios del petróleo. Por otra parte, a medida disminuyan los costos de las energías renovables y caigan por debajo de los costos de la energía convencional, el costo promedio de electricidad disminuirá con la creciente penetración de las energías renovables. Por lo tanto, el CNGE promedio es más bajo en el escenario 3, en alrededor de 8 centavos de dólar por kWh. Los costos son ligeramente menores en el escenario 3a que en el escenario 3b debido a una mayor proporción del carbón frente a la energía de gas natural (la evaluación aquí no toma en cuenta los costos de operación de las plantas de gas natural por debajo de los niveles óptimos en 3a).

En general, una expansión de energía de carbón y/o de gas natural puede tener un efecto atenuador de los precios en comparación con una continuación de la situación actual. Sin embargo, a medida que los costos de todas las energías renovables caigan por debajo de los costos de la de energía de carbón, los costos de generación son mucho más bajos en los escenarios con una mayor dependencia de la energía renovable que en aquellos con mayores participaciones de carbón o gas. (Véase la Figura 6.5.)

Estos resultados son susceptibles a cambios en los costos de combustible, lo que puede llevar a que los diferenciales de precios entre los escenarios aumenten o disminuyan. En embargo, en general, los gráficos muestran que vale la pena una transición acelerada a la energía renovable. Mayores participaciones de

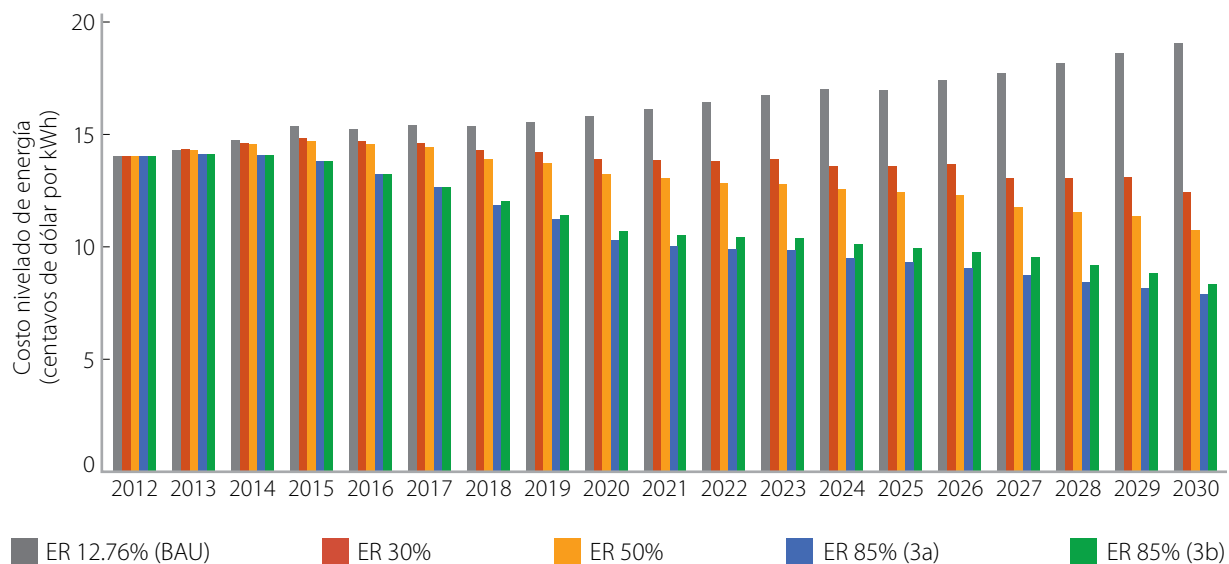
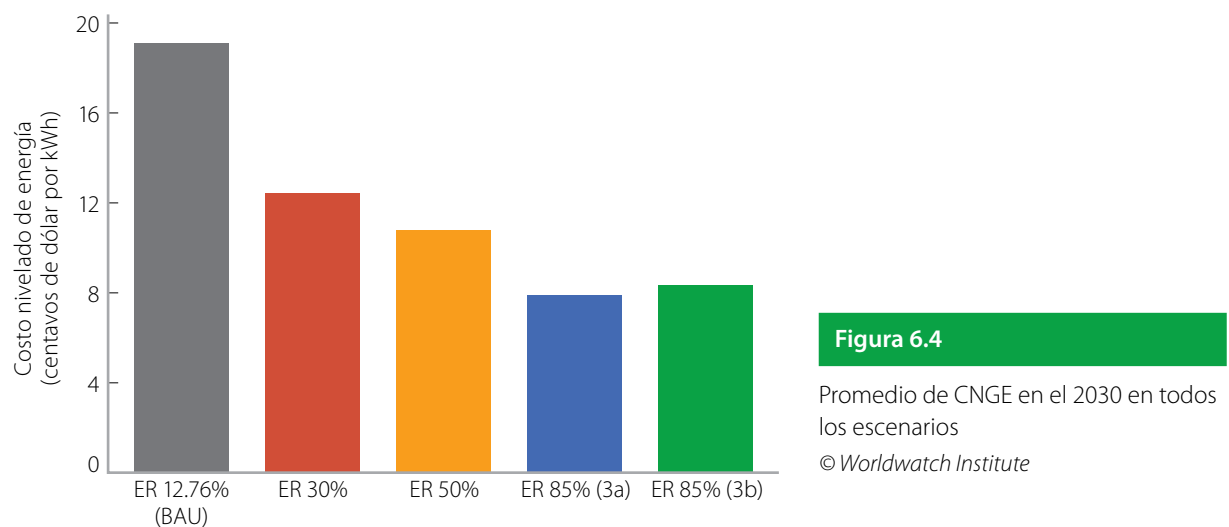


Figura 6.5
Promedio anual de CNGE en todos los escenarios
© Worldwatch Institute

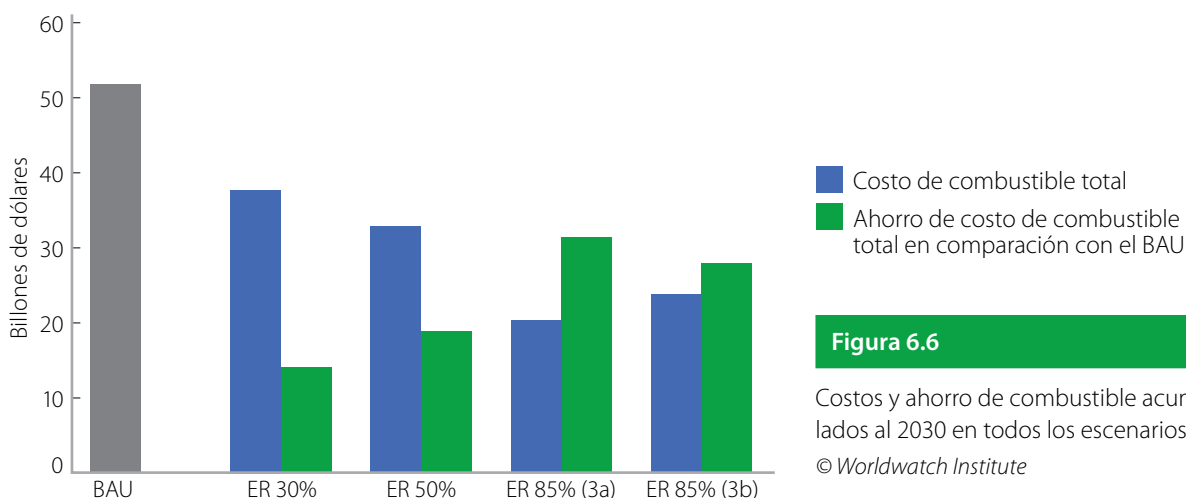
energías renovables tienen el potencial de reducir casi a la mitad el costo actual del sistema eléctrico de hoy en día y por lo tanto dejar espacio para las reducciones sustanciales de la tarifa para la economía y la población dominicana.

6.4.2 Ahorro de miles de millones en importaciones reducidas de combustibles fósiles

Hacer la transición lejos de un sistema de energía basada en combustibles fósiles puede ahorrar a la República Dominicana recursos financieros significativos que podrían invertirse en cambio en energías renovables y otros sectores económicos aspirantes, así como ayudar a equilibrar el presupuesto. El país gastó US\$4.4 mil millones en importaciones de combustibles fósiles en el 2013, o más del 7.3% del Producto Interno Bruto (PIB).¹⁹ Al subsidiar las tarifas de electricidad, el gobierno beneficia a los consumidores, pero aumenta la deuda pública. Sin reforma, va a aumentar la dependencia de la importación de combustibles fósiles debido al aumento de las necesidades de combustible en el sector eléctrico, cargando más las finanzas y la industria del país y disminuyendo la seguridad energética. La creciente demanda de energía y el aumento de precios de los combustibles fósiles amenazan con convertirse en un desastre económico y de seguridad.

En el escenario BAU, los costos anuales de importación en el sector de la electricidad van a aumentar desde US\$1.5 mil millones en el 2012 a US\$4.8 mil millones en el 2030. Un cambio a las energías renovables puede reducir sustancialmente esta dependencia de las importaciones, hasta un mínimo de US\$600 mil millones anuales para el año 2030. La Figura 6.6 muestra los costos acumulados de importaciones de combustibles fósiles bajo los escenarios de transición de Worldwatch. El gráfico también muestra los ahorros en costos de combustible de los diferentes escenarios frente a BAU. Las importaciones de combustibles bajo BAU suman casi US\$52 mil millones para el 2030; un cambio a la energía renovable puede ahorrar a la República Dominicana más de US\$30 mil millones en importaciones inevitables de combustibles fósiles en el mismo período de tiempo. Se espera que este ahorro crezca aún más allá del periodo de tiempo del 2030 evaluado en este estudio.

En general, el análisis ilustra el enorme ahorro que la República Dominicana puede cosechar a través de un cambio ambicioso hacia las energías renovables. Sin embargo, los resultados podrían cambiar, con la nueva información sobre las tendencias de precios de combustibles fósiles. Una continua revolución del



gas de esquisto podría reducir los precios del gas a nivel mundial, aunque no es probable que esto altere significativamente el atractivo de un ambicioso cambio hacia las energías renovables nacionales. Dada la gran cantidad de renovables disponibles de la República Dominicana y lo económico que son, es poco probable que el gas natural de menor precio compita con las energías renovables pero sí es probable que se convierta en una alternativa aún más atractiva que el carbón.

6.4.3 Inversión contra costo total de la electricidad: Costos iniciales / ahorros a largo plazo

Al analizar los aspectos económicos de las diferentes vías tecnológicas (véase el Capítulo 5), también es útil comparar las necesidades de inversión total y el costo total de la generación de electricidad. Las necesidades de inversión son una medida de los requerimientos de capital inicial para transformar o modernizar un sistema de energía. Los análisis del costo total de la generación de electricidad miran más allá de las necesidades de inversión y también tienen en cuenta los costos de operación y mantenimiento, incluyendo los costos totales de combustible. A diferencia del CNGE promedio para años específicos, el costo total de las estimaciones de electricidad es un agregado de los costos de electricidad sobre un período definido.

La Figura 6.7 muestra que, para el 2030, el costo anual total de la generación de electricidad aumentaría considerablemente bajo el BAU. La República Dominicana también se enfrentaría a una casi duplicación de costos en el escenario 1. Mientras tanto, mayores participaciones de energías renovables pueden mantener estables los costos de la generación de electricidad con relación a los niveles actuales hasta el 2030, como en el escenario 3.

La Figura 6.8 muestra la inversión acumulada total requerida para desarrollar las capacidades necesarias en todos los escenarios. También muestra el costo total y el ahorro versus el escenario BAU de la generación

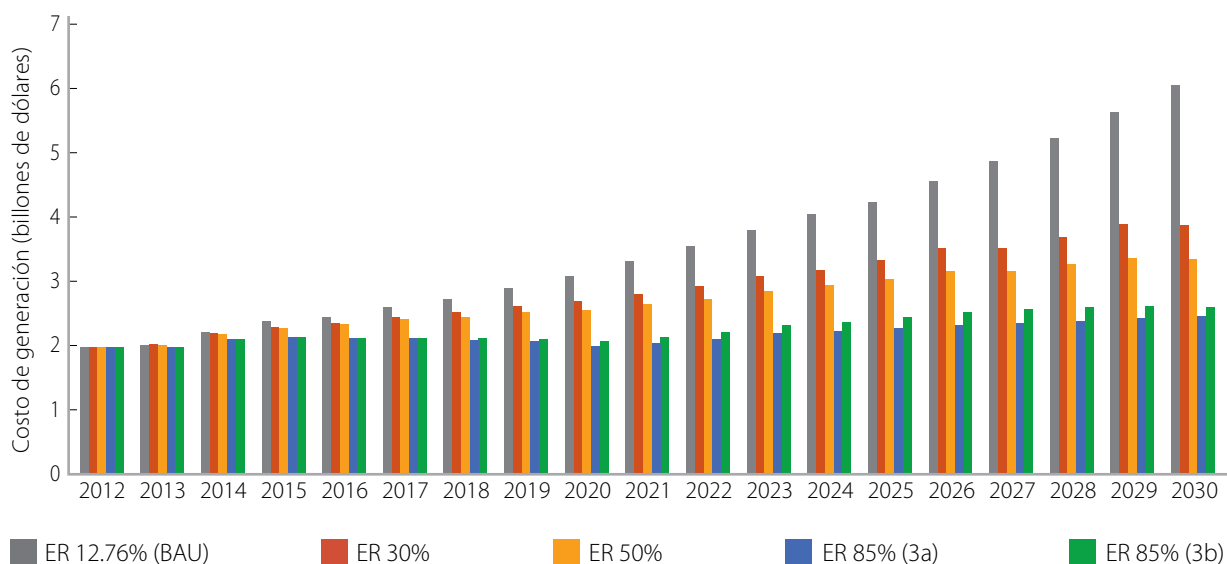
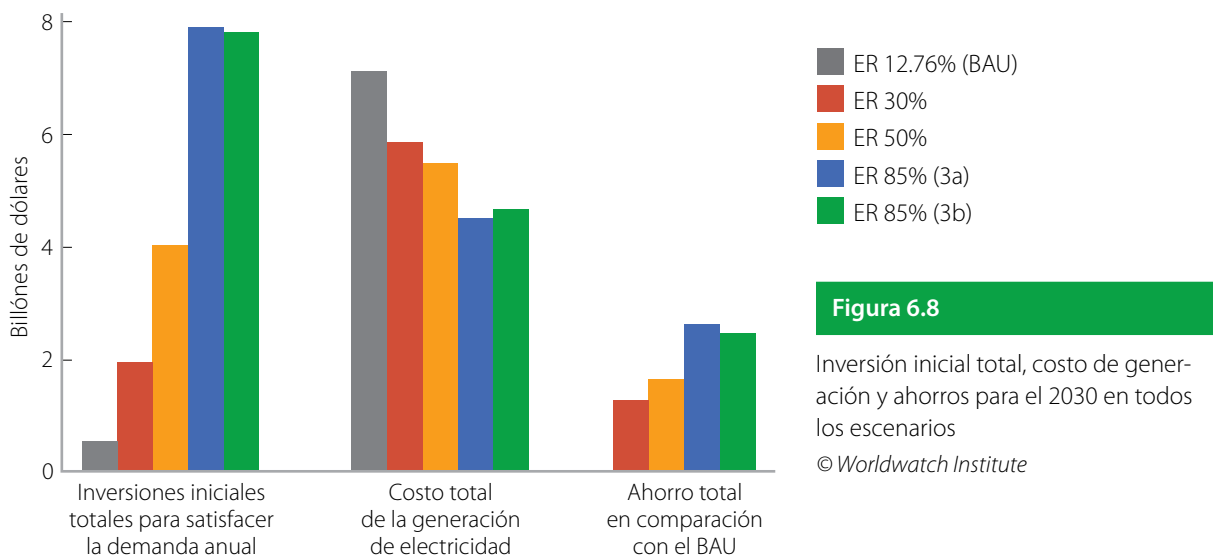


Figura 6.7

Costo total anual de la generación de electricidad en el 2030 en todos los escenarios

© Worldwatch Institute



de electricidad hasta el 2030. La estimación asume que la inversión incluye solo el costo de capital neto (overnight capital cost) requerido para satisfacer la demanda y pasa por alto tanto el interés durante la construcción como las contingencias del proyecto. El costo de la generación de electricidad comprende el costo nivelado total de la producción de electricidad y por lo tanto tiene los mismos supuestos que el análisis del CNGE.

La Figura 6.8 muestra que el escenario BAU requiere la menor inversión, pero es la forma más cara de generación de electricidad debido al aumento de los precios del petróleo. Todos los escenarios comparten el resultado de que el aumento de la penetración de las energías renovables requiere más inversión, pero también produce un mayor ahorro sobre el BAU. El desarrollo de capacidad suficiente de energía renovable para alimentar el 85% de la electricidad dominicana requeriría inversiones de alrededor de US\$78 mil millones; las necesidades de inversión son de alrededor de US\$1 mil millones menos en el escenario 3b que en el escenario 3a, ya que el escenario 3b asume que el país renuncia a la construcción de dos grandes plantas de carbón.

A pesar de que tales inversiones se ven desafiantes, la implementación de un sistema de energía en gran parte renovable podría, a largo plazo, ahorrar a la República Dominicana más de US\$25 mil millones en comparación con el BAU para el 2030. Por otra parte, una proporción del 85% de energías renovables para el año 2030 se compara favorablemente con escenarios con menor penetración de energías renovables. El escenario 3 ahorraría al país al menos US\$12 mil millones para el 2030 en comparación con el escenario 1 y alrededor de US\$8.5 mil millones en comparación con el escenario 2.

A medida que las industrias de energía solar y eólica maduren, más mercados serán atendidos de manera progresiva. Un número creciente de países en desarrollo, como Kenia, Marruecos y Sudáfrica, están atrayendo el financiamiento de energías renovables en cantidades rápidamente crecientes.²⁰ El desarrollo de un clima de inversión similar podría poner a la República Dominicana en el camino hacia un sector de electricidad limpia. Los inversionistas están buscando cada vez más oportunidades en países en desarrollo con buenos recursos naturales y entornos de políticas estables. Está en poder de los legisladores

locales ayudar a atraer los recursos financieros necesarios para una exitosa transformación del sector eléctrico dominicano. Los Capítulos 7 y 8 examinan cómo la República Dominicana puede acceder a más financiamiento y qué marcos políticos son útiles para atraer a inversionistas nacionales e internacionales.

6.4.4 Ahorro de emisiones de gases de invernadero

Satisfacer la creciente demanda eléctrica con una continua dependencia de las fuentes de energía convencionales aumentará las emisiones de gases de invernadero de la República Dominicana. Solo un ambicioso crecimiento de la energía renovable puede evitar un aumento en los niveles actuales de emisiones. De los diversos escenarios de transición, el escenario 3b deriva en el ahorro más grande, con emisiones anuales de CO₂-equivalente de la generación de electricidad cayendo a cerca de un tercio de los niveles actuales. (Véase la Figura 6.9.)

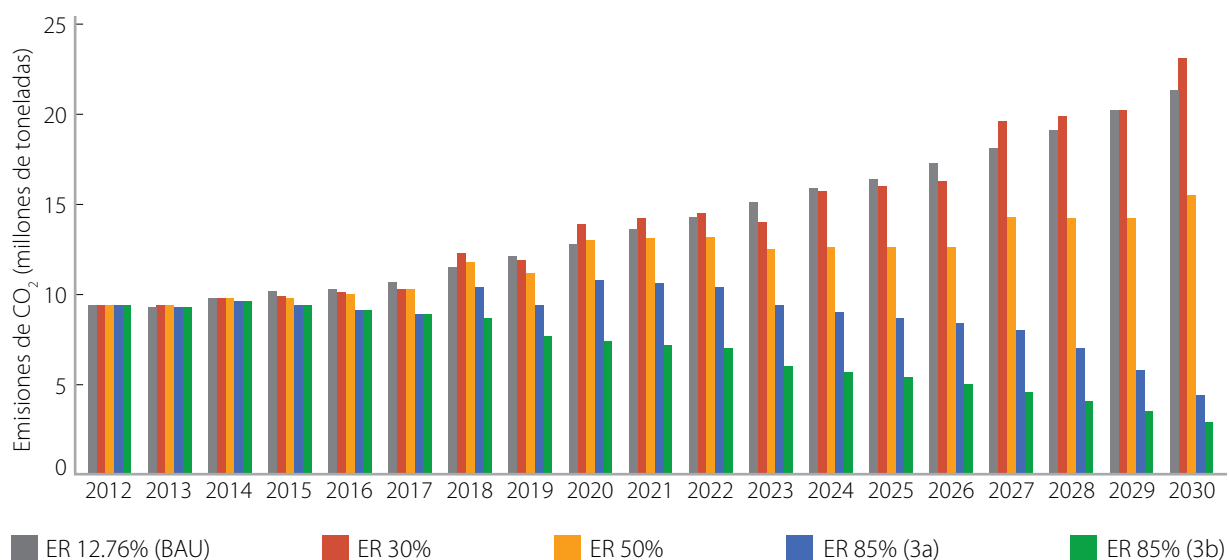


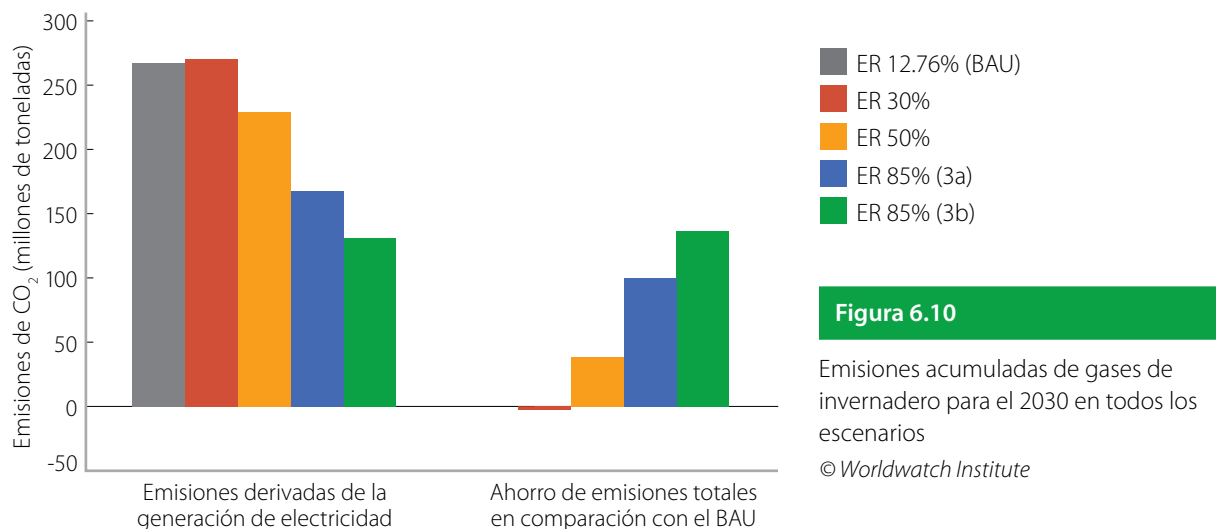
Figura 6.9

Emisiones anuales de gases de invernadero en todos los escenarios

© Worldwatch Institute

La Figura 6.10 muestra las emisiones de gases de invernadero (CO₂, N₂O y CH₄) acumuladas proyectadas relacionadas con el sector electricidad para los distintos escenarios. El escenario 3b tiene el mayor ahorro de emisiones totales frente al BAU, en alrededor de 137 millones de toneladas de CO₂-equivalente para el 2030. En comparación, el sector eléctrico dominicano se proyecta a liberar unos 9 millones de toneladas de emisiones de CO₂-equivalente para el 2013. Por tanto, el ahorro de emisiones en comparación con el BAU, ascendería a más de 15 años de emisiones anuales del sector eléctrico actual. El escenario 3 ahorra alrededor de 100 millones de toneladas de CO₂-equivalente comparado con el BAU, o más de 11 años de emisiones actuales anuales.

Estos resultados ilustran el rol del carbón en el incremento de las emisiones. Por ejemplo, las proyecciones de emisiones para el escenario 1 exceden marginalmente las estimaciones del BAU y los resultados para



el escenario 2 indican que una proporción del 50% de energías renovables no puede dar paso a ahorros sustanciales de reducción de emisiones si se combinan con nuevas inversiones de energía de carbón. Por lo tanto, la inversión en nuevas plantas de carbón pondría en entr

6.4.5 Creación de empleos

Un beneficio económico tangible de la inversión en energías renovables es la creación de empleos. Nuevos empleos pueden incluir empleos directos en las actividades básicas del sector de la energía, empleos indirectos en los sectores que abastecen a la industria de la energía y empleos inducidos que se crean cuando la riqueza generada por la industria de la energía se gasta en otros sectores de la economía.²¹

Los empleos directos en proyectos de generación de electricidad generalmente se dividen en dos categorías: construcción, instalación y fabricación (construction, installation, and manufacturing - CIF, por sus siglas en inglés); y operaciones y mantenimiento (OM).²² (Véase la Figura 6.11.) Los empleos de CIF normalmente se concentran en los primeros años del montaje de una instalación de energía, mientras que la mayoría de empleos de OM persisten durante la vida útil de la instalación. Para estimar la creación de empleo a largo plazo, los empleos de CIF se pueden promediar a lo largo de la vida útil esperada de nuevos proyectos. En general, las plantas de energía renovable necesitan más mano de obra que las plantas eléctricas convencionales.²³ (Véase la Figura 6.12.)

Las oportunidades de empleo indirecto e inducido son más difíciles de cuantificar y, por lo tanto, se excluyen del análisis siguiente. Sin embargo, pueden ser significativas. Los empleos indirectos son puestos creados a lo largo de la cadena de suministro con base en el aumento de la demanda de materiales y componentes necesarios para equipos de energía. Los empleos inducidos son empleos creados ya que los salarios devengados en los empleos directos e indirectos en las cadenas de valor renovables se gastan luego en una gama de bienes y servicios en la economía en general. El aumento de los gastos de los empleos de energías renovables crea y mantiene empleos inducidos. Además, el acceso confiable y asequible a la energía permite inversiones en nuevas empresas locales, que traen réditos, ingresos y empleos adicionales.

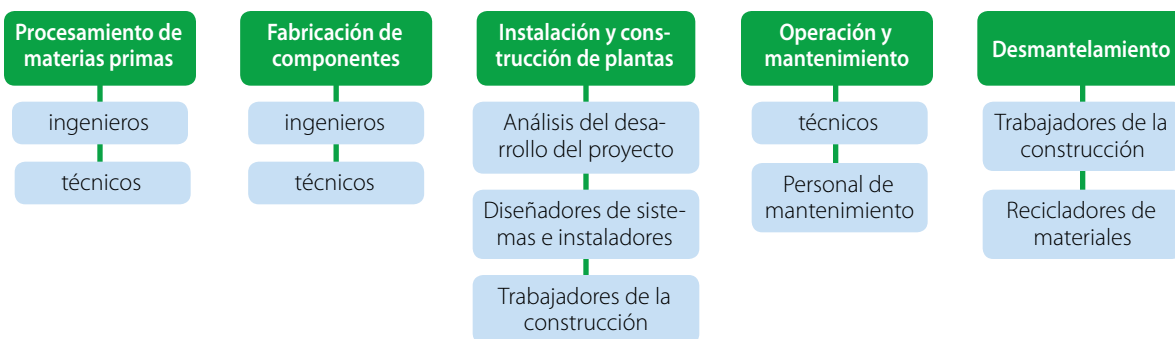


Figura 6.11

Empleos directos en la cadena de valor del ciclo de vida de la planta de energía

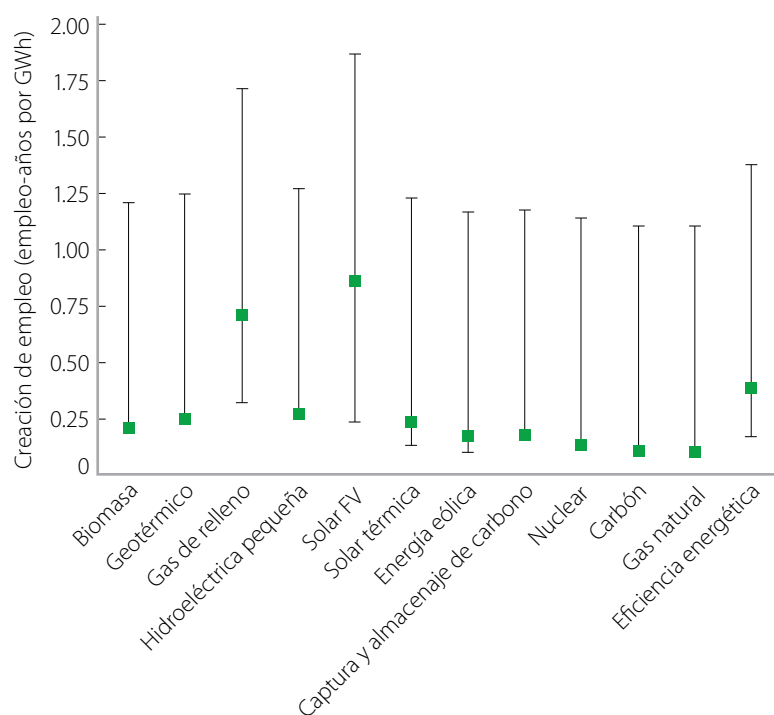


Figura 6.12

Estimaciones globales de creación de empleo para varias fuentes de generación de energía

© Worldwatch Institute

CNGE y estimaciones de creación de empleo

La Figura 6.13 compara las estimaciones de creación de empleo de las distintas tecnologías de generación de energía con el CNGE para cada tecnología examinada. La energía eólica e hidráulica no solo son más baratas que el carbón y el gas natural, sino que también crean más empleo por GWh de generación. La energía solar fotovoltaica es ligeramente más cara que las otras tecnologías renovables, pero tiene el potencial de crear el mayor número de empleos. La biomasa también tiene el potencial de crear más empleos que el carbón o el gas natural.

Metodología modelo

Para evaluar los efectos en el empleo de los diferentes escenarios, utilizamos una sencilla pero completa metodología desarrollada por Wei, Patadia y Kammen (WPK) para estimar el número de puestos de

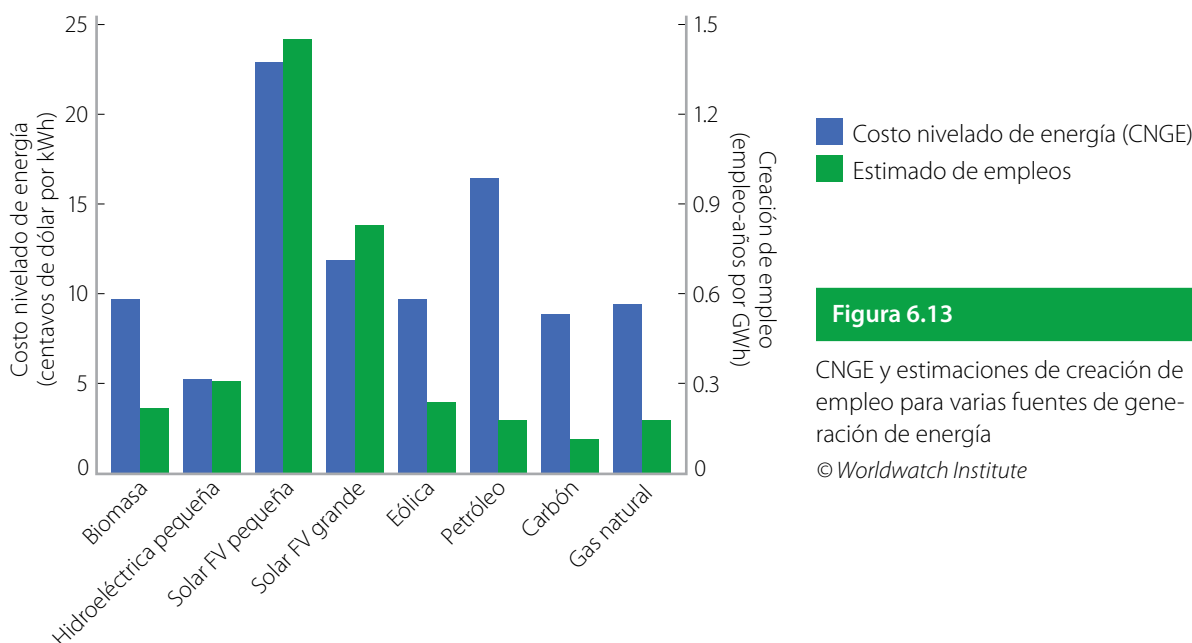


Figura 6.13

CNGE y estimaciones de creación de empleo para varias fuentes de generación de energía

© Worldwatch Institute

trabajo creados en la República Dominicana de acuerdo a la demanda eléctrica y la composición de la mezcla de generación.²⁴ El modelo se deriva de un meta-análisis de 15 estudios de creación de empleo, que reporta el empleo dentro de un sector específico de energía usando un enfoque descendente o ascendente. A partir de este meta-análisis, el modelo produce multiplicadores de empleo directo por unidad de energía que pueden ser aplicados a un escenario de electricidad con una mezcla de generación especificada.

Es importante señalar que las suposiciones en el modelo WPK pueden conducir a incertidumbres en las estimaciones de creación de empleo. Debido a que el modelo asume que la transmisión y la distribución no tienen restricciones, no se capturan los impactos en el trabajo de las líneas y tuberías de transmisión en desarrollo. Las pérdidas en la importación pueden llevar a la disminución del empleo local pero no se consideran en el modelo. Además, la tecnología o las mejoras del producto pueden dar lugar a requisitos de trabajo más bajos, pero no se toman en cuenta en el modelo.

Aplicamos el modelo de WPK a los tres escenarios de electricidad elaborados en el Capítulo 5 para determinar el número acumulado de empleos locales (empleos producidos en la República Dominicana), creados para el 2030 en cada escenario. (Véase la Figura 6.14.) El escenario BAU crea el menor nivel de empleo ya que el sistema actual de electricidad no necesita mano de obra intensiva. Sin embargo, a medida que la proporción de energías renovables en el sistema eléctrico aumente el nivel de empleo crece con el aumento del uso de las tecnologías de mano de obra intensiva. En el escenario 3, con 85% de penetración de energías renovables, la República Dominicana tiene la oportunidad de crear más de 12,500 nuevos empleos en el sector eléctrico. (Véase la Figura 6.15.) Considerando la tasa de desempleo actual del 14.7%, estas son valiosas adiciones de empleo que vienen sin costo adicional.²⁵

El desarrollo de la energía renovable ofrece claramente a la República Dominicana, prometedoras oportunidades de empleo y una alternativa para transferir su riqueza fuera del país para pagar las importaciones de combustibles fósiles. Sin embargo, es importante señalar que la mayor parte de

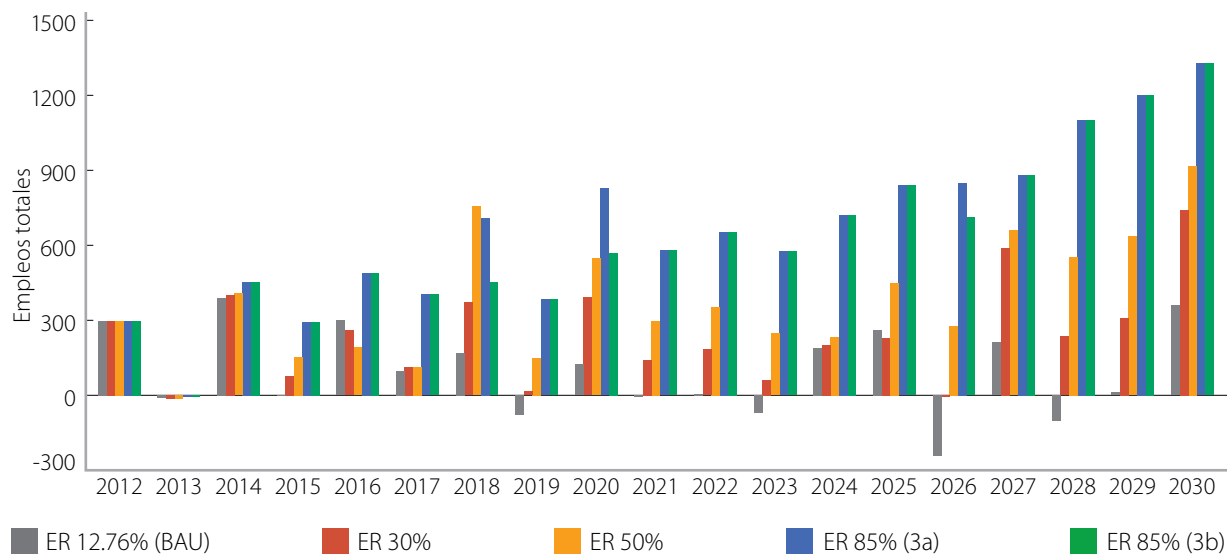


Figura 6.14

Total de empleos creados por año bajo cada escenario

© Worldwatch Institute

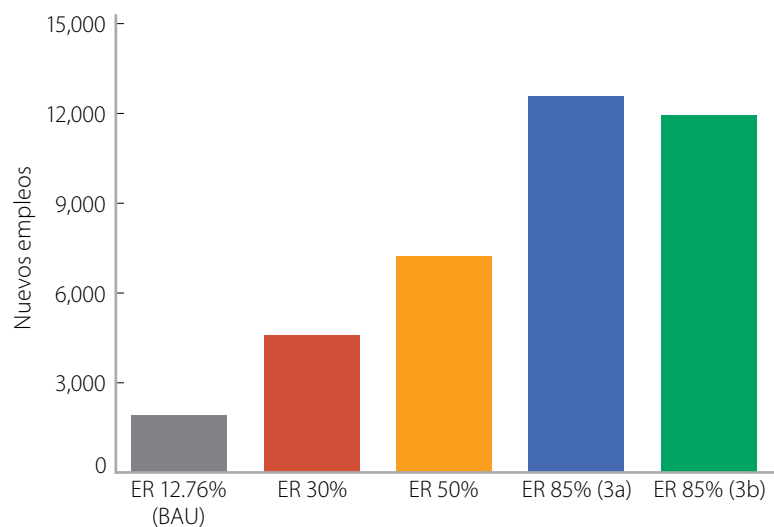


Figura 6.15

Total de empleos creados para el 2030 bajo cada escenario

© Worldwatch Institute

los empleos locales iniciales de energías renovables se producirán en instalación y en operaciones y administración, ya que estas posiciones se encuentran en el país. Para capturar oportunidades de empleo adicionales de la energía renovable, el país tendría que invertir en el desarrollo de capacidades, incluyendo la expansión de su base de fabricación nacional, para permitir la producción de equipos de energía renovable y capacitar a una fuerza de trabajo especializada para instalar, operar y mantener las nuevas instalaciones. El éxito de Barbados en la fabricación de calentadores solares de agua para el consumo doméstico y la exportación a todo el Caribe es una historia de éxito que la República Dominicana podría emular para esta y otras tecnologías.

6.4.6 Impacto en los sectores económicos

Se necesita más investigación para entender los riesgos económicos que la contaminación local y el cambio climático representan para diferentes sectores económicos de la República Dominicana. Esta evaluación está fuera del alcance de este estudio, pero sería muy revelador dada la vulnerabilidad del país a los desastres ambientales y su dependencia del turismo como una industria líder. En general, los impactos de la contaminación y el cambio climático en la República Dominicana probablemente serán más altos de los que se discuten en este capítulo. Esto se debe principalmente a que el país es una nación insular con el medio ambiente en riesgo: de acuerdo con el Índice de Vulnerabilidad Ambiental, es “altamente vulnerable” por su susceptibilidad a peligros que incluyen eventos meteorológicos, fenómenos geológicos, acontecimientos de origen humano, el cambio climático y el aumento del nivel del mar.²⁶

6.5 Conclusiones

El argumento económico a favor de una transición hacia un sistema eléctrico basado en gran medida en energía renovable es fuerte en la República Dominicana. Ofrece el país una oportunidad de reducir la deuda del sector eléctrico, cobrar precios de la electricidad que cubran los costos de generación, ahorrar recursos escasos en importaciones de combustibles fósiles, disminuir el déficit comercial, aumentar la seguridad energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación local en costos negativos. En promedio, las energías renovables en el país ya cuestan menos que la energía convencional, destacando los beneficios económicos de un mejor uso de recursos renovables nacionales. Las energías eólica, hidráulica y biomasa actualmente son soluciones competitivas de generación, y la energía solar, con el tiempo, se convertirá en la fuente más barata de electricidad si la República Dominicana puede hacer uso de las curvas de aprendizaje y las economías de escala.

Las evaluaciones de los costos ambientales en aumento asociados con la generación de electricidad hacen posible pensar en nuevos paradigmas que hagan más transparentes los costos sociales de la generación. Nuestros escenarios demuestran que las plantas de carbón en la República Dominicana son las más perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente. Los costos solo de contaminación local aumentan los costos de energía de carbón en aproximadamente un 170% y cuando se añaden estas externalidades al CNGE tradicional, el carbón se convierte en la tecnología de generación más cara para el país. Teniendo en cuenta tanto los costos de la contaminación local como los costos del cambio climático, la generación de 1 kWh de energía eólica es menos de una séptima parte del costo de generación del carbón y alrededor de una sexta parte del costo de las plantas de generadores diésel y de ciclo combinado de petróleo. La energía solar fotovoltaica es sustancialmente menos costosa que toda la energía convencional, aparte del gas natural; cuesta aproximadamente la mitad del precio de la generación de ciclo combinado de petróleo y es más de 25 centavos de dólar más barata que la generación a carbón.

Teniendo en cuenta estos poderosos argumentos a favor de una transición a energías renovables, estaría económicamente mal aconsejada una continua dependencia de los combustibles fósiles. Por lo tanto, el gobierno de la República Dominicana debe ser alentado a desarrollar un plan más ambicioso para reconstruir el sector eléctrico del país basado en energías renovables.

Una evaluación de los beneficios macroeconómicos comparativos de los distintos escenarios del Worldwatch hacia un sector eléctrico más sostenible subraya aún más esta importancia. La transición a un sistema de electricidad alimentado por el 85% de energías renovables puede reducir los costos promedios de generación por kWh en un 40% para el 2030 en comparación con los niveles actuales. Tal transición también puede crear un estimado de 12,000 nuevos empleos y disminuir las emisiones de gases de invernadero en el sector eléctrico a apenas 3 millones de toneladas de CO₂-equivalente por año. Aunque una expansión acelerada de energías renovables requiere mayores inversiones iniciales, reduce el costo total de generación de electricidad y puede ahorrar al país alrededor de US\$25 mil millones para el 2030, liberando dinero público para que se gaste en asuntos sociales y económicos más apremiantes.

7 | Financiamiento de la energía sostenible en la República Dominicana: Barreras e innovaciones

Conclusiones principales

- Las barreras a un amplio desarrollo de la energía sostenible en la República Dominicana incluyen la percepción de riesgo de las inversiones del proyecto, mercados e instituciones financieras nacionales subdesarrollados, problemas estructurales en el sector eléctrico y la débil condición financiera del gobierno nacional.
- Entre el 2005 y el 2014, el acuerdo Petrocaribe de largo plazo con Venezuela añadió US\$4,100 millones a la carga de la deuda total de la República Dominicana.
- Las pérdidas no técnicas de electricidad generalizadas limitan la capacidad de los distribuidores de pagar a las plantas generadoras y se necesita apoyo directo del gobierno de hasta US\$1,200 millones para hacer frente a la brecha de ingresos y sostener las operaciones. La combinación de altas pérdidas técnicas y no técnicas y precios de electricidad artificialmente bajos desafía la viabilidad financiera de los distribuidores.
- Las irregularidades y desequilibrios en el sector eléctrico, junto con la creciente deuda del gobierno, afecta la calificación crediticia general del país, desalentando nuevas inversiones en el sector energético y limitando las reformas.
- La falta de préstamos favorables a largo plazo y una propensión a favorecer garantías respaldadas por activos sobre más financiamiento de proyectos tradicionales hacen que sea difícil para las instituciones locales proporcionar financiamiento adecuado de la deuda para proyectos de energía sostenible. Como resultado, los proyectos han necesitado depender de balances sólidos o encontrar soluciones creativas y usar recursos financieros externos para proporcionar capital.
- Los enfoques tradicionalmente conservadores para el financiamiento, como las tenencias de préstamos de siete años hechos por los bancos comerciales nacionales, hacen que los proyectos de energía renovable sean financieramente inviables. Los bancos internacionales proporcionan préstamos a largo plazo, pero a tasas de interés más altas. Una línea de crédito de energía desembolsada a través del Banco BHD, con el apoyo de IFC, ofrece préstamos a mediano plazo de bajo interés para proyectos de energía sostenible principalmente de tamaño mediano, y en la actualidad es la única fuente viable de financiamiento disponible a través de un banco privado nacional.
- No hay opciones de financiamiento eficaces instauradas para apoyar proyectos de energía renovable a pequeña escala, presentando un desafío dados los bajos niveles de servicio de electricidad confiable en la escala de servicios públicos. Esto pone de manifiesto una oportunidad para las instalaciones renovables más pequeñas para mejorar los servicios de electricidad residenciales y de pequeñas empresas.
- La inestabilidad financiera de la CDEEE ha llevado a su incapacidad para actuar como un comprador creíble

en los acuerdos de compra de energía renovable (power purchase agreements - PPA, por sus siglas en inglés), haciendo difícil que los proyectos aseguren el financiamiento necesario de proyectos.

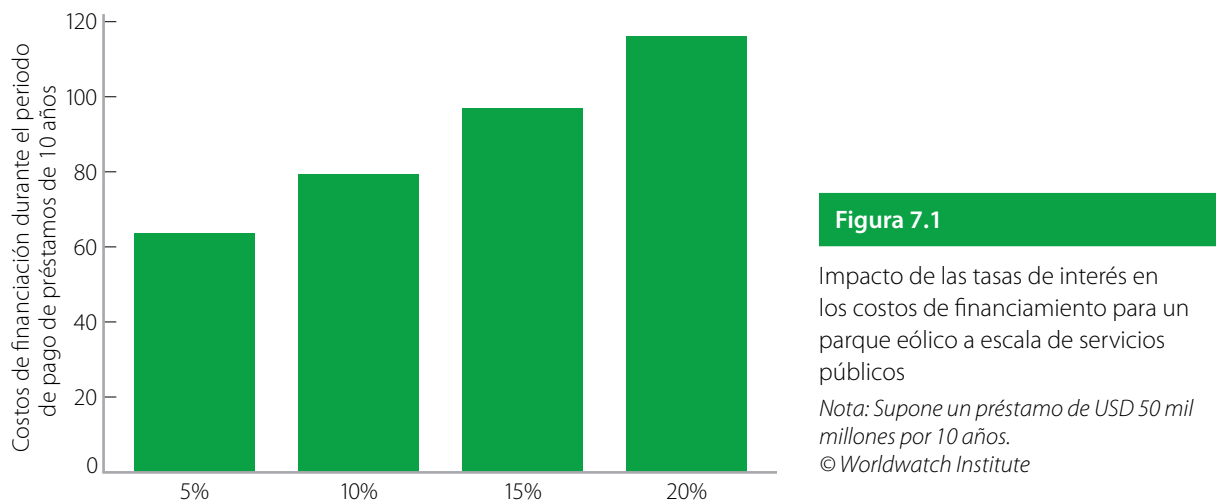
- Si es que se implementan, las garantías de préstamo quitarían el riesgo de las inversiones en energía sostenible. En algunos casos, el gobierno ha hecho garantías soberanas contingentes en la transferencia de la propiedad del activo de generación una vez construido. Pero sin la garantía soberana, los desarrolladores tienen dificultades para acceder al financiamiento.
- La capacidad de las instituciones financieras del país para ofrecer préstamos para la eficiencia energética y la energía renovable es limitada y debe abordarse a través de la creación de capacidades en el sector financiero.
- El fondo de energía sostenible dominicano y el ahorro de Petrocaribe podrían reforzar otros mecanismos que proporcionen financiamiento de proyectos de energía sostenible.
- El país debe aprovechar la ayuda al desarrollo tradicional de los organismos bilaterales y multilaterales para establecer y fortalecer la eficiencia energética existente y los programas de energía renovable.
- El financiamiento climático debe ser ampliado y expandido para apoyar la transición de energía sostenible del país, proporcionando ingresos adicionales y reduciendo el riesgo para inversionistas y desarrolladores.

Los análisis de CNGE y de escenarios en el Capítulo 5 proporcionan el telón de fondo para determinar la inversión necesaria para la transición de la República Dominicana a una economía energética más sostenible. Los resultados del modelo muestran que alcanzar el 85% de generación de electricidad renovable en el 2030 requeriría un estimado de US\$78 mil millones desde el 2013 hasta el 2030, con un ahorro de más de US\$25 mil millones sobre el BAU para el 2030. (Véase la Sección 6.4.3.) Estas necesidades de inversión se pueden comparar con las opciones disponibles de financiamiento nacionales e internacionales actuales para la eficiencia energética y las energías renovables para determinar las oportunidades existentes y las brechas de financiamiento.

En muchos casos, las tasas de interés son el factor decisivo en la determinación de la viabilidad de proyectos de energía renovable. Durante un período de préstamo de 10 años, el aumento de la tasa de interés del 5% al 20% puede casi duplicar los costos de financiamiento.¹ (Véase la Figura 7.1.)

Las altas tasas de interés suponen una barrera para acceder al financiamiento en la República Dominicana y pueden ser especialmente problemáticas para los proyectos de energías renovables y eficiencia energética que tienen altos costos iniciales de capital. Por otra parte, ya que el financiamiento de la energía sostenible es un mercado relativamente nuevo en el país, los bancos siguen desarrollando su capacidad de préstamo y los desarrolladores de proyectos a menudo carecen de experiencia para obtener créditos y permisos. En los sectores económicos que sí tienen acceso confiable al financiamiento, como la industria de hotelería y turismo, la falta de inversión en energía sostenible es más una cuestión de la necesidad de educación sobre los beneficios y la voluntad de implementar mejoras energéticas.

Existen numerosos desafíos y oportunidades con respecto al financiamiento de las energías renovables y al desarrollo de la eficiencia energética en la República Dominicana. Este capítulo analiza diversas maneras de promover la energía sostenible a través de las instituciones financieras; sin embargo, muchas de las barreras para la inversión se pueden abordar más efectivamente a través de mecanismos de política y regulación, como se examina en el Capítulo 8.



7.1 Entorno de negocios existente

A nivel mundial, en 2013 se invirtieron US\$214 mil millones en energía renovable y combustibles.² Aunque el continente americano (excepto Brasil y los EE.UU.) representa solo una pequeña proporción de las inversiones globales, la inversión en energía renovable en la región aumentó en US\$2.4 mil millones ese año, llegando a US\$12 mil millones.³ Cabe destacar que este aumento se produjo en un momento de grandes caídas en los principales mercados como Brasil, Europa, India y los EE.UU.

Las inversiones en energías renovables en la República Dominicana han sido esporádicas en los últimos cinco años. En total, US\$644 millones se han invertido en el sector de las energías renovables del país, con la mayoría de estos para energía solar (53.7%) y eólica (40.5%).⁴ (Véase la Figura 7.2.) Más recientemente, sin embargo, la inversión ha disminuido, con solamente cerca de US\$1.2 millones en microcréditos verdes distribuidos a los prestatarios en el 2013.⁵

Aunque las inversiones en energías renovables siguen diversificándose en todo el mundo, estas tienden a reflejar las percepciones y tendencias de inversión específica dentro de un país determinado. El clima fiscal general de la República Dominicana, como lo reflejan varios indicadores y métricas financieras internacionales, puede plantear un desafío para atraer inversiones al sector de energías renovables. Tradicionalmente, el ahorro interno bruto (gross domestic savings - GDS) y la inversión extranjera directa (foreign direct investment - FDI) están vinculados. Si uno es sólido, el otro también. Sin embargo, el GDS en la República Dominicana ha fluctuado consistentemente desde el cambio de siglo, mientras que la inversión extranjera directa se ha mantenido relativamente constante en aproximadamente el 4% del PIB.⁶ (Véase la Figura 7.3.) Esto puede indicar factores sistémicos más grandes ya que se crea un clima de inversión que no es propicio para la inversión en energía renovable.

El clima de negocios de un país influye en el atractivo percibido del mercado para los inversionistas de energía renovable—afectando el costo de capital, bienes y servicios e influyendo en las decisiones de los inversionistas. Los desafíos en el clima de negocios de la República Dominicana, tal como han sido medidos en el informe *Doing Business* de IFC, pueden limitar la inversión en el sector de la energía renovable.⁷ El país se ubica como el tercer lugar inferior a nivel mundial en lo que respecta tanto a su entorno macroeconómico como al desarrollo de su mercado financiero, de acuerdo con el análisis tanto de

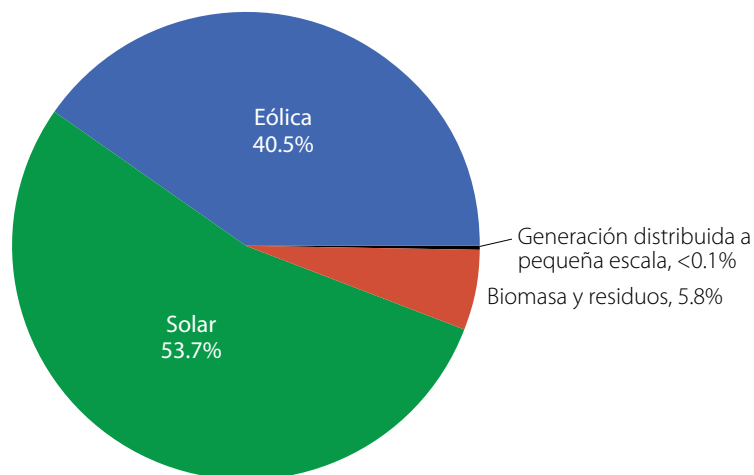


Figura 7.2

Inversión en energía renovable por tecnología en la República Dominicana (Excluyendo energía hidroeléctrica a gran escala)

Fuente: MIF, BNEF
© Worldwatch Institute

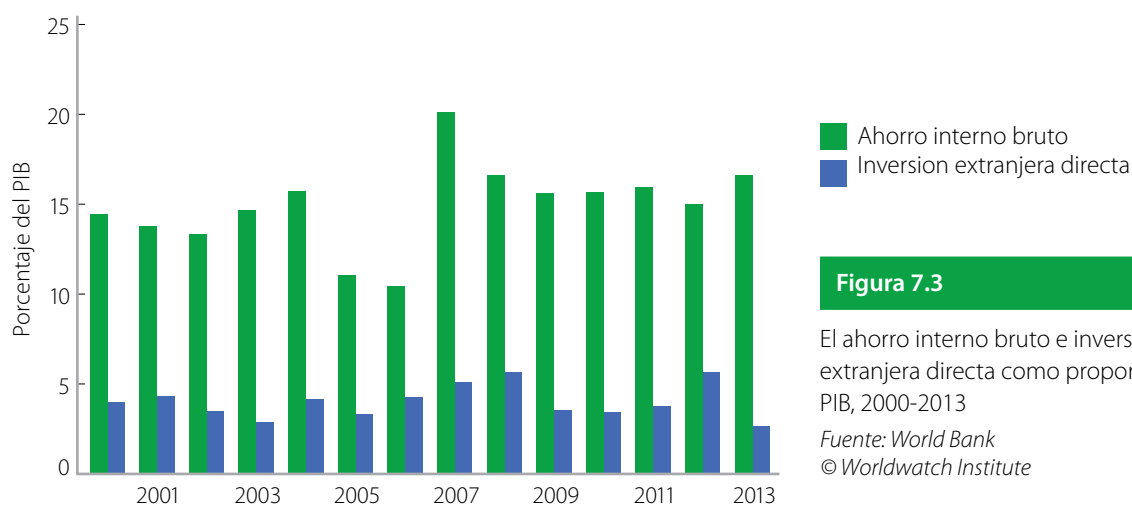


Figura 7.3

El ahorro interno bruto e inversión extranjera directa como proporción del PIB, 2000-2013

Fuente: World Bank
© Worldwatch Institute

IFC y el Índice de Competitividad Global (*Global Competitiveness Index*) del Foro Económico Mundial.⁸ (Véase la Tabla 7.1.)

Los desafíos económicos y energéticos suelen estar vinculados. El clima general de inversión de un país puede afectar el atractivo financiero del sector energético; al mismo tiempo, las condiciones dentro del sector energético pueden influir en el clima económico general de un país. La organización internacional de calificación crediticia de bonos, Moody's, enumera la inestabilidad financiera del sector eléctrico dominicano como un factor principal detrás de la puntuación de crédito del país de "B1", lo que indica un mercado especulativo y de alto riesgo crediticio.⁹ JP Morgan y Fitch también han expresado su preocupación acerca de la viabilidad financiera del sector eléctrico.¹⁰

El alto apoyo del gobierno que tiene el país para el sector eléctrico tiene un fuerte impacto en las finanzas, contribuyendo a la proporción del 48% de la deuda pública bruta y el PIB.¹¹ Las transferencias al sector eléctrico comprenden un estimado de 3.5% de la carga de la deuda.¹² Basado en el análisis de Moody's, la reducción de estas transferencias es clave para cualquier estrategia para mejorar el balance fiscal nacional.

Tabla 7.1. Indicadores de competitividad económica y empresarial seleccionados para la República Dominicana

Indicador	Clasificación*
Índice de competitividad global (GCI) (2014-15)	101
• Entorno macroeconómico	94
• Desarrollo del mercado financiero	99
• Calidad del suministro eléctrico	128
Clasificaciones "Doing Business" (a partir del 2015)	84
• Cumplimiento de contratos	73
• Protección de inversionistas	83
• Manejo de permisos de construcción	96
• Apertura de un negocio	113
• Obtención de electricidad	119

* La clasificación del Índice de Competitividad Global consta de 148 países, y la clasificación de Doing Business consta de 185 países. En ambas clasificaciones, una puntuación de 1 indica las condiciones más favorables.

Fuente: Véase la nota final 8 para este capítulo.

Sin embargo, la reducción de este apoyo es un reto ya que el sector de la electricidad se esfuerza por mantener un balance fiscal positivo sin la intervención del gobierno. Las empresas de distribución sufren de baja recuperación de efectivo con base en tasas de cobro bajas y pérdidas técnicas altas. También se ven limitadas por las bajas tarifas eléctricas reguladas por el gobierno, que se establecen por debajo de lo que se necesita para que las empresas operen eficientemente. En noviembre de 2012, el Índice de Recuperación de Efectivo promedio (Cash Recovery Index - CRI) para los distribuidores fue del 62.3%, con base en las pérdidas del 31.6% y una tasa de recaudación del 91.1%.¹³ En su acuerdo con el Fondo Monetario Internacional, el país estableció el objetivo de mejorar el CRI hasta el 70%.¹⁴ Pero, a finales de 2013, las tres distribuidoras - EDE Norte, EDE Sur y EDE Este - todavía tenían CRI de solo el 54%, 55% y 60%, respectivamente.¹⁵

A finales de 2014, el gobierno dominicano debía US\$963 millones en deuda pendiente del sector eléctrico.¹⁶ También debía US\$4.1 mil millones al gobierno de Venezuela a través del programa Petrocaribe, a pesar de que esa deuda ya se ha reducido a poco menos de US\$100 millones.¹⁷ La baja recuperación y la brecha de aranceles que enfrentan los distribuidores desafía su capacidad para pagar a los generadores, que dependen del apoyo del gobierno para compensar la brecha en los ingresos. Las transferencias del gobierno para cubrir estos costos se retrasan a menudo, colocando presión adicional sobre las compañías y debilitando aún más su situación financiera y su capacidad para atraer inversiones. Los retrasos en los pagos también aumentan el costo de los subsidios del gobierno, ya que estos acumulan una tasa de interés del 7 al 10%.¹⁸ En general, las pérdidas comerciales representan aproximadamente el 69% del potencial de pérdida de ingresos y el déficit de la tarifa representa el 31% restante.¹⁹

Para el 2013, el gobierno dominicano presupuestó US\$1.05 mil millones en transferencias al sector eléctrico, o un estimado del 1.7% del PIB de ese año. Se necesitaba un 10% adicional para sostener el sector eléctrico para el final de ese año.²⁰ La situación no mejoró mucho en el 2014, ya que la deuda pendiente

del sector superó los US\$900 millones.²¹ Debido a la alta dependencia del apoyo gubernamental, tanto la estabilidad financiera y las calificaciones de inversión de las empresas del sector eléctrico están fuertemente ligadas a las calificaciones soberanas nacionales, que a su vez son desafiadas por las transferencias al sector eléctrico.²²

Sin embargo, es motivo de optimismo. El informe *ClimateScope 2014* de Bloomberg New Energy Finance y el BID, posiciona a la República Dominicana como el décimo de los 26 países de la región latinoamericana y del Caribe con respecto al “clima de inversión para las inversiones relacionadas con el clima.”²³ Y el país ocupa el segundo lugar de las ocho naciones del Caribe evaluadas (detrás de Costa Rica) y el quinto respecto a su “marco facilitador” e “inversión en energía limpia y financiamiento climático”. Esto apunta a oportunidades de proyectos de energía sostenible, al tiempo que se destaca la necesidad de fortalecer al sector financiero y la gobernanza de energía de la República Dominicana de modo que los proyectos puedan aprovechar el sólido entorno político para las energías renovables.

Desafortunadamente, varios incentivos de política importantes, especialmente aquellos que se extienden hacia el apoyo financiero a proyectos de energía renovable, se han revertido recientemente. (Véase el Capítulo 8.) Sin embargo, los esfuerzos, el compromiso y el interés se mantienen, ya que una variedad de organizaciones nacionales e internacionales siguen activas en el apoyo al sector de la energía renovable del país. Estos esfuerzos deben ser ampliados y expandidos.

7.2 Estado de financiamiento interno

En la República Dominicana existe tanto financiamiento público y como privado para la eficiencia energética y las inversiones en energía renovable. Para los desarrolladores de proyectos, la identificación de atractivos paquetes de préstamos, fondos y otras fuentes de financiamiento es un paso importante en la determinación de la viabilidad financiera de las inversiones.

Hasta la fecha, el financiamiento privado ha demostrado ser insuficiente en permitir inversiones generalizadas en energía sostenible en la República Dominicana. El financiamiento público es a menudo esencial para movilizar el financiamiento privado adicional al demostrar confianza y viabilidad de los proyectos y puede ayudar a hacer que el perfil de riesgo-retorno sea más favorable para los inversionistas privados. El grado de ajuste positivo al perfil de riesgo-retorno puede reducirse con el tiempo, lo que refleja el aumento del apetito por el riesgo, la madurez y la capacidad del sector privado. La efectividad del financiamiento público en la consecución de estos objetivos es clave para la creación de un clima de inversión sólido para la energía sostenible.

Los desarrolladores de proyectos dominicanos a menudo carecen de suficiente capital propio para invertir en proyectos de energía renovable y tienen poco acceso a instrumentos financieros como préstamos blandos, créditos o donaciones. Debido a que el acceso al capital sigue siendo un desafío (como se indica en el Índice de Competitividad Global; véase la Tabla 7.2), por lo general solo empresas de autofinanciamiento y bien capitalizadas pueden aprovechar el potencial de la energía renovable del país.²⁴ El fortalecimiento de los intermediarios financieros, como bancos y sociedades de inversión es una buena manera de aprovechar el capital privado; sin embargo, esto por sí solo puede no ser suficiente.²⁵ Además de permitir el financiamiento comercial para proyectos, los países que han logrado promover

Tabla 7.2. Seleccionar indicadores de desarrollo del mercado financiero de GCI para la República Dominicana

Indicador	Clasificación*
Facilidad de acceso a préstamos	57
Disponibilidad de capital de riesgo	86
Financiamiento a través del mercado local de valores	106

* La clasificación consta de 148 países, con una puntuación de 1 indicando las condiciones más favorables.
Fuente: Véase la nota final 24 para este capítulo.

la energía renovable a gran escala han establecido mecanismos de financiamiento público y de apoyo regulador para las energías renovables.

Otros obstáculos relacionados y reconocidos para el financiamiento de proyectos de energía sostenible incluyen la ausencia de préstamos comerciales favorables de largo plazo y la dificultad para los actores locales de acceder al financiamiento internacional de proyectos. Los desarrolladores locales generalmente carecen de conocimiento y conciencia de las oportunidades y condiciones de las instituciones financieras internacionales sobre el clima de financiamiento. Algunas de estas barreras podrían abordarse eficazmente mediante una mejor ejecución de las leyes y reglamentos existentes, mientras que otras requieren un esfuerzo concertado en la creación de capacidades y la educación, como se discute más adelante en este capítulo.

La baja solvencia de los compradores y distribuidores de energía eléctrica es un alto riesgo común para la inversión en energías renovables en el Caribe.²⁶ En la República Dominicana, estos factores limitan la capacidad de las instituciones de crédito para otorgar préstamos para proyectos de energía renovable. La falta de confianza en el gobierno para cumplir con sus obligaciones de pago a los distribuidores y productores independientes de energía (véase la Sección 6.4) reduce la confianza de los inversores y la disposición de los bancos a prestar. Por ello, muchos bancos internacionales requieren una garantía soberana (del gobierno nacional) que asegure que se cumplirán los pagos de los préstamos, incluso en caso de incumplimiento de parte de los desarrolladores de energía, como una condición previa a la concesión de préstamos para iniciativas de energía sostenible en el país.

Los retrasos burocráticos y permitidos para proyectos de energía renovable en terrenos no urbanizados aumentan significativamente los costos del proyecto y disuaden a que los bancos presten a los desarrolladores de energía renovable. Esta situación se ve agravada por la aparente falta de capital humano y experiencia por parte de las empresas de energía que desarrollan nuevos proyectos en el país. Como resultado, los proyectos de eficiencia energética y rehabilitación son a menudo más fáciles de financiar porque se basan en el uso de la experiencia local para extender la vida útil de un activo existente y evitan muchos de los costos burocráticos y obstáculos asociados con el desarrollo de nuevos proyectos de generación de electricidad.²⁷

A pesar de estas barreras, el mercado para sistemas residenciales y comerciales de pequeña escala se está expandiendo. La Asociación Dominicana de Empresas de Energía Renovables (ADEER) ha contado

más de 40 empresas que se especializan en el suministro, desarrollo, o instalación de tecnologías de energía renovable para el mercado nacional, destacando las oportunidades ofrecidas por ineficiencias y desequilibrios en el sistema actual.²⁸

7.2.1 Instituciones financieras privadas nacionales

La mayoría de las instituciones financieras privadas en la República Dominicana tienen muy poca o ninguna experiencia con el financiamiento de eficiencias energéticas y energías renovables. Debido a que los proyectos de energía renovable tienen altos costos iniciales, por lo general requieren tiempos de financiamiento a largo plazo que no se alinean con los plazos que ofrecen actualmente los bancos dominicanos. Por lo general, los préstamos a largo plazo tienen un límite de 7 años, pero se pueden ampliar a 10 años para proyectos con un 20% de financiamiento de capital. Sin embargo, el plazo de pago para los proyectos de energía renovable normalmente abarca de 10 a 20 años. A pesar de que estos plazos son los mismos para proyectos energéticos convencionales, estos últimos son más fácilmente refinanciados para ampliar el plazo de amortización debido al tamaño de las empresas y de la familiarización de los bancos con la inversión en estos proyectos.

Un experto del Banco BHD, uno de los cinco principales bancos de la República Dominicana, ha indicado que los bancos están reacios a participar en el sector de las energías renovables debido a 1) la falta de un mecanismo adecuado de garantía pública o privada (que permita a los bancos compartir algunos de los riesgos con el gobierno u otra organización), y 2) la alta tasa de provisión por pérdidas de préstamos de los bancos.²⁹ La provisión por pérdidas de préstamos, determinada por la Superintendencia de Bancos de la República Dominicana, requiere que los bancos destinen una alta provisión en caso de que el cliente caiga en impago.³⁰ En ausencia de un mercado secundario interno desarrollado para tecnologías de energías renovables, los bancos se muestran cautelosos de aceptar el equipo como garantía.

En parte, como resultado de las medidas de política interna, los préstamos para proyectos de energía renovable representan un riesgo mayor para los bancos que los préstamos para proyectos de energía convencional. Los bancos están restringidos por la legislación vigente que limitan su capacidad de designar como garantía colateral hasta un 30% del valor del equipo de energía renovable en que ellos invierten, lo cual deja un gran vacío de un 70% de garantía colateral pérdida del valor del sistema si el proyecto no paga su deuda.³¹ Como resultado de ello, para tener éxito, los proyectos de energía renovable como parques eólicos han tenido que depender de otros incentivos, tales como aquellos que otorga el Mecanismo de Desarrollo Limpio.³² (Véase el Recuadro 8).

Actualmente, el Banco BHD es uno de los pocos bancos comerciales que ofrece una línea de crédito para proyectos de energía renovable, eficiencia energética y producción de energía limpia en el país. (Promerica y Banco Popular también tienen fondos disponibles para apoyar la energía renovable y la eficiencia energética, pero sus niveles de financiamiento son muy bajos). Con el apoyo de la CFI, la línea de crédito ofrece préstamos con tasas de interés bajas (aproximadamente del 5.5 %) de mediano plazo (pago en un plazo de cinco años, con un período de gracia de un año) a desarrolladores de proyectos pequeños y medianos, con el 80% de los costos de inversión del proyecto disponible para financiamiento. BHD es el banco responsable de la mayor parte de los aspectos del proceso de otorgamiento de créditos, incluyendo la comercialización, la valoración y la aprobación del crédito. La compañía también ha establecido una instalación de asistencia para el desarrollo de proyectos para brindar conocimientos técnicos (evaluación

Recuadro 8. Financiamiento del Parque Eólico Los Cocos

El Parque Eólico Los Cocos, junto con el vecino parque eólico Quilvio Cabrera, es el primer proyecto eólico, de escala de servicio público, en funcionamiento en la República Dominicana. La Primera Fase de Los Cocos fue inaugurada en 2011 y fue construida originalmente con una capacidad total instalada de 25.2 MW, integrado por 14 turbinas Vestas V90, cada una con una capacidad de 1.8 MW. Las estimaciones iniciales de los costos para el proyecto fueron aproximadamente US\$72 millones incluyendo US\$15 millones en costos de equipo y aproximadamente US\$54 millones en costos de construcción. En enero de 2013, se completó la segunda fase del proyecto, aumentando así la capacidad total a 77 MW. La expansión incluye 26 turbinas Gamesa de 2 MW, para añadir otros 52 MW a la capacidad de Los Cocos. La expansión se inauguró con una inversión de US\$103.4 millones. La construcción de una capacidad adicional de 30 a 40 MW en Los Cocos III está programada tentativamente para el año 2015.

El proyecto ha logrado superar las barreras financieras y normativas que enfrentan otros proyectos en el país al operar bajo un acuerdo de compra de energía (PPA) existente de 300 MW entre EGE Haina y CDEEE. Debido a los altos precios focalizados en la República Dominicana, EGE Haina es capaz de operar Los Cocos sin un PPA diseñado específicamente para el parque eólico mediante la venta de energía directamente en el mercado focalizado a un precio competitivo con la generación de energía producida con combustibles fósiles. La empresa vende energía eólica a US\$0.18 por kWh, ligeramente por encima del precio mínimo de aproximadamente US\$0.14 por kWh.

El desafío de obtener financiamiento de la deuda de proyectos de energía renovable en la República Dominicana se paliaba mediante la capacidad de EGE Haina de financiar totalmente ambas fases del proyecto mediante inversiones de capital. Además, Los Cocos se ha beneficiado tanto del apoyo nacional como del apoyo internacional. Los incentivos fiscales aplicados en virtud de la Ley 57-07 han demostrado ser beneficiosos para el desarrollo del parque eólico. Cuando el proyecto recibió su licencia original en 2004, el tamaño del proyecto era de 100 MW. Sin embargo, para poder beneficiarse de la ley de incentivos fiscales, el tamaño de la primera fase fue reducido, de modo que no excediera el límite de capacidad de 50 MW para los proyectos de energía eólica.

En virtud de los términos de los incentivos, el proyecto está exento de los aranceles de importación, del impuesto sobre las ventas, y del impuesto sobre la renta (durante un período de 10 años), entre otros incentivos. Después de que caduque la exención de 10 años del impuesto sobre la renta, el proyecto estará sujeto a un impuesto sobre la renta de más de US\$2.5 millones por año en promedio hasta 2030. Muchos de estos incentivos fiscales se han revertido desde entonces, lo que aumenta significativamente los costos adicionales para los desarrolladores de proyectos futuros que no enfrentaron los desarrolladores de Los Cocos.

Uno de los retos para determinar la efectividad de la energía eólica sobre los precios de la electricidad en la República Dominicana es que la electricidad generada por el viento se combina con la electricidad generada por otras plantas propiedad de la misma compañía a fin de satisfacer el contrato de suministro de electricidad existente a un precio previamente pactado. Por lo tanto, es difícil determinar cuáles electrones provienen de cuál fuente. Esto también puede afectar los mecanismos de prioridad de distribución que aseguran que la energía renovable se suministre a la red eléctrica antes que la electricidad generada de fuentes fósiles.

Los Cocos es también un proyecto MDL registrado con reducciones de emisiones de 54,183 toneladas equivalentes de CO₂ por año. Las reducciones anuales de Los Cocos II se han estimado en 111,127 toneladas métricas de equivalente de CO₂ por año. El financiamiento del MDL ha proporcionado incentivos fiscales adicionales, permitiendo la finalización con éxito del proyecto. A pesar de los incentivos del gobierno y la relativa facilidad para acceder a capital de EGE Haina, los cálculos de la tasa interna de retorno (TIR) proyectada de Los Cocos constató que, sin los ingresos del MDL, el proyecto se esperaba que fuese todavía financieramente poco atractivo. Se espera que la fase inicial del parque eólico Los Cocos genere ingresos suficientes para cubrir la inversión inicial de EGE Haina de US\$72 millones al año 2017.

Fuente: Véase la nota final 32 de este capítulo.

de los recursos, estudios de factibilidad, etc.) y ayuda empresarial a los desarrolladores durante el proceso de preparación del proyecto.

A esta fecha, se han desembolsado US\$12.4 millones con cargo a la línea de crédito de la CFI con un monto adicional de US\$9.5 millones, que fueron desembolsados de los fondos de BHD.³³ Una parte de los fondos desembolsados se ha utilizado para financiar dos proyectos fotovoltaicos solares, así como un proyecto de eficiencia energética en una universidad de República Dominicana. Gran parte del apoyo de esta línea de crédito se ha utilizado para desarrollo del gas natural, incluyendo plantas de regasificación de GNL y surtidores de gas natural para vehículos.³⁴

A pesar de la capacidad y de la voluntad del BHD de participar en el ámbito de financiamiento de proyectos de eficiencia energética y de energías renovables han mejorado en los últimos años, las lecciones de estos esfuerzos deben aplicarse para ampliar la capacidad de crediticia de otros bancos nacionales. En general, la tasa de interés activa promedio (una medida utilizada generalmente para créditos comerciales de corto y mediano plazo) en la República Dominicana se redujo de 26.8% en el año 2000 al 15.6% en el año 2011, lo cual la ubicó en la posición 31 entre las más altas entre los 131 países evaluados por el Banco Mundial en 2011.³⁵ A medida que las tasas de interés del mercado en el país disminuyen drásticamente, los bancos han sido capaces de reducir las tasas de financiamiento para las inversiones en el sector energético tradicional a 4.5-5.5%.³⁶

7.2.2 Mecanismos de financiamiento público

Junto con actores financieros privados, el financiamiento público nacional desempeña un rol clave en el desarrollo y en el despliegue de energías renovables y de eficiencia energética. En la República Dominicana, se han comprometido dos fondos para apoyar el desarrollo de la energía alternativa, en virtud del acuerdo Petrocaribe y a través de un “fondo de energía sostenible”; sin embargo, ninguno de los dos ha sido activo en la prestación del apoyo financiero previsto.

Petrocaribe

A través del acuerdo Petrocaribe con Venezuela, la República Dominicana está en condiciones de comprar petróleo a precio de mercado a la vez de beneficiarse con condiciones preferenciales de financiamiento vinculadas con el precio del petróleo.³⁷ (Véase la Tabla 7.3.) Desde 2008, el país ha importado alrededor de 10 millones de barriles por año a través del acuerdo, a un costo de un poco más de US\$1,000 millones anuales.³⁸ (Véase la Tabla 7.4.) El programa ha sido considerado como una fuente importante de ayuda para gran parte de las regiones del Caribe en momentos de aumento de los precios del petróleo. Sin embargo, Petrocaribe también ha llevado a la acumulación de una deuda externa considerable. A finales del 2014, la República Dominicana había recibido US\$4,100 millones para financiar las importaciones de petróleo desde el inicio de su participación en el acuerdo en el año 2005.³⁹

En 2015, Venezuela acordó reducir la deuda de la República Dominicana a un poco más del 50%, con lo que el saldo pendiente se redujo a US\$1,970 millones.⁴⁰ El gobierno de la República Dominicana entonces pagó el 98% de ese saldo pendiente con fondos generados por una emisión de deuda de US\$2,500 millones, dejando al país con una deuda pendiente de un poco menos de US\$100 millones.⁴¹ La fecha de

Tabla 7.3. Condiciones de financiamiento de Petrocaribe

Precio del petróleo	Proporción financiada a través de préstamos	Tasa de interés	Plazo del financiamiento*
USD/barril	%	%	años
>15	5	2	15
>20	10	2	15
>22	15	2	15
>24	20	2	15
>30	25	2	15
>40	30	1	23
>50	40	1	23
>100	50	1	23

* Se incluye un plazo adicional de dos años de período de gracia sobre el período de financiamiento determinado para un plazo total de amortización de 17 y 25 años.

Fuente: Véase la nota final 38 de este capítulo.

Tabla 7.4 Gastos de Petrocaribe en la República Dominicana

Año	Volumen de petróleo	Valor monetario	Financiamiento recibido
	millones de barriles	miles de millones de US\$	millones de US\$
2008	9.9		538.1
2009	10.0		263.6
2010	10.6		407.1
2011	9.6	1.085	637.2
2012	9.7	1.146	714.5
2013	10.2	1.131	704.8
2014	10.3	1.093	681.3

Nota: Las cifras correspondientes a 2013 y 2014 son aproximadas.

Fuente: Véase la nota final 39 de este capítulo.

vencimiento de la deuda restante se prorrogó de 14 a 20 años. Sin embargo, el programa Petrocaribe sigue en pie, y la República Dominicana continúa autorizada para importar 50,000 barriles de petróleo al día.

A pesar de la pesada carga de la deuda derivada de la participación en Petrocaribe, el financiamiento de largo plazo y bajo interés ha ofrecido la oportunidad de invertir en el mercado nacional los pagos evitados a corto plazo. En 2007, el entonces Presidente Leonel Fernández indicó que el ahorro interno generado por la participación en Petrocaribe sería utilizado para apoyar proyectos de energía alternativa, como ha ocurrido en otros países.⁴² Hasta la fecha, la República Dominicana no ha aprovechado esta oportunidad; sin embargo, hacerlo muy pronto puede ser vital, ya que el descenso de los precios mundiales del petróleo pone a prueba la viabilidad a largo plazo del programa Petrocaribe. Venezuela ha comenzado

a pedir acuerdos comerciales regionales más rigurosos a efectos de poder financiar el gasto público. La diversificación de la matriz energética dominicana, con un enfoque en el desarrollo de recursos renovables indígenas, puede resultar esencial para lograr la seguridad energética.

Fondo de energía sostenible dominicano

Desde noviembre de 2000, la República Dominicana estableció los principios generales de un fondo público para energía sostenible mediante su Ley 112-00 (la ley sobre hidrocarburos). La Ley 112-00 describe la creación de “un fondo especial del impuesto diferencial sobre combustibles fósiles a fin de financiar proyectos de gran interés nacional para la promoción de energía alternativa, renovable o limpia y ahorros energéticos”.⁴³ El fondo está diseñado para ser financiado a través de asignaciones del 5% del ingreso generado a través de la aplicación de impuestos recaudados en virtud de la Ley 112-00.

La proporción del impuesto diferenciado a los combustibles, establecido en RD\$ por galón y para ser dedicado al financiamiento de proyectos de energía sostenible, se estableció inicialmente en un 2% y posteriormente se incrementó anualmente al 5% en el que se encuentra actualmente. Si se aprovecha debidamente el fondo podría ser un impulsador importante del desarrollo de la energía renovable en el país. Desafortunadamente, los desafíos institucionales, la aplicación incoherente de las leyes y una falta de rendición de cuentas para asegurar que los fondos así destinados se utilicen de la manera que manda la ley han debilitado su capacidad de apoyar financieramente el sector de energía renovable. (Véase el Capítulo 8 para obtener más detalles).

La utilización de estos recursos puede ayudar a reducir el riesgo de las inversiones en energía renovable al proporcionar garantías de préstamos respaldadas por el gobierno. Fondos nacionales similares, tales como los programas de préstamo del Departamento de Energía de los EE.UU., han funcionado bien en este aspecto. Las garantías de préstamos han sido identificadas como especialmente críticas en el financiamiento de proyectos de energía renovable en la República Dominicana, pero a la fecha, el gobierno ha sido renuente a respaldar préstamos para proyectos de energía renovable. El ingreso destinado para fondos de energía sostenible podría ser una oportunidad de proporcionar las garantías necesarias. Siempre que la capacidad necesaria y la experiencia sean desarrolladas para evaluar exitosamente los riesgos relacionados con proyectos individuales, el fondo podría apalancar una proporción significativa de capital privado, con desembolsos mínimos realizados por el gobierno.

En contraste con los préstamos de proyectos directos o el apoyo fiscal a través de una tarifa de alimentación (*Feed-in*), las garantías de préstamo permiten al gobierno apoyar proyectos sin un desembolso de capital inicial. Si se selecciona debidamente, la vasta mayoría de proyectos nunca necesitarán cobrar los compromisos del gobierno, ya que los préstamos privados que sean accesibles y asequibles como resultado de la garantía podrán ser amortizados totalmente con base en el ingreso del funcionamiento exitoso del proyecto. El programa de préstamos del Departamento de Energía de los EE.UU., por ejemplo, ofrece una tarifa predeterminada de préstamos de menos de 2%, a pesar de haber comprometido US\$34,400 millones desde 2009.⁴⁴

El Banco de Desarrollo de Jamaica (Development Bank of Jamaica - DBJ) ofrece un programa de garantía de préstamo parcial para atender la falta de capacidad de los bancos comerciales en Jamaica de aceptar equipo de producción de energía renovable como garantía de préstamos y puede permitir el financiamiento

de proyectos de más grande escala.⁴⁵ A través del mecanismo de garantía de préstamos parcial, el DBJ proporciona una garantía al banco circulante que tomará la responsabilidad de la deuda en caso de que el prestatario incumpla en los pagos del préstamo. El programa del DBJ es administrado a través del fondo de mejoramiento de créditos de J\$250 millones (aproximadamente US\$3 millones) y apoya hasta el 80% del monto del préstamo con un máximo de J\$10 millones (aproximadamente US\$100,000).⁴⁶ Ejemplos como este podrían ser aplicados en el contexto de la República Dominicana.

7.2.3 Combinación de proyectos para reducir los costos

Dos maneras de reducir los costos financieros por unidad de proyectos de energía sostenible son la creación de economías de escala y la baja de los costos por transacción. A pesar de que los costos nivelados de muchas tecnologías de energía renovable son menores que aquellos de las tecnologías de combustible fósil, los proyectos de energía renovable aún requieren mayor inversión de capital inicialmente. Como resultado, es aún más importante que los proyectos de energía renovable aptos para empresas de servicio público se construyan a escala, ya que esto puede reducir los costos financieros. Sin embargo, en mercados relativamente pequeños como el de la República Dominicana, sería difícil y posiblemente imprudente construir un proyecto de energía renovable muy grande tal como un parque ecológico de 300 MW. Por lo tanto es importante explorar la idea de combinar proyectos de energía renovable en el país.

Esto podría involucrar la combinación de muchos proyectos de energía renovable en todo el país como un solo proyecto, o incluso combinar un proyecto de energía renovable con otros proyectos de desarrollo o infraestructura en las áreas de educación, salud y telecomunicaciones. La inclusión de desarrollos de proyectos de energía renovable en proyectos combinados podría ayudar a reducir los costos de financiamiento y capital para proyectos individuales y podría ser utilizado para apalancar una mayor inversión privada en el sector. Esta estrategia podría ser utilizada para obtener financiamiento de bancos y programas que típicamente no financian proyectos de energía sostenible.

7.2.4 Reformas a la estructura de precios de la electricidad

Además, es de importancia reformar el método mediante el cual la Superintendencia de Electricidad (SIE) establece la tarifa de electricidad en la República Dominicana. A pesar de que muchos factores ayudan a determinar una tarifa de electricidad final, incluida la recuperación de los costos de capital, el retorno sobre el capital y los costos de financiamiento de capital, costo del combustible utilizado para generar esa electricidad es un factor importante. Sin embargo, en vez de aplicar una fórmula que incluya el costo actual del combustible utilizado para generar la electricidad consumida, la SIE aplica una fórmula que no está indexada respecto del costo de combustible real. Esto resulta en precios de electricidad que están muy por debajo del nivel de equilibrio para que los generadores recuperen completamente sus costos de operación.⁴⁷ (Véase la Figura 7.4.) Los precios están establecidos para diferentes niveles de consumo y para varios bloques (o categorías) de consumidores.

Debido a que la República Dominicana opera una compañía eléctrica en monopolio propiedad del estado (CDEEE), este enfoque ha contribuido a la deuda actual de US\$900 millones del gobierno en el sector de electricidad y es una barrera importante para la operación eficaz del sistema eléctrico nacional, ya que hace sumamente imposible que CDEEE pague los generadores a tiempo. La reforma del establecimiento de precios de electricidad a fin de instituir un precio de electricidad indexado es un paso importante para

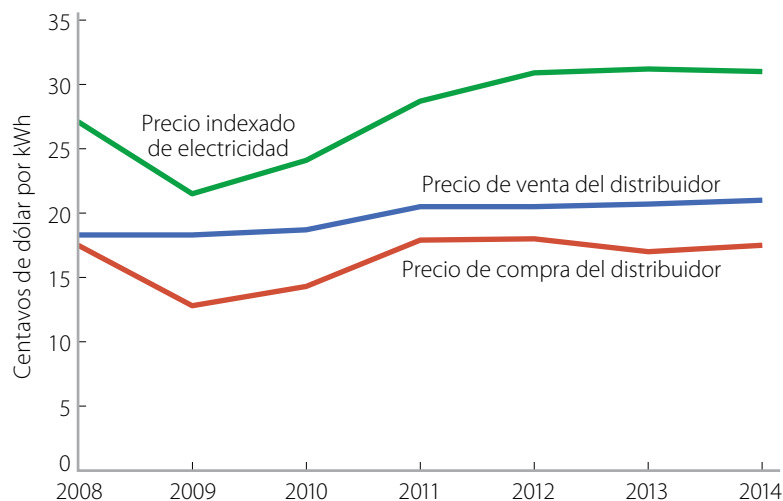


Figura 7.4

Precios de compra y venta de distribuidores de electricidad en la República Dominicana desde 2008

Fuente: CDEEE, ADIE
© Worldwatch Institute

establecer la viabilidad financiera de la compañía eléctrica propiedad del estado. Si se utilizan fuentes de energía más baratas - incluidas las tecnologías de energía renovable - CDEEE puede aún reducir los precios de la electricidad para los consumidores a la vez que recupera sus propios costos.

7.2.5 Resumen

Para lograr el amplio desarrollo y despliegue de proyectos de energía renovable y de eficiencia energética, habrá que ampliar y aumentar las oportunidades de acceso al financiamiento a través de instituciones y mecanismos financieros nacionales. Actualmente, solamente un banco nacional, el Banco BHD, tiene experiencia en otorgar préstamos a proyectos como tales, e incluso esta experiencia es bastante limitada. Para habilitar el desarrollo de proyectos de amplia escala, la cartera circulante del Banco BHD podría utilizarse como una plataforma desde la cual podría ampliarse el mercado local, fortaleciendo así la capacidad del sector financiero nacional para otorgar préstamos para proyectos de energía alternativa.

Además, falta por materializar el financiamiento a través de mecanismos nacionales que ya han sido prometidos para apoyar el desarrollo de energía alternativa. Ni el fondo de energía sostenible dominicano creado en virtud de la ley 112-00 ni los ahorros internos acumulados de la participación en el acuerdo de Petrocaribe han sido dirigidos hacia el apoyo de proyectos de energía renovable ni de eficiencia energética en el país. El aprovechamiento de estos mecanismos, tal como han sido diseñados, podría representar un rol importante en el cierre del vacío financiero nacional para proyectos de energía alternativa.

Finalmente, el gobierno dominicano deberá continuar mejorando su condición fiscal en relación con el sector de energía. Los precios de electricidad artificialmente bajos (los cuales no han sido revisados en al menos dos años), las pérdidas técnicas debido a una red eléctrica decrepita e ineficiente, una cultura generalizada de robo e impago de la energía eléctrica, y la gestión ineficiente de las compañías eléctricas públicas han llevado hasta una deuda insostenible que el gobierno ya no puede apoyar. Mientras la CDEEE, la compañía eléctrica estatal, siga siendo la propietaria de los proyectos de energía, las primas de riesgo se vuelven demasiado altas y desalienta a inversionistas externos que de otra manera estarían

listos para invertir en el mercado de energía renovable del país. Como resultado, el apoyo del gobierno para el sector de electricidad continua esforzando las finanzas nacionales y afectando negativamente la clasificación crediticia del país.

7.3 Financiamiento internacional

El financiamiento internacional ha desempeñado y continuará desempeñando un rol importante en el financiamiento de proyectos de energía sostenible en la República Dominicana. (Consulte el anexo VI para obtener una lista ampliada de las instituciones de financiamiento internacional). La inspección de programas pasados y actuales financiados internacionalmente demuestra la importancia de esta fuente de financiamiento, así como las posibles oportunidades futuras y proyectos que serían idóneos para recibir financiamiento adicional. Sin embargo, la carga de la deuda elevada del país es solamente una de las barreras para acceder al financiamiento para programas públicos y desarrollo de proyectos. La elevada deuda nacional puede crear un efecto de derrame que afecte las operaciones crediticias en el sector privado más amplio. Las instituciones internacionales perciben esta deuda como una causa para clasificaciones de riesgo más elevadas, lo cual lleva a períodos más prolongados de diligencia de vida y mayores tasas de interés para préstamos de proyectos, de energía y de otros.

7.3.1 Ayuda de desarrollo tradicional

La ayuda de desarrollo internacional de agencias multilaterales o bilaterales puede ser aprovechada para apoyar iniciativas de energía sostenible en la República Dominicana. El país ha tenido acceso a dicho financiamiento en el pasado para apoyar inversiones en capacidad energética renovable específica y en proyectos de eficiencia energética, así como en programas de desarrollo de capacidad en el gobierno y en sectores financieros a fin de promover la fortaleza institucional y las políticas en apoyo de la energía sostenible.

Varios gobiernos, organizaciones internacionales y ONG han dirigido y actualmente están dirigiendo asistencia monetaria y técnica a la República Dominicana con el fin de apoyar el desarrollo del sector energético. Entre estos se incluyen el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional, el Banco de Desarrollo Interamericano, el Banco de Inversión Europeo (BIE), la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), la Agencia de Desarrollo Alemana (GIZ), el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD), el Banco de Exportación-Importación de los EE.UU., la Agencia de Comercio y Desarrollo de EE.UU. (USTDA), el Fondo de la OPEC para Desarrollo Internacional (OPEC Fund for International Development - OFID), y la Organización de Estados Americanos (OEA). (Véase las tablas 7.5. y 7.6.) El país también está comprometido con diversas iniciativas internacionales para ayudar a desarrollar proyectos de energía renovable, incluso el Programa de Desarrollo de Energía Renovable en el Caribe (CREDP), las Asociaciones de Energía y Clima de las Américas (ECPA), y la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

7.3.2 Finanzas en el clima internacional

La República Dominicana ha capitalizado en el financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (Global Environment Facility - GEF) y del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) como parte de su

Tabla 7.5. Algunos proyectos de energía renovable y eficiencia energética anteriores financiados internacionalmente en la República Dominicana

Fuente	Programa/proyecto	Fechas	Aspectos relevantes	Éxito
BID	Apoyo a programas de energía renovable y bioenergía	Septiembre de 2011–Marzo de 2012	Cooperación técnica para financiar el desarrollo de estudios necesarios para facilitar la toma de decisiones relacionadas con la producción y uso de biocombustibles.	US\$200,000 desembolsados a la fecha de un total de US\$750,000 aprobados
Banco Mundial	Programa del sector energía – Reformas de segunda generación	Mayo de 2005–Mayo de 2007	Apoyo para mejorar servicios en el sector de electricidad, incluyendo la reducción de apagones, alentando así la estabilidad financiera de compañías del sector privado en el sector, y la ampliación del acceso a la electricidad en poblaciones sin redes de distribución eléctrica.	US\$100 millones en préstamos desembolsados de 2006 a 2007
BID	Biodiésel para proyecto Jatropa	Septiembre de 2009–Febrero de 2013	Cooperación técnica para financiar estudios de factibilidad en el uso de jatropa, incluida una evaluación de cómo aumentar el mercado para el aceite jatropa mediante el análisis y establecimiento de incentivos de precios, y una evaluación de la construcción de una refinería de biodiésel, derivados del carbono; el mercado regional para biodiésel y logística de transporte.	Desembolso de financiamiento para cooperación técnica no reembolsable por un monto de US\$134,000
BID	Análisis de eficiencia energética en República Dominicana	Junio de 2010–Julio de 2010	Ayuda en la promoción y desarrollo de la capacidad institucional para alcanzar una mayor eficiencia energética. Las actividades específicas del proyecto están diseñadas para 1) sensibilizar a los encargados de la toma de decisiones sobre las modalidades y beneficios de los programas de eficiencia energética, 2) capacitar a los instructores sobre problemas clave de eficiencia energética a la vez de asegurar el desarrollo de la capacidad local y las iniciativas de sustentabilidad, y 3) educar a las personas y desarrollar una cultura de ahorro de energía.	Desembolso de financiamiento para cooperación técnica no reembolsable por un monto de US\$116,000
BID	Programa de eficiencia y sustentabilidad en el sector energético	Noviembre de 2011–Diciembre de 2011	Inicio del proceso de reforma del sector electricidad a través de la promoción de medidas de política para formar la base de los cambios institucionales de planificación y normativos necesarios para fortalecer y transformar el sector de energía de la República Dominicana.	Desembolso de préstamo de US\$200 millones
BID	Apoyo a programas de energía renovable y bioenergía	Septiembre de 2011–Marzo de 2012	Financiamiento para apoyar estudios que permitieran la planificación y la toma de decisiones respecto a la producción y uso de biocombustibles.	Desembolso de financiamiento para cooperación técnica no reembolsable por un monto de US\$150,000
BID	Proyecto de rehabilitación de red de distribución eléctrica	Octubre de 2008–Marzo de 2009	Financiamiento para apoyar la rehabilitación de los circuitos de distribución eléctrica del EDE, permitiendo a las compañías agregar y regularizar usuarios, mejorar la calidad de servicio eléctrico así como establecer relaciones más cercanas con las comunidades, especialmente con aquellas con índices bajos de recaudación y altos niveles de robo de electricidad.	Desembolso de préstamo de US\$34.9 millones

Tabla 7.5 continuado

Fuente	Programa/proyecto	Fechas	Aspectos relevantes	Éxito
EE. UU. Ex-Im Bank	Proyecto EE Hotel V Centenario		El banco respaldó una garantía de crédito para habilitar al Hotel V Centenario para implementar un proyecto de eficiencia energética incluida la instalación de enfriadores enfriados por agua, torres de enfriamiento, un motor de frecuencia variable y un sistema de gestión de energía.	Garantía de préstamo para cinco años por un monto de US\$ 680,000. Préstamo pagado en el plazo de cinco años estipulado con base en los ahorros de energía acumulados en el proyecto
BID	Proyecto de energía Ede Sur Ede Norte	Mayo de 2001– Diciembre de 2001	Financiamiento de un programa de inversión diseñado para mejorar la calidad y eficiencia del servicio y para fortalecer la protección ambiental de las dos firmas.	US\$188 millones en préstamos desembolsados a dos compañías de distribución eléctrica privadas
USAID	Alianza de electrificación rural nacional	Mayo de 2003– Septiembre de 2008	Establecimiento de socios de electrificación rural, entrenamiento de comités de ahorro de energía institucional y auditorías energéticas detalladas de edificios gubernamentales.	44,070 personas tienen mayor acceso a servicios de energía modernos; 15 socios eléctricos; dos cooperativas eléctricas alcanzaron su incorporación jurídica; cientos de asistentes y estudiantes a seminarios; se completaron múltiples estudios, incluido el análisis de tarifas y subsidios

estrategia para generar capital destinado a la inversión en sistemas de bajo carbono. La comercialización de unidades de Reducción de Emisión Certificada (Certified Emission Reduction units - CER) brinda flexibilidad a los países en desarrollo para reducir los costos de su transición a fuentes sostenibles de energía mediante la inversión.

Sin embargo, el MDL ha sido criticado debido a las dificultades en establecer “adicionalidad” para los proyectos (es decir, si ellos se habrían llevado a cabo de todas maneras sin su financiamiento), y por lo tanto su capacidad de reducir las emisiones globales de gases de efecto invernadero. A la fecha, el MDL ha sido un recurso financiero no explotado en su totalidad en Latinoamérica y en el Caribe, con la región que representa únicamente el 14% de proyectos anteriores del MDL en todo el mundo, comparado con valores del 46% en China y del 21% en India.⁴⁸ El Caribe representa solamente el 0.003% del total de proyectos MDL registrados a mayo de 2013.⁴⁹

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) ha identificado una combinación de barreras técnicas y no técnicas que restringen la participación del MDL en la región, incluidas las bajas emisiones per cápita, altos costos de transacción para cumplimiento de proyectos, falta de concienciación de las oportunidades para el MDL, falta de experiencia y pericia técnica en MDL, y financiamiento insuficiente para inversiones y subvención de costos de transacción de MDL.⁵⁰ A mediados de 2013, los precios del MDL habían bajado a menos de US\$0.50 por tonelada de carbón debido a un exceso de créditos causando una caída escarpada en el financiamiento de nuevos proyectos; los contratos de crédito de carbón bajaron un 91% entre abril de 2012 y abril de 2013.⁵¹ En julio de 2013, la CMNUCC y la St. George University en Granada lanzaron una iniciativa conjunta para desarrollar

Tabla 7.6. Proyectos de energía renovable y eficiencia energética actuales financiados internacionalmente en la República Dominicana

Fuente	Programa/proyecto	Fechas	Aspectos relevantes	Éxito/resultados esperados
PNUD	Programa de subvenciones pequeñas GEF	Primer proyecto de energía aprobado en 1994	Préstamos pequeños de US\$50,000 o menos otorgados a organizaciones comunitarias para proyectos de desarrollo sostenible.	A la fecha, 19 proyectos de energía hidroeléctrica comunitaria han sido instalados, para brindar suministro eléctrico a más de 2,100 familias. Al 2016, esto se habrá expandido a 50 plantas microhidroeléctricas para brindar suministro eléctrico a 5,500 familias
ONUDI	Estimulación de la competitividad industrial mediante la generación de electricidad conectada a la red a base de biomasa	Aprobado en febrero de 2012	Subvención del fondo de fideicomiso GEF de US\$1.3 millones y US\$7.48 millones en cofinanciamiento para promover la implementación de la producción descentralizada de energía a partir de biomasa en zonas libres de industrias en la República Dominicana.	Desarrollo y fortalecimiento de la política de facilitación y marco de trabajo normativo para energías renovables en zonas de fabricación y despliegue de una instalación eléctrica de biomasa de 2.5 MW en el Santiago IFZ
BID	Proyecto de energía eólica Bani	Aprobado en junio de 2011	Proyecto del sector privado que requiere US\$27.6 millones del BID y US\$41.3 millones de una empresa privada.	Desarrollo de un parque eólico de 30.6 MW en la ciudad de Bani
Banco Mundial	Proyecto de rehabilitación de distribución eléctrica	Aprobado en mayo de 2008	Aumentar el índice de recuperación de efectivo de las tres compañías de distribución de electricidad y mejorar la calidad del servicio eléctrico.	Rehabilitación y actualización de circuitos de voltaje intermedio y bajo (US\$37 millones), contacto con comunidades de consumidores (US\$3 millones), y asistencia técnica (US\$2 millones)
BID	Apoyo al diseño y ejecución del programa de sustentabilidad del sector energético	Aprobado en diciembre de 2012	Cooperación técnica para apoyar la sustentabilidad y eficiencia del sector energético.	Completado exitosamente en octubre de 2014 como parte de un programa de planeación de políticas para el sector energético.
BID	Proyecto de energía eólica PECASA	Julio de 2011	Proyecto del sector privado que requiere US\$50.7 millones del BID y US\$76.1 millones de una empresa privada.	Desarrollo de un parque eólico de 50 MW en Guanillo

capacidad regional que permitiera acceder al financiamiento del MDL.⁵² Por medio del establecimiento del Centro de Colaboración Regional (CCR) para el Caribe, teniendo como objetivo inicial 16 naciones caribeñas incluida la República Dominicana, la CMNUCC está comprometido en proporcionar soporte técnico para aumentar la aceptación de proyectos del MDL.⁵³

A la fecha, los proyectos en Latinoamérica y en el Caribe se han enfocado en energía hidroeléctrica y en evitación de metano (casi 25% cada uno), biomasa y gas de rellenos sanitarios (alrededor del 15% cada uno), y en energía eólica (5%).⁵⁴ A pesar de que la República Dominicana representa una proporción muy pequeña de los proyectos MDL globales, el país clasifica como líder de los países caribeños, con 14 proyectos registrados.⁵⁵ (Véase la Tabla 7.7.) A diferencia de otras naciones caribeñas, la República Dominicana tiene una oficina dedicada a la participación en el régimen de clima internacional, incluido

Tabla 7.7. Proyectos MDL registrados en la República Dominicana

Fecha	Nombre	Partes contribuyentes	Est. reducciones de emisiones	No. de proyecto
			toneladas métricas de CO ₂ -equivalente/año	
20/10/2006	El parque eólico El Guanillo en República Dominicana	España	123,916	175
09/04/2010	Proyecto Bionersis en relleno sanitario La Duquesa, República Dominicana	Reino Unido, Francia	359,810	2595
28/11/2011	Parque eólico Matafongo	Reino Unido, Francia	70,275	5456
29/03/2012	Proyecto de parque eólico Quilvio Cabrera	—	10,937	5528
01/06/2012	CEMEX Dominicana: Proyecto de biomasa y combustibles alternativos en la planta cementera de San Pedro	Reino Unido	99,797	4542
06/08/2012	Proyecto de cogeneración de residuos de biomasa dominicana en sitio costa afuera textil (TOS-2RIOS)	Francia	35,738	6929
27/08/2012	Proyecto de parque eólico Los Cocos	—	54,183	7093
14/09/2012	Generación de vapor utilizando biomasa	Francia	48,050	7287
12/10/2012	Proyecto hidroeléctrico Palomino en la provincia de San Juan de la Maguana en la República Dominicana	República Dominicana	119,598	6591
17/10/2012	Proyecto de paneles solares en República Dominicana	Francia	35,375	7781
27/10/2012	Parque eólico Granadillos	Reino Unido	69,657	7902
03/12/2012	Paneles solares de 30 MW - Monte Plata	Suiza, Reino Unido	29,254	8530
30/12/2012	La Isabela – Generación de calor y electricidad a partir de residuos de biomasa	—	29,968	9435
23/01/2013	Proyecto de parque eólico Los Cocos II	—	112,489	7100

Fuente: Véase la nota final 55 de este capítulo.

el mecanismo MDL. El Consejo Nacional para Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL) es responsable de formular e implementar las estrategias del país para mitigación y adaptación del cambio climático, y para manejar la participación nacional en el MDL.

Para ser considerado en el financiamiento del MDL, la mayoría de proyectos energéticos de bajo contenido de carbono deben generar al menos 10,000 reducciones de emisión certificadas (CER) por año, donde cada ser representa una tonelada métrica de emisiones de CO₂ reducidas.⁵⁶ Existen oportunidades adicionales para financiamiento de proyectos de escala pequeña a través del MDL a través del programa de actividades del MDL.⁵⁷ (Véase el Recuadro 9.)

El GEF también sirve como una corriente financiera para la energía renovable en la República Dominicana. Es el financiador público más grande de proyectos de mejoramiento ambiental en todo el mundo, tras desembolsar US\$11.5 millones en subsidios y apalancando US\$57 mil millones para más de

Recuadro 9. Financiamiento de pequeña escala, proyectos energéticos de bajo carbono a través del financiamiento internacional para el cambio climático

No obstante que el financiamiento internacional para el cambio climático se utiliza tradicionalmente para promover proyectos de escala intermedia a gran escala, también se puede aprovechar para apoyar proyectos energéticos de bajo carbono de ámbito comunitario. Hay dos mecanismos específicos que proporcionan valiosa asistencia financiera y técnica para el desarrollo de proyectos de pequeña escala, el Programa de subvenciones pequeñas GEF y el Programa de actividades MDL.

Programa de subvenciones pequeñas GEF

El Programa de subvenciones pequeñas (Small Grants Programme - SGP) del GEF proporciona el capital necesario para facilitar el desarrollo de proyectos de pequeña escala. A diferencia del mecanismo GEF más grande, el programa, ejecutado mediante una asociación entre el GEF y el PUND, proporciona subvenciones de hasta US\$50,000 directamente a comunidades locales, financiando proyectos debajo del tamaño respaldado mediante fondos GEF tradicionales.

Después de una Fase Piloto con éxito que comenzó en 1992, el SGP inició su Primera Fase de Operacional oficial en 1996 con el objetivo de proporcionar apoyo financiero y técnico a proyectos en pequeña escala de desarrollo sostenible en varias áreas temáticas. Debido a una fuerte demanda de los pequeños estados insulares en desarrollo (small-island developing states - SIDS) y los países menos desarrollados, el programa ha sido aumentado a escalas considerablemente elevadas desde que su inicio y se encuentra ahora en su sexta fase operacional. A la fecha, se han invertido US\$460 millones a través del SGP para apoyar 14,500 proyectos en todo el mundo, incluidos muchos proyectos de energía limpia bajo el área del programa de mitigación y adaptación del cambio climático.

La República Dominicana comenzó su participación en el SGP en 1993 como uno de los miembros iniciales involucrados en la fase piloto del programa. A pesar de que el SGP cubre una amplia gama de sectores de desarrollo sostenible, muchos proyectos de energía limpia han sido financiados bajo el área de programa de mitigación y adaptación del cambio climático. En el sector energético, el programa ha sido utilizado con éxito para proyectos de electrificación de escala comunitaria en todo el territorio de la República Dominicana. El SGP ha apoyado un total de 411 proyectos en el país y ha brindado apoyo financiero a 126 proyectos relacionados con la mitigación del cambio climático.

Programa de actividades del MDL

El programa de actividades (Program of Activities - PoA) del MDL fue introducido en 2005 como una manera de agrupar diversos proyectos de menor escala que individualmente no generarían el volumen de reducciones de emisiones certificadas (CER) para lograr financiamiento tradicional de MDL. En contraste con el agrupamiento de proyectos, el PoA requiere solamente el concepto del proyecto y una actividad concreta para registrarse como MDL, reduciendo así el riesgo de inversión para los desarrolladores de proyectos energéticos de bajo carbono. Incluso si se determina que una actividad individual bajo el PoA no cumple, el resto de las actividades puede continuar operando.

Los procedimientos para los proyectos PoA fueron adoptados en 2007, pero la necesidad de guías más claras frenó el uso generalizado del mecanismo. En 2009, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) publicó un documento preliminar sobre el PoA del MDL en un esfuerzo para brindar claridad y lineamientos para países y proyectos que procuraban beneficiarse de su flexibilidad. El procedimiento del PoA aumenta la capacidad de pequeños países como la República Dominicana de beneficiarse del financiamiento del MDL al acomodar actividades en diversos países bajo un solo PoA. Las nuevas actividades pueden agregarse también durante el período de validez de 28 años que tiene un PoA.

Un beneficio adicional del PoA es que, a diferencia del proceso tradicional MDL en el cual los desarrolladores tienen que probar que los proyectos proporcionan reducciones de emisiones adicionales, los proyectos de energía renovable de menos de 5 MW son automáticamente considerados como adicionales. El no tener que probar adicionalidad elimina una carga burocrática y financiera significativa de los desarrolladores de proyectos energéticos de bajo carbono.

Fuente: Véase la nota final 57 de este capítulo.

3,215 proyectos desde 1991.⁵⁸ La región latinoamericana y del Caribe ha recibido US\$1,700 millones en subsidios del GEF (16.7% del total global), cubriendo 545 proyectos (18.7% del total global).⁵⁹ La región del Caribe representa el 1.1% de todos los subsidios GEF (US\$107 millones) y el 3.7% de los proyectos (107) financiados por el fondo.⁶⁰ Dentro de la región, casi un quinto de todos los proyectos (20) y la mitad de todo el financiamiento de subsidios (US\$50.1 millones) se encuentran en Cuba.⁶¹

La República Dominicana tiene nueve proyectos, que totalizan US\$13.3 millones en subsidios del GEF. A la fecha solamente un proyecto de energía renovable en el país ha recibido financiamiento de los fondos GEF más grandes.⁶² (Véase la Tabla 7.8.) Sin embargo, desde mediados de la década de 1990, el Programa de Subsidios Pequeños del GEF ha brindado soporte financiero significativo a iniciativas de energías renovables de pequeña escala en todo el país. (Véase el Recuadro 9.) En la República Dominicana, el programa de subsidios pequeños ha asignado US\$7.9 millones en subsidios para 369 proyectos, incluido el apoyo de la extensión de servicios de electrificación a través de casi US\$2 millones en subsidios a proyectos hidroeléctricos comunitarios, paneles solares, e instalaciones de bioenergía.⁶³

No obstante que los mecanismos de financiamiento climático tradicionales deberían continuar desempeñando un rol en el financiamiento de proyectos de energía renovable, el financiamiento climático futuro para países con ingresos medio superiores tales como la República Dominicana probablemente cambien de MDL a Acciones de Mitigación Apropiadas Nacionalmente (Nationally Appropriate Mitigation Actions - NAMA). En las negociaciones de la CMNUCC, los países desarrollados han comprometido fondos a través del Fondo Verde para el Clima (Green Climate Fund - GCF), de hasta US\$100 mil millones para el año 2020.⁶⁴ Se espera que se canalice gran parte de este financiamiento a países en desarrollo para apoyar las acciones NAMA, el desarrollo de emisiones bajas u otros programas, proyectos e iniciativas enfocados en la mitigación, adaptación o fortalecimiento de la flexibilidad en el sector productivo.

Los lineamientos de las acciones NAMA continúan vagamente definidos, y todavía no hay financiamiento dispersado a través del proceso, más allá de lo que se ha utilizado para el diseño del programa. Sin embargo, existe un fuerte interés por parte de las fuentes de financiamiento climático, multilaterales y bilaterales, para que los países receptores diseñen acciones NAMA que estarán listas para recibir financiamiento cuando se finalicen los lineamientos necesarios. Las acciones NAMA pueden incluir una amplia gama de actividades, incluido el apoyo de adiciones de capacidad de energía renovable específicas, financiamiento para apoyar mecanismos de incentivos renovables tales como las tarifas de alimentación (*feed-in*) y programas de eficiencia energética, así como el desarrollo de capacidades y fortalecimiento institucional para la gobernabilidad de proyectos de energía sostenible. Además de la mitigación climática, las acciones NAMA tienen que demostrar beneficios colaterales tales como impactos en la salud gracias a la reducción en la contaminación del aire local.

La República Dominicana es uno de 34 países que se han integrado oficialmente en el proceso de acciones NAMA y es una de solo dos naciones caribeñas, junto con Dominica, que han presentado los planes de acción NAMA ante el registro CMNUCC NAMA.⁶⁵ Uno proyecto propuesto, que consta de la promoción de energía alternativa y la gestión de desechos en el sector de turismo, fue enviado al registro con el objetivo de implementación de proyecto a partir de 2013. Sin embargo, a finales de 2014 todavía estaba en busca de apoyo financiero. El proyecto se propone promover el desarrollo de la capacidad y brindar soporte financiero para facilitar el despliegue de energía renovable en la industria del turismo, reduciendo

Tabla 7.8. Programa de Subsidios Pequeños del GEF continuo en el sector de energía de la República Dominicana

Fecha de inicio	Descripción del programa	Tec.	Monto del subsidio	Viviendas Impactadas
			US\$	#
2012- junio	El aprovechamiento de la energía renovable en electrificación rural desde una planta de generación microhidroeléctrica	Hidroeléctrica	34,974	154
2012- junio	Uso del agua para electrificación comunitaria	Hidroeléctrica	36,269	228
2012- junio	Electrificación y protección ambiental de la comunidad La Pelada	Hidroeléctrico	45,337	38
2012- junio	Electrificación y protección de recursos naturales de la zona buffer del Parque Nacional Armando Bermúdez comunidad de Arroyo Frío, La Ciénaga	Hidroeléctrico	106,960	116
2012- junio	Energía eléctrica para dos comunidades	Hidroeléctrico	31,088	109
2012- junio	La generación microhidroeléctrica para desarrollo integral de la comunidad y el medioambiente en Chinguelo	Hidroeléctrico	47,927	80
2012- junio	Producción de energía renovable y protección de recursos naturales para la electrificación de la comunidad de Mata Café	Hidroeléctrico	49,500	78
2012- junio	Utilización de energía renovable propuesta y conservación de los recursos hídricos en la comunidad de La Ensenada	Hidroeléctrico	47,927	50
2012- junio	Utilización de energía renovable propuesta en la comunidad de El Capá	Hidroeléctrico	28,497	26
2012- junio	Proyecto hidroeléctrico El Vallecito-El Montazo	Hidroeléctrico	49,000	160
2012- junio	Microproyecto hidroeléctrico comunitario La Cabirma	Hidroeléctrico	28,497	56
2012- junio	Microproyecto hidroeléctrico la Bocaina	Hidroeléctrico	25,259	45
2012- junio	Sistema fotovoltaico Naranjito	Solar	23,316	40
2010- junio	Microproyecto hidroeléctrico de la comunidad Los Mangos	Hidroeléctrico	45,405	32
2010- junio	Microproyecto hidroeléctrico de comunidad Vallecito – el Montazo	Hidroeléctrico	46,361	140
2009- junio	Aprovechamiento de la producción microhidroeléctrica en las comunidades de la Ciudad Paraíso (Villa Nizao hidroeléctrica)	Hidroeléctrico	42,857	50

Fuente: Véase la nota final 62 de este capítulo.

los costos de energía y reduciendo el impacto ambiental que causa el sector.⁶⁶ El proyecto está diseñado para enfocarse inicialmente en el 45% de las habitaciones de hoteles en el país, con planes subsiguientes para expandir el programa a todo el país, a un costo de US\$370 millones para lograr la implementación completa.⁶⁷ La República Dominicana también ha presentado varias NAMA para apoyar el uso de material de desecho para el coprocesamiento en plantas de cemento, la eficiencia energética en el sector público y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en granjas porcinas.⁶⁸

La República Dominicana posee iniciativas activas para apoyar la energía sostenible mediante proyectos específicos, políticas y planificación de ámbito nacional para brindar la oportunidad de obtener financiamiento climático que permita apoyar estos esfuerzos. Para ser más atractiva ante las fuentes de financiamiento internacional, la República Dominicana debe buscar activamente las Contribuciones Nacionales Determinadas (INDC) como parte del esfuerzo de la CMNUCC para lograr un acuerdo vinculante a nivel mundial que aborde las emisiones de gases de efecto invernadero y los crecientes impactos del cambio climático global. Recursos tales como este informe y el PDCC, pueden jugar un papel importante en el desarrollo de objetivos ambiciosos que las instituciones internacionales están deseosas de apoyar.

El apalancamiento de la ayuda internacional o financiamiento climático para respaldar las garantías de préstamo también pueden ayudar a fortalecer el mercado energético del país. Muchas compañías no invertirán en la República Dominicana por sí mismas, y al recibir apoyo de una organización tal como la IFC puede proporcionar el nivel de seguridad que ellas necesitan para realizar estas inversiones en una forma asequible.⁶⁹

7.3.3 Remesas

Las remesas (dinero enviado a casa por expatriados) desempeñan un rol económico significativo en todo el Caribe y Latinoamérica y son reconocidas cada vez más como una oportunidad importante de promover el desarrollo energético sostenible. Las remesas son transferidas a la República Dominicana a través de una combinación de bancos, agencias de transferencias y mensajeros informales quienes hacen las entregas a amigos y familiares.⁷⁰ En 2012, se transfirió al país un total de US\$3,160 millones en remesas, una cantidad más de US\$1,000 millones mayor que las recibidas por cualquier otra nación del Caribe.⁷¹

La República Dominicana fue la única nación caribeña en presenciar el crecimiento significativo de las remesas en 2012, hasta un 4.8%.⁷² Sin embargo, el país es menos dependiente de las remesas que algunos de sus vecinos caribeños, tales como Jamaica y Haití en los que las remesas representaron un 5.4% del PIB en 2012.⁷³ A pesar de que el costo total de enviar remesas a Centroamérica y a la República Dominicana se redujeron en un 12.4% en 2012, el país aún se encuentra entre los costos más elevados asociados con la transferencia de fondos.

La mayoría de los fondos remesados se utilizan para cubrir gastos de vida domésticos, con un estimado del 25% de todas las remesas a Haití y a la República Dominicana utilizados para cubrir los costos de energía y electricidad.⁷⁴ Los análisis del IDB han concluido que los remitentes tienen un interés significativo en controlar cómo se gasta su dinero, así como para vincular la remesa al sector energético.⁷⁵ Sin embargo, con respecto a la inversión en el sector energético, los remitentes demostraron mayores probabilidades de financiar equipos pequeños, tales como linternas solares o cargadores de teléfono, sobre sistemas de mayor tamaño, tales como kits solares para vivienda o calentadores de agua solares.⁷⁶

Las remesas podrían ser agrupadas y aprovechadas para ayudar a financiar proyectos de energía más grandes, proporcionando la garantía financiera necesaria para convencer a los inversionistas en invertir en el país. Además, las remesas agrupadas podrían utilizarse para financiar proyectos de energía sostenible en toda la comunidad, o para financiar programas de arrendamiento de paneles solares. A pesar de que la mayoría de recursos de energía renovable tienen un costo uniforme más bajo que las fuentes de

combustible fósil, por lo general no son compradas en comunidades con ingresos limitados debido a los elevados costos de adquisición, especialmente para tecnologías solares. Si los clientes pudieran evitar los costos iniciales y simplemente pagar el costo uniforme de la generación, ellos seguramente estarían más dispuestos a pagar por energías renovables. Las remesas podrían agruparse para pagar los costos de capital iniciales de las tecnologías de energía renovable, dejando a los clientes la responsabilidad de pagar únicamente la generación.

7.4 Recomendaciones financieras

La estabilidad financiera del sector electricidad dominicano se ve amenazada por tres factores importantes. Primero, las elevadas pérdidas técnicas y no técnicas continúan representando una pérdida significativa de ingresos, que se traduce en un índice de recuperación de efectivo promedio del 60% para las compañías de distribución propiedad del estado.⁷⁷ Segundo, las tarifas de energía eléctrica establecidas por el gobierno permanecen por debajo de lo que es necesario para que los generadores de electricidad puedan recuperar sus costos, creando la necesidad del subsidio gubernamental para cubrir la diferencia de ingresos entre los distribuidores y generadores, y evitar que los fondos se reinviertan en nueva infraestructura. Tercero, la dependencia en combustibles importados de mayor costo ha llevado a un alto costo de generación y a un aumento significativo de la deuda externa.

Hasta fines de 2014 los préstamos recibidos mediante participación en Petrocaribe representaron aproximadamente el 25% de toda la deuda externa del sector público no financiero.⁷⁸ Con la continuación de condiciones de préstamo preferenciales otorgados por Petrocaribe, ahora con cierta incertidumbre, existe un elevado potencial de que las importaciones de petróleo puedan poner cargas mayores en las finanzas del país en el futuro cercano. Se debe realizar esfuerzos para atacar estas tres áreas críticas para aumentar la estabilidad financiera del sector eléctrico nacional.

El financiamiento de proyectos de eficiencia energética y de energía renovable en la República Dominicana requerirá la participación de actores tanto públicos como privados, utilizando recursos nacionales e internacionales. Se deben tener en cuenta dos principios rectores para favorecer el flujo de capital privado hacia el sector y para reformar los entornos financieros y políticos existentes:

Fortalecer el clima de inversión general mediante políticas e iniciativas de financiamiento que aseguren una tasa diferenciada de retorno para la inversión en energía alternativa, a fin de aumentar el financiamiento en este sector sobre las inversiones en energía más tradicionales, y

Reducir el riesgo relacionado con la inversión en proyectos de energía alternativa.⁷⁹ Los mecanismos de reducción de riesgo son cada vez más convencionales para las iniciativas de financiamiento, fondos y programas climáticos, y pueden ser incorporados en este esfuerzo a nivel político. Para que se desarrollen los proyectos, se debe resolver la dificultad que representan las barreras específicas que actualmente restringen el acceso al financiamiento en el sector.

Las tasas altas de interés representan una barrera para acceder al financiamiento en la República Dominicana. Estos pueden ser un desafío particular para los proyectos de eficiencia energética y de energía renovable, donde los bancos aún están desarrollando su capacidad para otorgar préstamos. La falta de

acceso a préstamos privados continúa impidiendo el desarrollo de proyectos también. Se ha realizado un avance inicial al lograr la disponibilidad de financiamiento privado nacional en el sector de energías alternativas. Se deberá utilizar la lección aprendida de la experiencia del Banco BHD en el otorgamiento de préstamos para impulsar proyectos de cambio de combustibles para aumentar y expandir la cartera de préstamos del banco y para fomentar el ofrecimiento de líneas de créditos similares entre los bancos privados adicionales. Es esencial que la capacidad de otorgamiento de préstamos privados adicionales para proyectos de energía renovable y de eficiencia energética se desarrolle en los bancos dominicanos.

Sin embargo, ciertos sectores económicos sí cuentan con acceso confiable al financiamiento. En la industria hotelera y de turismo en particular, el acceso al financiamiento no debería significar una barrera para la inversión en eficiencia energética y en proyectos de energía renovable. Aquí, la falta de inversión en energía sostenible es más un asunto de necesidad de educación, de comunicación y de desarrollo de capacidad respecto a los beneficios y oportunidades del financiamiento climático, así como también la voluntad de implementar actualizaciones energéticas.⁸⁰

Además, no se han apalancado ciertos mecanismos de financiamiento público, tales como el fondo de energía sostenible dominicano y Petrocaribe para apoyar la energía renovable y la eficiencia energética como fueron diseñados. Estos fondos podrían desempeñar un rol significativo en la movilización del financiamiento nacional necesario para el despliegue de proyectos.

El financiamiento internacional debe utilizarse también para aumentar el desarrollo de proyectos de energía renovable. Existen varios mecanismos disponibles para eliminar riesgos en las inversiones en proyectos de energía renovable, y pueden ser respaldados mediante el desembolso de fondos públicos. Si están bien diseñados, serán capaces de apalancar mucho más en inversiones totales que en costos asociados con el mecanismo mismo. Dado que el riesgo de proyecto continúa siendo una fuerte barrera para el financiamiento de proyectos de energía renovable, se debe analizar los mecanismos de eliminación de riesgos e implementarse donde se consideren apropiados.⁸¹ (Véase la Tabla 7.9.)

La República Dominicana es una de las principales naciones caribeñas que acceden al financiamiento climático internacional. El apoyo de mecanismos como el GEF (tanto para proyectos de gran escala como los de pequeña escala) y el mecanismo MDL, deberán continuar desempeñando un rol en la provisión de financiamiento para proyectos de energía renovable. La capacidad nacional deberá continuar desarrollándose para permitir que el país se beneficie de nuevos mecanismos tales como las acciones NAMA, donde ha emergido como un participante inicial, a medida que el financiamiento internacional adicional esté disponible.

El sector de energía renovable continúa siendo un mercado impulsado por políticas. Como tal, se puede vencer muchas barreras a los proyectos de financiamiento mediante el desarrollo y la implementación de mecanismos de políticas bien diseñados. A pesar de ciertas oportunidades para reformas en el sector financiero, un aumento completo del financiamiento de proyectos de energía renovable dependerá de los responsables de formular políticas creando el marco de trabajo habilitante para permitir que se realicen las inversiones. Los actores financieros y los responsables de formular políticas deben comunicarse para asegurarse de que estas necesidades específicas se atiendan durante el proceso de formulación de políticas. (Véase el Capítulo 8).

Tabla 7.9. Ejemplos de mecanismos de eliminación de riesgo para proyectos de energía renovable

Mecanismo	Tipo	Descripción	Relación de apalancamiento estimada
Garantías de préstamo	Con base en la deuda	Garantía de pago de préstamo si el prestatario no puede cumplir las obligaciones del préstamo	6–10x
Seguro de políticas	Basado en la deuda	Proporciona una garantía que el apoyo de una política, tal como un fideicomiso de inversión de fondos (FIT, por sus siglas en inglés) será suministrado incluso si la póliza no se hace cumplir en la forma en que fue diseñada.	10x
Fondos de liquidez de divisas	Con base en la deuda	Guardas contra el riesgo de moneda asociado con ingresos y deudas en diferentes monedas	N/A
Fondo de compromiso	Basado en el capital	Proporciona financiamiento a proyectos sin suficiente acceso al capital y demasiado pequeños para atraer inversionistas de capital	10x
Fondo de patrimonio subordinado	Con base en el capital	Reduce el riesgo a los inversionistas de capital	2–5x

Fuente: Véase la nota final 81 de este capítulo.

8 | Políticas para aprovechar las oportunidades de energía sostenible en la República Dominicana

Conclusiones principales

- El Plan Energético Nacional de la República Dominicana, la Estrategia Nacional de Desarrollo 2030 (Ley 1-12) y su Plan de Desarrollo Compatible con el Clima establece objetivos importantes para la energía renovable (proporción del 25% en la combinación de energía en general al año 2025) y emisiones de gas de efecto invernadero (reducción del 25% al 2030). La implementación de reformas necesarias es un paso importante para alcanzar estos objetivos y para realizar la transición a un sistema de energía sostenible.
- A pesar de que estos objetivos son ambiciosos cuando se los compara con los de otros países en desarrollo, se podrían aumentar las proporciones para lograr un mayor beneficio económico, ambiental y social.
- Las barreras restantes para lograr una transición a la energía sostenible pueden ser eliminadas con una combinación correcta de políticas.
- A pesar de los objetivos ambiciosos en materia de energía renovable y de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la visión energética de largo plazo del país todavía parece apoyar un sistema ampliamente basado en combustibles fósiles.
- Para mejorar la efectividad, el plan de energía nacional debe ser más específico en áreas clave e incluir referencias y objetivos subsectoriales verificables y aplicables.
- El nuevo ministerio de energía y minas cuenta actualmente con seis viceministerios, donde uno está enfocado en la eficiencia energética y ninguno está enfocado exclusivamente en la energía renovable. Hemos sugerido reducir estos viceministerios a tres: 1) Administración, 2) Energía y 3) Minas. Esto ayudaría a establecer una base para priorizar soluciones de energía sostenible y agilizar pasos importantes, que incluyen:
 - Recolectar y centralizar todos los informes y datos disponibles en el sector de energía en el país. Esta información actualmente está dispersa entre varias agencias.
 - La creación de una oficina integrada para agilizar los procedimientos largos y burocráticos para la obtención de permisos que aumentan el riesgo de la inversión en energía renovable. La oficina a cargo necesita ser fortalecida con más empleados y mayor capacitación.
 - Revisar la ley de hidrocarburos ampliamente en materia de todos los combustibles fósiles para incentivar la generación y consumo de energía sostenible. Actualmente, pocos combustibles fósiles, incluidos aquellos que se utilizan para generación de electricidad tienen impuestos.
 - Brindar roles claros para las agencias incorporadas y lineamientos para otros ministerios.

- Garantizar un regulador externo independiente que no esté sujeto a influencias externas.
- La República Dominicana debería incentivar las auditorías de energía, establecer estándares de eficiencia energética robustos en su código de edificación y promover la instalación de techos fríos.
- Las revisiones anuales y el indexado de combustibles deberían constituir las bases de la formación de tarifas. Las tarifas de electricidad están establecidas actualmente por debajo del precio de mercado, lo cual resulta en una amplia deuda del gobierno a favor de las compañías generadoras. Los desarrolladores de energía solar no pueden competir con las tarifas existentes que son mantenidas artificialmente por debajo de su valor real.
- Algunos sistemas de medición inteligentes, campañas de concienciación pública, resistencia a los regalos electorales, y liderazgo gubernamental podrían ser las soluciones para reducir el robo de electricidad.

Los Capítulos 1 al 7 demuestran el potencial de recursos, la factibilidad técnica y los beneficios socioeconómicos de una trayectoria energética sostenible en la República Dominicana. Dados los recursos de energía renovables disponibles en el país y el potencial para el uso más eficiente de la energía, el alto costo de generación de electricidad basada en combustibles fósiles y la deuda significativa del sector de electricidad así como las elevadas pérdidas de transmisión y distribución, Worldwatch identifica cinco prioridades clave para el desarrollo del sector.

- Reducir las pérdidas técnicas y no técnicas, principalmente mediante un sistema mejorado de cobro y pago aplicado a consumidores residenciales y de gran escala, actualizaciones técnicas a la infraestructura existente, y actualizaciones tecnológicas en los medidores inteligentes.
- Indexar el costo de la electricidad respecto del precio del combustible para crear un campo de juego más nivelado y competitivo para recursos que pueden aprovechar los abundantes recursos renovables del país.
- Promover el desarrollo de proyectos de energía renovable de pequeña escala, escala intermedia y gran escala utilizando tecnologías que aprovechan la miríada de recursos de la República Dominicana.
- Implementar un programa de eficiencia energética robusto.
- Fortalecer la especificidad y la aplicación de la planificación energética en el siguiente plan de energía nacional.

Lograr estos objetivos requerirá desarrollar un marco de trabajo de política eficaz con tres elementos importantes: 1) una visión eficaz y ambiciosa en materia de desarrollo de energía sostenible que incluya objetivos concretos y una agenda estratégica coherente, 2) una estructura de gobierno con fuerte capacidad institucional y procesos administrativos eficaces, y 3) una combinación de políticas de apoyo específicas y mecanismos diseñados para mejorar la eficiencia energética. Este capítulo hace recomendaciones concretas para diseñar estos componentes con base en el análisis del marco de trabajo de políticas existente en la República Dominicana y en las mejores prácticas internacionales pertinentes.

8.1 Establecer una visión de energía sostenible de largo plazo

Un paso fundamental hacia la creación de una política energética completa es desarrollar una visión para energía sostenible que sea “clara, duradera y legal”.¹ La visión del sector energético debe ser “clara” y describir metas generales claras y objetivos por escrito, para ser fácilmente accesible por cualquiera de las partes interesadas. Una visión “duradera” guiará la acción política hacia el futuro, más allá de cualquier cambio en el liderazgo. Y finalmente una visión “legal” sirve como un marco de trabajo y punto de referencia y está diseñada para comprometer a todas las dependencias del gobierno así como a las partes interesadas no gubernamentales a una agenda conjunta de cambio, proporcionando así el impulso para el desarrollo y la implementación de políticas concretas y coherentes necesarias para promover la inversión en el sector.

La República Dominicana ha reconocido la importancia de un suministro de energía limpia en su Constitución. El artículo 67 de la *Constitución de la República Dominicana* eleva el desarrollo de la energía limpia a una meta nacional de alto perfil, al decir que: “El estado promoverá el uso de tecnologías alternativas limpias en el sector público y en el sector privado para preservar el medioambiente”.²

La República Dominicana también se ha comprometido internacionalmente al desarrollo de tecnologías de bajo carbono, incluso habiéndose suscrito también al Protocolo de Kyoto de la CMNUCC. En su segundo comunicado nacional a la CMNUCC, el país detalla una estrategia de mitigación climática que incluye la regeneración de energía renovable y medidas para alcanzar una mejor eficiencia energética.³ En la CMNUCC COP en Cancún, México, en diciembre de 2010, el entonces Vicepresidente Rafael Alburquerque de Castro destacó las políticas ambientales dominicanas y los esfuerzos de mitigación al subrayar la necesidad de un apoyo internacional fuerte para la continuación y aceleración de dichas políticas.⁴

Durante las reuniones COP de 2012 en Doha, Qatar, Omar Ramírez, Vicepresidente Ejecutivo del Consejo Nacional para Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL), dijo acerca de la meta de la República Dominicana de cortar emisiones de gas de efecto invernadero en un 25% al 2030: “Esto es una meta muy ambiciosa para una economía en desarrollo. Nosotros no vemos esto en términos económicos, sino en términos morales”.⁵ Una versión reciente del plan de desarrollo nacional dominicano tiene como objetivo alcanzar esta meta y al mismo tiempo duplicar el PIB del país.

En 2011, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) del país derivadas del consumo de energía alcanzaron un total de 20.6 millones de toneladas, un aumento de los 15.8 millones de toneladas en 2000 (véase la Tabla 8.1), convirtiendo al sector energético en un área esencial para la implementación de estrategias de mitigación.⁶ El sector de electricidad, en 9.8 millones de toneladas representó más del 46% de las emisiones relacionadas con energía del país en 2009.⁷

En 2011, el gobierno dominicano anunció que está comprometido a reducir sus emisiones de gas de efecto invernadero absolutas en un 50% sobre los niveles de 2010 al 2030, una proporción que se destaca en el mundo en desarrollo, donde muchos países perciben el crecimiento económico continuado y el aumento en emisiones como algo inextricablemente ligado.⁸ La República Dominicana puede comenzar un cambio de paradigmas en el cual la protección ambiental y la mitigación climática no se contrapongan al desarrollo económico sostenido.

Tabla 8.1. Emisiones de dióxido de carbono de la República Dominicana a partir del consumo de energía

Fuente de emisión	2000	2005	2011
	millones de toneladas de CO ₂		
Sector energético	15.8	17.4	20.6

Fuente: Véase la nota final 6 para este capítulo.

El país también es signatario de la declaración de Barbados de 2012 en cuanto al logro de energía sostenible para todos en estados insulares pequeños en desarrollo, un acuerdo voluntario que compromete a los países a promover el uso de biocombustibles, planificar nueva infraestructura de generación, transmisión y distribución de energía, aplicar las normativas ambientales en el sector de electricidad y promover medidas de eficiencia energética.⁹

Los objetivos del país para el desarrollo de energía renovable no son menos ambiciosos. La Ley 57-07, sobre *incentivos para las fuentes renovables de energía y sus regímenes especiales*, establece un objetivo para un 25% de proporción de energías renovables en el consumo de energía final del país al 2025.¹⁰ Esto se compara con el objetivo de la Unión Europea “20 al 2020” el cual solicita un 20% de proporción de energías renovables en el consumo final de energía al 2020.

Estos objetivos están en el proceso de ser reafirmados en el *Plan Energético Nacional* (PEN), de la República Dominicana, el cual se encuentra actualmente en actualización. El plan tiene como objetivo proporcionar las condiciones correctas para asegurar un suministro de energía suficiente y seguro a bajo costo y con un mínimo impacto ambiental. Está estructurado alrededor de cuatro tareas de política energética principales: 1) la consolidación de funciones gubernamentales en el diseño de una política energética la reglamentación del sistema energético, 2) el desarrollo de recursos energéticos nacionales, 3) el suministro de energía segura de bajo costo y alta calidad, y 4) mayor libertad de selección para los consumidores de energía.¹¹

La CNE dirige el proceso de revisión, el cual estará sujeto a revisión por parte de diversas partes interesadas que incluyen el nuevo Ministerio de Energía y Minas y el CDEEE. El plan final será integrado en la *Estrategia de Desarrollo Nacional 2030*, una estrategia de políticas públicas nacionales para 20 años. La estrategia fue desarrollada por el Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, en virtud del artículo 241 de la Constitución de 2010 y fue promulgada como la Ley 1-12.*

8.1.1 Recomendaciones para fortalecer la visión energética de largo plazo de la República Dominicana

En mayo de 2011, el CNCCMDL y la firma consultora privada McKinsey & Co., publicó un Plan de Desarrollo Compatible con el Clima para la República Dominicana (PDCC), el cual detalla un plan de

* La Estrategia de Desarrollo Nacional es una estrategia de la política pública nacional para 20 años, y la Comisión convocará un seminario en el Congreso Nacional “con diputados, senadores y técnicos que puedan explicar la importancia de este proyecto y los detalles, y revisar la propuesta punto por punto para producir un informe”, el cual será enviado a ambas cámaras. Las audiencias públicas sobre la estrategia comenzaron en el Caribe el 21 de julio de 2011.

corto a mediano plazo en apoyo del objetivo de reducción de emisión de gases de efecto invernadero del país, incluso medidas del sector energético completo.¹² Entre las recomendaciones claves del plan se encuentra el cambio de combustible de petróleo a gas natural en las plantas de generación eléctrica, la expansión de generación de energía renovable y el aprovechamiento de las oportunidades de eficiencia energética para el ahorro de costos. (Véase el Recuadro 10.)

Recuadro 10. El Plan de Desarrollo Compatible con el Clima y La Hoja de Ruta para la Energía Sostenible de Worldwatch: Estrategias complementarias para reducciones de emisiones

El Plan de Desarrollo Compatible con el Clima (PDCC) proporciona una estrategia esencial general y recomendaciones para lograr los objetivos en materia de emisiones de gases de efecto invernadero de la República Dominicana en diferentes sectores. La Hoja de Ruta para la Energía Sostenible de Worldwatch complementa la estrategia del PDCC proporcionando análisis técnicos, financieros y de política completos necesarios para la implementación del marco de trabajo dominante del PDCC para las metas de desarrollo y los objetivos de reducción de emisiones en el sector de energía.

El PDCC recomienda la expansión de la generación de energía renovable por medio de biomasa, pequeñas plantas hidroeléctricas y generación eólica. La Hoja de Ruta para la Energía Sostenible de Worldwatch, así como la estrategia preliminar de energía solar y eólica proporciona evaluaciones completas de posibles recursos para cada una de estas tecnologías e identifican los sitios y tecnologías más prometedores para desarrollar este potencial. Además, las recomendaciones sobre eficiencia energética emitida por Worldwatch, incluidas para normativas de electrodomésticos, desarrollo de eficiencia y pérdidas eléctricas así como retroalimentación sobre la ley de eficiencia energética, ayudarán al gobierno a darse cuenta del potencial completo de ahorro energético del país en algunas de las áreas prioritarias identificadas por el PDCC.

El Capítulo 7 de esta estrategia -la evaluación de opciones de financiamiento para proyectos de eficiencia energética y de generación de energía renovable en la República Dominicana- suplementa sugerencias para fuentes de financiamiento internacional proporcionadas en el PDCC. En particular, Worldwatch ofrece asesoramiento para desarrollo de capacidad de otorgamiento de préstamos para proyectos de energía sostenible a desarrolladores privados a través de bancos nacionales. Por ese motivo, tal como lo indica el PDCC, la disponibilidad futura de financiamiento climático a través del mecanismo de desarrollo limpio probablemente será sustituido por acciones de mitigación apropiada nacionalmente (Nationally Appropriate Mitigation Actions - NAMA) y otros mecanismos, Worldwatch y otras organizaciones están identificando activamente oportunidades de desarrollo para financiamiento climático en la República Dominicana.

Además del impulso del CNE y del PDCC, y de otras agencias y planes, existe una presión cada vez mayor dentro el parlamento dominicano para la creación de un marco de trabajo de políticas energéticas eficaces. En una presentación realizada en enero de 2013 ante el Instituto de las Américas, el entonces congresista, Sr. Pelegrin Castillo Semán, enfatizó la importancia de reducir la dependencia del país en las importaciones de combustibles fósiles y de avanzar hacia la independencia energética mediante una eficiencia energética mejorada, con desarrollo de recursos de energía renovable y mejoramientos en la red de distribución.

En octubre de 2014, la República Dominicana puso en marcha el Pacto Eléctrico, una iniciativa de amplia escala para abordar los persistentes retos de energía eléctrica del país. Fundamentándose específicamente en la Estrategia de Desarrollo Nacional 2030, el Pacto Eléctrico intenta proporcionar un sistema de electricidad confiable, eficiente y ambientalmente sostenible.¹³ Cuando fue lanzado, propuso cuatro fases

para alcanzar el consenso con respecto a un plan definitivo. Su primera fase, completada en el primer trimestre de 2015, unificó las propuestas y aportaciones de todos los sectores económicos y sociales del país, incluyendo varias agencias gubernamentales, la sociedad civil, empresas privadas y expertos locales en energía. La segunda fase, en curso en el segundo trimestre de 2015, está compuesta de una serie de mesas de discusión y grupos de trabajo conformados por profesionales de la industria que evaluarán todas las propuestas e ideas presentadas. Se espera que en julio esté terminado el borrador preliminar y que en agosto se tenga un plan definitivo firmado y en marcha.¹⁴

El Plan Nacional de Energía, el PDCC, las propuestas de los funcionarios gubernamentales como el Sr. Castillo Semán y el Pacto Eléctrico, proporcionan una visión robusta y dominante para avanzar a la República Dominicana hacia la dependencia energética a la vez de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas estrategias reconocen la importancia de la implementación de medidas de eficiencia energética y del aprovechamiento del vasto potencial energético renovable del país. La integración de metas energéticas en la Constitución y la *estrategia de desarrollo nacional* sugieren también que el desarrollo de energía sostenible está cada vez más integrado como una prioridad nacional entre todas las agencias gubernamentales. No obstante, todas estas visiones de la energía continúan considerando el consumo del combustible fósil como importante para el país, a menudo citando la percepción del alto costo de tecnologías de energía renovable como una barrera para la transición más rápida de los combustibles fósiles.

Por ejemplo, el plan de energía del PDCC recomienda sustituir la capacidad de regeneración eléctrica a base de fueloil existente y alejarse de la autogeneración utilizando generadores a diésel costosos y contaminantes, pero considera un rol expandido para el gas natural en la mezcla energética. El gas natural puede proporcionar un combustible puente de relativamente bajo costo al complementar la intermitencia de las energías renovables con las emisiones más bajas que otros combustibles fósiles, según se demuestra en los escenarios de generación eléctrica de Worldwatch (véase el Capítulo 6), sin embargo, el gobierno deberá asegurarse de que la generación de gas seguirá siendo una opción económica, incluso si los precios del gas natural subieran en el futuro. Además, las políticas energéticas deben asegurar que la expansión de la generación más barata a gas natural no excluya proporciones más grandes de generación renovable y por extensión, intercambie la dependencia del petróleo por una sobredependencia de gas natural.

A pesar de su amplio apoyo a las soluciones de energía sostenible, algunos funcionarios gubernamentales del sector energético sugieren que los recursos de energía renovables podrían ser insuficientes para satisfacer las necesidades energéticas del país y recomienda la exploración de recursos de petróleo y gas en el territorio nacional en la costa y fuera de la costa. Sin embargo, el potencial de energía renovable de Worldwatch y las evaluaciones socioeconómicas demuestran que el país no solo tiene amplios recursos renovables para satisfacer sus necesidades energéticas sino también, si se implementa correctamente, un sistema de energía renovable podría realmente ahorrar al país dinero en comparación con las alternativas a base de combustibles fósiles.

Finalmente, complementando las recomendaciones del PDCC, Worldwatch recomienda que la República Dominicana examine oportunidades clave para el desarrollo de energía solar. No obstante que el PDCC juzgó a la energía solar como una alternativa muy costosa para que sea viable en el corto plazo como fuente de energía, las evaluaciones de Worldwatch encontraron que la autogeneración en techos puede ser competitiva en costos con los precios actuales de la electricidad; además de microhidroeléctrica,

es a menudo el recurso más lógico para la expansión de servicios de energía limpia en áreas remotas que carecen de acceso a la electricidad. En el mercado solar internacional han ocurrido reducciones significativas de costos desde la publicación del informe del PDCC, fortaleciendo aún más las razones económicas para desplegar tecnologías solares.

En general, la República Dominicana posee una visión de energía sostenible robusta y objetivos definidos que son reconocidos en todo el gobierno y que proporcionan una base de largo plazo para el apoyo institucional y políticas de implementación específicas. El rol central de la eficiencia energética y de la energía renovable deberá ser priorizado incluso más en la visión energética del país para asegurar que las estrategias de transición, tales como gas natural, estén diseñadas para funcionar con el desarrollo de energía renovable de manera tal que establezcan bloques de base más robustos y que contribuyan a la realización de los ambiciosos objetivos en materia de reducción de emisiones del país.

8.2 Estructura administrativa y gobierno

A medida que los legisladores, entidades normativas, ciudadanos, empresas y los donantes internacionales lidian con el desafío de proporcionar acceso a electricidad confiable, limpia y asequible, la importancia del “buen gobierno”, o cómo múltiples actores están incluidos y participan en colaboración el proceso de toma de decisiones, ha sido reconocido cada vez más. Dos décadas de reformas en el sector eléctrico han mostrado cómo pueden la transparencia, la participación, la rendición de cuentas y la robusta capacidad de los diversos actores en el sector funcionar para el mejoramiento del buen gobierno del sector eléctrico.

El gobierno del sector eléctrico, incluidos los procesos, las instituciones y los actores involucrados en el proceso de toma de decisiones, tienen un impacto significativo en el desempeño del sector. El gobierno eficaz es considerado una necesidad y una condición crítica para atraer la inversión privada en electricidad y crear y fortalecer así un mercado estable.* Sin embargo el gobierno energético en la República Dominicana no es tan efectivo como debiera ser. A pesar de la creación de un nuevo ministerio de energía y minas, tomó más de un año el nombramiento de un ministro. Además, el nuevo ministerio heredó un legado de largo plazo de al menos cinco agencias sin coordinación central entre ellas, a pesar de la existencia de leyes que definen la relación de trabajo entre dichas agencias.

8.2.1 Asegurar un enfoque de energía sostenible en el nuevo ministerio de energía y minas

El sector energético dominicano se ha desarrollado con recursos e iniciativas esparcidas a través de una multitud de agencias de gobierno con mandatos y prioridades superpuestos y a veces contrapuestos. Este conflicto afecta diversos aspectos de la planificación y regulación energética. Por ejemplo el Organismo Coordinador (OC) es responsable de desarrollar una estrategia para agregar capacidad eléctrica a la red de distribución, cuya implementación corresponde supuestamente al CDEEE. Sin embargo, el CDEEE a menudo falla al implementar estos planes consecuentemente, lo cual a menudo lleva a energía con costo marginal mayor vendida a la red de distribución antes de lo necesario.¹⁵ Los frecuentes cambios de personal se suma a la falta de memoria institucional, lo cual representa un desafío al apoyo estable para los

* En el Apéndice VII hay disponible una descripción de las instituciones reguladoras.

proyectos de energía sostenible. Por ejemplo, los cambios de ministros por lo general están acompañados por un movimiento completo de personal de toda la oficina.

En un intento por agilizar el gobierno del sector energético, el Presidente Danilo Medina prometió crear un nuevo Ministerio de Energía y Minas (MEM) durante su campaña para desarrollar e implementar todas las estrategias y programas del sector energético. El ministerio administrativo de la presidencia organizó subsiguientemente una comisión para la constitución del ministerio de energía y minas, lo cual llevó a la promulgación oficial del ministerio el 30 de julio de 2013, fecha en la que se firmó la Ley 100-13.

El establecimiento de este nuevo ministerio es un importante desarrollo para el gobierno energético en el país porque eleva al sector energético y sus problemas a nivel de gabinete lo cual podría coordinar las actividades relacionadas con energía que actualmente están distribuidas entre múltiples agencias. Asegurarse de que las metas energéticas sostenibles sean adoptadas por todas las agencias resultaría en mayor claridad y persistencia de largo plazo de estos programas. La cohesión ministerial más grande también ayudaría a que las políticas energéticas sostenibles ganen terreno en el parlamento.

El nuevo MEM tiene la tarea de “la formulación, adopción, monitoreo, evaluación y control de políticas, estrategias, planes maestros, programas, proyectos y servicios relacionados con el sector energético y sus subsectores eléctricos, de energía renovable, de energía nuclear, de gas natural y minería”.¹⁶ Bajo este mandato, el ministerio supervisará y coordinará todas las actividades relacionadas con la energía que actualmente son realizadas por el CNE, el Servicio Geológico Nacional, y otras organizaciones autónomas involucradas en los subsectores cubiertos por la ley.

Un cambio así ayudará a resolver los desafíos tales como el hecho de que el CNE siempre ha sido gobernado por un concejo interministerial presidido por el ministro de la industria y el comercio. Ahora será presidido por el ministro de energía y minas, quien tendrá la autoridad para tomar de decisión sobre los departamentos en el sector energético, algo que el CNE carecía anteriormente y que restringió severamente su influencia. Bajo el nuevo ministerio, se deberá fortalecer y expandir este cuerpo interministerial para proporcionar la plataforma necesaria que permita la integración y coordinación de políticas mediante la inclusión de representantes del ministerio de finanzas, CDEEE y otras agencias de gobierno pertinentes.

Durante el proceso de reorganización, la empresa estatal proveedora de energía eléctrica, CDEEE, se dejó fuera de la organización general del MEM por temor a que se interrumpieran sus iniciativas actuales. Existe algún mérito para esta preocupación. Sin embargo, durante algún tiempo, en ausencia de un ministerio de energía oficial, el Vicepresidente ejecutivo del CDEEE ha sido visto como la alternativa más cercana. A medida que el ministerio oficial continúa estableciéndose a sí mismo, será importante priorizar la consolidación del CDEEE bajo la organización más grande del MEM junto con todas las otras agencias que ya se encuentran realizando la transición con éxito.

El ministro de energía y minas supervisa seis viceministerios: Energía, energía nuclear, minas, hidrocarburos, seguridad energética e infraestructura y ahorros de energía. A pesar de la integralidad de esta estructura, podría no ser la más eficaz en términos de alineamiento con las metas energéticas de largo plazo establecidas para el país. Por ejemplo, envía un mensaje confuso en el que se relega la prioridad indicada para aumentar los niveles de energía renovable a una oficina bajo el viceministerio de energía,

a la vez que eleva la energía nuclear y los hidrocarburos. El reenfoque en los esfuerzos de diversificación energética del MEM en los vastos y económicos recursos de energía alternativa y renovable de la República Dominicana significaría un uso más seguro y eficaz de los recursos.

Por ley, un ministro tiene permitido tener un máximo de seis viceministerios. Para resolver mejor los diversos componentes que forman el sector energético del país, y para evitar aparentes conflictos en prioridades, sería más simple establecer tres viceministerios: Energía, minas y administración. Esto permitiría el establecimiento equitativo de todos los subtemas a nivel de oficina secundaria y evitaría el debilitamiento de la influencia de la energía renovable en el MEM, el cual tiene actualmente menos autoridad expresamente provista en virtud de la ley. En general, sigue siendo poco claro cómo se le dará estructura completa al MEM más allá de su mandato amplio para llevar a cabo con éxito tareas específicas. El establecimiento de sus oficinas y similares no ha sido bien publicado y ha carecido de transparencia. Cualquier conocimiento que Worldwatch haya obtenido sobre este tema ha provenido de entrevistas personales; la falta general de transparencia dificulta que el público general exprese su opinión también.

El nuevo MEM administrará cualesquier recursos y activos específicamente asignados para iniciativas relacionadas con la energía; incluido el fondo establecido por la ley 112-00 para apoyar programas de conservación de energía y de generación de energía limpia. (Véase la Sección 7.2.) Sin embargo, se necesita mayor claridad respecto a algunos de los roles específico y autoridades del MEM. En particular, el rol de las agencias existentes tales como el CNE el CDEE deberían estar mejor definidos, de la misma manera de por qué el CDEE existirá fuera del MEM hasta 2018.¹⁷ También se debe explicar la responsabilidad del MEM para la obtención de nueva capacidad eléctrica y desarrollo de infraestructura de redes.

La legislación incluye la discusión detallada acerca del rol del MEM en la coordinación y otorgamiento de permisos para exploración y extracción de combustible fósil. Este es un rol importante y deberá organizarse en un proceso eficiente y ágil para simplificar el cumplimiento y reducir costos para los desarrolladores de proyectos. (Véase la Sección 8.2.3.) Más allá de las tareas expresamente numeradas en la legislación, el MEM puede desempeñar un rol importante en la dirección y coordinación de muchas otras actividades necesarias. Esta estrategia ha resaltado la importancia de las evaluaciones detalladas de los recursos y de factibilidad para fomentar la inversión en energía renovable, por ese motivo el MEM debería facilitar este proceso. Idealmente, un Viceministro para energía renovable supervisaría la emisión de permisos, las evaluaciones en el sitio, las evaluaciones de recursos y otros asuntos relacionados con el desarrollo de energía renovable.

8.2.2 Hacer cumplir la independencia de la entidad normativa del sector eléctrico

Un aspecto importante de un sector eléctrico con buen funcionamiento es una entidad normativa eficaz e independiente. El sector eléctrico de la República Dominicana es controlado por el Superintendente de Electricidad (SIE), quien supervisa y monitorea el cumplimiento de las leyes, normativas y estándares técnicos en relación con la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, incluida la supervisión de CDEE, la compañía de servicio eléctrico monopolio propiedad del estado. La independencia del SIE ha sido cuestionada, y en varios casos notorios ha fallado en emitir sanciones para infracciones que caen dentro de su jurisdicción. Estas infracciones incluyen la línea de transmisión privada ilegal del CEPM, ventas de energía eléctrica de la sultana de Este a CEPM en la red de distribución nacional, y la falta de Cogentrix de cambiarse de combustible diésel a GNL según el mandato

emitido.¹⁸ Estos ejemplos resaltan la manera en cómo, incluso cuando existen las leyes en los libros en la República Dominicana, estas no son necesariamente aplicadas fielmente por la entidad normativa.

Para funcionar con eficacia, la entidad normativa debe mantenerse como entidad autónoma que recibe su mandato y es responsable de rendir cuentas por su ejecución, ante el gobierno dominicano. La incertidumbre respecto a la independencia del SIE como entidad normativa fue reforzada después del establecimiento del nuevo MEM en 2013. Con el objetivo de mantener un sistema normativo eficaz, el gobierno debe reafirmar la autonomía del SIE. Además, la entidad normativa debe recibir la autoridad de exigir a todos los actores en el sector energético un rendimiento de cuentas pertinente a sus requisitos legales.

Por ejemplo, la dificultad de lograr que la compañía de transmisión propiedad del estado, ETED, compre y opere las líneas de transmisión (especialmente de proyectos de energía renovable, según lo manda la ley) ha sido un desafío que restringe a los desarrolladores de energía renovable. ETED se ha mostrado reacia a tomar posesión y a operar nuevas líneas de transmisión incluso en casos donde los desarrolladores de proyectos están dispuestos a omitir la venta del equipo. Sin mecanismos de refuerzo para asegurar que ETED cumpla con su mandato, los desarrolladores continuarán luchando por desarrollar la infraestructura necesaria para conectar la red de distribución nacional, limitando aún más el despliegue de energías renovables. Por ejemplo, ETED recientemente se rehusó a operar una línea de transmisión que conecta el parque eólico propuesto en PECASA, contribuyendo eventualmente a la cancelación del proyecto.¹⁹ Dado que ETED es responsable de la operación de una línea de transmisión siempre que el proyecto sea viable, debería ser obligada a hacerlo así por la entidad normativa eléctrica.

8.2.3 Agilización de permisos de capacidad de energía renovable: Una sola ventana administrativa

La emisión eficaz de permisos es esencial para asegurar que el ambiente negativo y los impactos sociales de los proyectos energéticos sean limitados. Sin embargo, los procesos de obtención de permisos largos y burocráticos pueden resultar en riesgo y gastos significativos, que desalentarán a los desarrolladores e inversionistas para embarcarse en proyectos de energía renovable. (Véase la Figura 8.1.) Por ejemplo, mientras el ministerio del medioambiente se supone que debe responder a una solicitud de permiso en un plazo de un mes, los desarrolladores del proyecto solar Monte Plata de 30 MW tuvieron que esperar más de seis meses. (Véase el Recuadro 11.) Esto particularmente representa desventajas para los productores

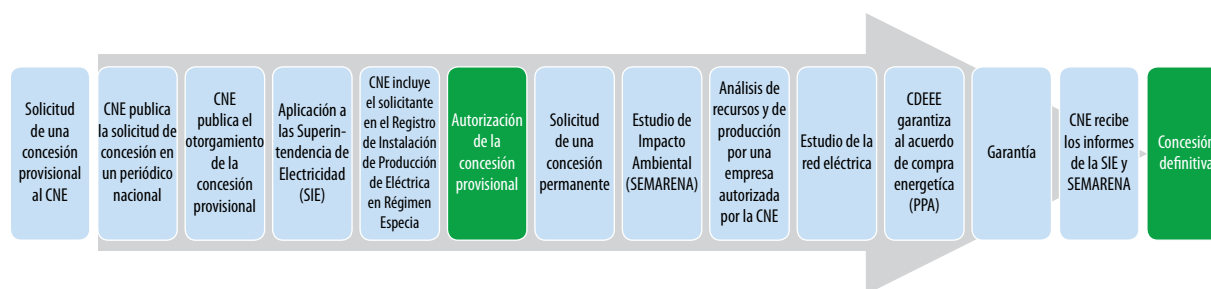


Figura 8.1

Procedimiento administrativo para obtener una concesión de energía renovable

Recuadro 11. Impacto de gobierno y administración en el Parque Solar Monte Plata

Los obstáculos burocráticos han tenido un impacto significativo en el desarrollo de proyectos de energía renovable en la República Dominicana. Desde su anuncio público en 2010, el parque Solar Monte Plata ha enfrentado numerosos desafíos en su intento de convertirse en la primera instalación solar del país operando en virtud de un acuerdo de compra de energía (Power Purchasing Agreement - PPA, por sus siglas en inglés). Estas complicaciones han retrasado significativamente la implementación del proyecto. Programado originalmente para su finalización en octubre de 2012, a principios de 2013 el proyecto planificado de 30 MW había instalado con éxito únicamente 200 kW de capacidad.

Monte Plata ha enfrentado demoras en la coordinación con diversas agencias gubernamentales para cumplir con los procedimientos normativos del país en materia de obtención de licencias para el proyecto. Las fases iniciales del proyecto fueron retrasadas como resultado de una respuesta lenta del ministerio del medio ambiente en materia de emisión de permisos ambientales. A pesar del mandato que tiene el ministerio de responder en un plazo de un mes, los desarrolladores a menudo tienen que esperar muchos meses antes de que sus proyectos reciban la aprobación de cumplimiento de las normativas ambientales. Además, la falta de respuesta del gobierno en la concesión de permisos de interconexión llevó a algún atraso significativo del proyecto y a la necesidad eventual de renegociar el PPA. El alto movimiento de personal y una falta de memoria institucional dentro de los ministerios han complicado aún más los ya onerosos procedimientos para los desarrolladores del proyecto.

Las negociaciones con CDEEE acerca del PPA representaron un desafío adicional para conectar a la red el proyecto Monte Plata. Se logró un acuerdo en octubre de 2011 para que el proyecto comenzara a generar con una tarifa inicial de un poco menos de US\$0.20/kWh. En virtud del acuerdo, a 2013, la energía de la planta debería venderse a aproximadamente US\$0.22/kWh. Sin embargo, debido a los atrasos en el proyecto, los desarrolladores han sido forzados a renegociar el acuerdo inicial con CDEEE. En el PPA renegociado, la energía eléctrica de Monte Plata se venderá ahora a una tarifa de US\$0.18/kWh, aproximadamente cinco centavos por debajo del acuerdo original y mucho más inferior a las tarifas de referencia para energía fotovoltaica solar que se dio en virtud de la Ley 57-07. Actualmente, toda la electricidad generada antes de la fecha de inicio del proyecto de mayo de 2014 está siendo donada a la red de distribución con un costo estimado de US\$1 millón.

A pesar de estos reveses, los impresionantes recursos solares del país han alentado a los desarrolladores de proyectos a continuar con los planes de construir la instalación. Después de los cambios en la propiedad del proyecto, se espera que los nuevos desarrolladores conecten 32 MW a la red de distribución nacional hacia fines del año 2013 y la operación plena de la planta de 64 MW se espera que ocurra en octubre de 2014. Sin embargo, los retos financieros relacionados con la inversión de capital, el financiamiento y el precio final de PPA continúan afectando el proyecto y todavía no es operacional.

independientes de electricidad (Independent Power Producer - IPP, por sus siglas en inglés) ya que las entidades más grandes con mayores influencias tienden a recibir respuestas más rápidamente.²⁰

La conexión a la red es a menudo la parte más larga, más incierta y más costosa del proceso de obtención de permisos. Worldwatch recomienda acceso a la red garantizado para las instalaciones de energía renovable, lo cual debería eliminar la mayor parte de la incertidumbre y los atrasos relacionados con este paso.

Una manera de que el gobierno pueda reducir los conflictos y retardos por adquisición de tierra asociados con proyectos de energía renovable consiste en abrir al público las tierras para el desarrollo de energía renovable. En particular, el gobierno puede establecer un proceso de licitación para que las compañías envíen solicitudes para desarrollar sitios específicos o tierras públicas cuyo potencial de recursos renovables es muy fuerte. Por ejemplo, en la esquina suroeste del país, actualmente sitio del parque eólico más grande en la región del Caribe, el país está planeando desarrollar un área que es ahora un parque

nacional protegido con una línea costera relativamente intacta. El objetivo de largo plazo consiste en aumentar el turismo. El área también ofrece recursos eólicos y energía solar increíblemente fuertes. Para minimizar el impacto ambiental de este desarrollo, el gobierno debería insistir en que una proporción específica de la energía necesaria para facilitar este turismo sea equiparada con electricidad generada por tecnología renovable muy cerca del punto de consumo.

Las medidas de rendición de cuentas para las diversas agencias gubernamentales involucradas en la emisión de permisos para energía renovable deberán ser implementadas para asegurar que los procedimientos sean inoportunos y eficientes. Todos los actores pertinentes deberán estar obligados a responder a las solicitudes de permisos dentro de los períodos establecidos.

Las mejores prácticas internacionales demuestran el uso de una sola ventana administrativa donde los desarrolladores pueden obtener los permisos necesarios, las concesiones y los incentivos elegibles a fin de simplificar grandemente el desarrollo de la energía renovable. Según se examinó en el Capítulo 7, la falta de acuerdos de compra de energía contractuales económicamente firmes también dificulta las inversiones en el potencial renovable viable. El nuevo ministerio de energía y minas, es el SIE, y el CDEEE deberían trabajar juntos para desarrollar un contrato estándar y PPA para diferentes categorías de instalaciones renovables que permitan aumentar la confianza en el inversionista en la estabilidad de las inversiones en energía sostenible.

8.2.4 Fortalecimiento del Consejo Nacional para el Cambio Climático

En 2008, la República Dominicana estableció un Consejo Nacional para el Cambio Climático (CNCCMDL) responsable de la planificación de inversiones para financiamiento internacional en proyectos para el cambio climático en virtud del MDL y otros mecanismos. En apoyo de esta misión, el CNCCMDL coordinó el desarrollo del plan de desarrollo económico compatible con el cambio climático del país. Sin embargo, el CNCCMDL carece de autoridad directa para la toma de decisiones; por ejemplo, el concejo se pronunció en contra de la expansión de generación eléctrica a base de carbón de hulla, pero se anuló su recomendación y desde entonces se han puesto en funcionamiento dos plantas que funcionan con carbón de hulla. En general, el ministerio de planificación ha podido ignorar las recomendaciones respecto de la planificación energética realizadas por el CNCCMDL y el CNE, no obstante que estas organizaciones están supuestas a contribuir a la planificación energética. Esto subraya un problema general con el sector energético, donde agencias que supuestamente deben enfocarse en la planificación energética a menudo son desplazadas por agencias más grandes en lo que se refiere a realmente tomar las decisiones de planificación.

8.2.5 Promover la educación y comunicación energética

Desarrollar concienciación entre el público general es otro componente clave del mejoramiento de gobierno. Aumentar el entendimiento del público de los aspectos y programas eléctricos en el ámbito nacional y local mejorará el comportamiento del consumidor así como la capacidad del gobierno de gobernar con eficacia. La educación y la comunicación con las partes interesadas incluyen encontrar maneras de promover mayor participación en la política y gobierno del sector eléctrico. El Ministerio de Energía y Minas, con el apoyo de OEA, está desarrollando un programa de “Educación y concientización en energía renovable y eficiencia energética”, aunque su contenido y sus estrategias todavía están en desarrollo.²¹

En lo que se refiere a temas técnicos como la electricidad, los encargados de formular políticas pueden ser reacios a abrirse a discusiones con los no expertos. Sin embargo, una revisión de la toma de decisiones en materia ambiental en los EE.UU. revela que en muchos casos, las decisiones fueron sustancialmente mejoradas mediante la participación del público.²² Y un estudio sobre la participación de la sociedad civil en el gobierno del sector eléctrico en India, las Filipinas, Indonesia y Tailandia concluye que: “un gobierno mejorado puede abrir la puerta a soluciones más creativas, mejores sistemas de implementación y mecanismos más robustos de rendición de cuentas”.²³ Es más probable obtener resultados sociales y ambientales con éxitos si las políticas y las normativas en el sector energético están abiertas al debate público y al escrutinio. La participación pública y sus comentarios sobre temas cruciales y a menudo contenciosos como el robo de la electricidad pueden mejorar tanto la elaboración de políticas como el cumplimiento público de las normativas.

8.3 Políticas y medidas concretas

Los mecanismos de apoyo directo para proyectos de energía renovable y de eficiencia energética son necesarios para facilitar el desarrollo y despliegue de diversas tecnologías y para cumplir los objetivos energéticos sostenibles predominantes. Debido a que los mercados de energía sostenible son en gran parte impulsados por políticas, las políticas gubernamentales – incluidas aquellas enfocadas en la investigación, el desarrollo, la demostración y el despliegue – desempeñan un rol crucial en la mitigación de las barreras técnicas y no técnicas que obstruyen sus despliegues y la implementación de otras soluciones basadas en energía sostenible. La maximización de efectividad requiere que las políticas compartan tres características generales:

- Las políticas deben implementarse como parte de una mezcla de políticas apropiadas: A pesar de que ciertas políticas han probado su eficacia en el aumento rápido del despliegue de proyectos de energía renovable en ciertos contextos, el diseño de la política no es algo que pueda generalizarse. Los responsables de formular políticas deben identificar una combinación de medidas de política que resuelvan con mayor eficacia las circunstancias existentes, incluida la madurez tecnológica, capital asequible, la facilidad de integración en el sistema existente y la base de recursos de energía renovable local y nacional disponibles.
- Las políticas deben ser sostenidas: A fin de proporcionar a los inversionistas y desarrolladores de proyectos energéticos con la estabilidad y tranquilidad que ellos necesitan para comprometerse con proyectos de energía sostenible, las políticas deben ser sostenidas durante un período de tiempo apropiado. Sin la garantía de que el panorama de políticas permanecerá estable, los posibles inversionistas considerarán su compromiso demasiado riesgoso. Esto es particularmente crucial en la República Dominicana, donde la estabilidad de las políticas ha sido por mucho tiempo uno de los principales desafíos subyacentes en el sector energético.
- Las políticas deben ser flexibles: Dado el dinamismo de los mercados y desarrollos tecnológicos en el sector de energía renovable, las políticas deben ser suficientemente flexibles para evolucionar con las condiciones cambiantes.

El marco de trabajo legal y de políticas de la República Dominicana para el sector energético tiene ciertas provisiones para la promoción de la eficiencia energética y la energía renovable en el sector eléctrico. A continuación se examinan la amplitud y la eficacia de estas políticas.

8.3.1 Fomentar y mejorar la eficiencia energética

El gobierno de la República Dominicana ha identificado la importancia de promover la eficiencia energética y la ha incluido como una de las prioridades clave del nuevo ministerio de energía y minas. Igualmente, tiene varias políticas y programas de eficiencia energética en funcionamiento. La CNE estableció un plan nacional para la eficiencia energética dominante a fin de promover una visión amplia de la eficiencia energética entre todos los sectores, incluidos el sector de vivienda, la industria, el sector comercial y edificios. El plan estableció un Comité Nacional de Eficiencia Energética (CONEE) con representantes de diversos sectores del país y creó una Unidad de Eficiencia Energética (UEE) en todas las provincias, a fin de proporcionar ayuda y guía a los diversos sectores del país con herramientas para aumentar su eficiencia energética en sus operaciones diarias. Como primer paso, los edificios gubernamentales ahora son objeto de auditorías y pruebas de sistemas de monitoreo de demanda energética.

En octubre de 2012, la Cámara de Diputados (la cámara baja del congreso nacional) propuso una ley de eficiencia energética que tenía como objetivo la implementación de las metas contenidas en el plan nacional de eficiencia energética mediante el establecimiento de reglamentos e incentivos de eficiencia energética y facilitando la integración de las tecnologías de energías renovables. Las medidas específicas en la ley incluyen: etiquetado y reglamentos de eficiencia aplicables a electrodomésticos; exenciones fiscales para equipo con consumo eficiente de energía; marcos de trabajo para mejorar la eficiencia en el transporte, en edificios, en los sectores comerciales e industriales; incentivos para la generación de electricidad a partir de materiales de desecho; y multas por incumplimiento de los reglamentos. Cuando se presentó por primera vez a debate en el congreso, la legislación contenía métricas para la eficiencia energética que eran acordes con muchos reglamentos aceptados internacionalmente, pero estos fueron debilitados subsiguientemente a medida que diversos intereses ejercieron influencia sobre ellos.²⁴ Es nuestra opinión que esta legislación debería ser aprobada y que la implementación de la misma debería ser supervisada por el viceministerio de eficiencia energética en el nuevo ministerio de energías y minas.

Otorgar incentivos a las auditorías energéticas

Se debería implementar incentivos fiscales para fomentar las auditorías energéticas, las cuales ayudan a los consumidores a identificar las maneras más sencillas y más eficaces de reducir su consumo energético y los costos respectivos. Varios países caribeños han adoptado dichas medidas. En Trinidad y Tobago, la Ley de finanzas N°.13 ofrece una asignación fiscal de 150% para empresas que ejecutan auditorías energéticas e instalan equipos ahorradores de energía. La misma ley garantiza una depreciación acelerada del 75% en toda la maquinaria necesaria para realizar auditorías energéticas para las compañías que las realiza. En la República Dominicana, dichas medidas podrían tener un impacto particularmente significativo en el sector del turismo, donde los hoteles requieren una significativa cantidad de energía para sus sistemas de aire acondicionado y podrían potencialmente ahorrar una buena suma de dinero al reducir su consumo.

Incluir y hacer cumplir los reglamentos de eficiencia energética mediante códigos de construcción

En la República Dominicana, el 33% del consumo eléctrico final radica en el sector residencial, lo cual sugiere que incluir los reglamentos de eficiencia energética en los códigos de construcción representaría una política altamente eficaz para mejorar la eficiencia y conservación energética en toda la economía del país. Actualmente el país no tiene políticas que obliguen a buscar la eficiencia energética en edificios. Se recomienda actualizar el *Reglamento General de Edificaciones* de 2006 para que incluya la conservación y eficiencia energéticas como parte del código de construcción.

La manera más efectiva de desarrollar códigos de construcción rigurosos en materia de eficiencia energética consiste en aplicar las normativas de rendimiento internacionales, con reglamentos adicionales específicas de la región para garantizar la pertinencia local. Las naciones insulares pequeñas del Caribe enfrentan condiciones específicas a sus ubicaciones, tales como temperaturas extremas, niveles de humedad elevados y corrosión por sus ambientes salinos. Todos estos factores pueden afectar negativamente la inversión en materiales y equipos dedicados a aumentar la eficiencia energética. El Código Internacional de Conservación de Energía (International Energy Conservation Code - IECC) y la Directiva Europea de Desempeño Energético en Edificaciones (European Energy Performance in Buildings Directive - EPBD) son dos códigos internacionales de eficiencia en edificios que podrían ser adaptados para la República Dominicana.

La calefacción y el enfriamiento, la iluminación y la facilitación de integración de tecnología de energía renovable debieran ser los componentes centrales de un código de eficiencia eficaz en edificios aplicable en la República Dominicana. A continuación se analizan estos subsectores. (Véase en el Anexo V las recomendaciones cuantitativas detalladas).

Para ser eficaces, los códigos de construcción que incorporan la eficiencia energética deben ser cumplidos debidamente. Los edificios requieren un proceso particularmente riguroso de la verificación del cumplimiento, monitoreo e inspección. La aplicación de normativas de eficiencia energética debe ser integrada en los reglamentos de los códigos de construcción existentes. Antes de realizar cualquier trabajo físico, se debe revisar los documentos de construcción a fin de asegurar que el diseño del edificio cumpla con los requisitos del código. Se podrá comenzar con la construcción una vez que se haya aprobado los documentos. La supervisión a cargo de los funcionarios del código de construcción durante la edificación es importante para garantizar el seguimiento del debido procedimiento. Al terminar la edificación, los funcionarios del código deberán inspeccionar los diversos sistemas del edificio para confirmar que estos cumplen los reglamentos del código de construcción. Después de aprobar las inspecciones, se puede proceder a la ocupación del edificio.

Una vez que se adopten los requisitos de rendimiento del edificio y de eficiencia energética, la fuerza de trabajo debe recibir capacitación para implementar dichos reglamentos correctamente, y los funcionarios deben recibir capacitación para garantizar que las disposiciones de los códigos se cumplan. La estructura organizacional del DGRS ofrece un excelente marco de trabajo en el cual se puede acomodar la adopción de nuevos códigos y la capacitación de los funcionarios normativos. Dentro del DGRS existen tres departamentos que atienden los principales componentes de cumplimiento del código y las capacidades de la fuerza laboral: el departamento de coordinación y supervisión para la aplicación de reglamentos, el departamento de reglamentos técnicos y el departamento de orientación, divulgación y educación continua.

Idealmente, las medidas de eficiencia deben ser obligatorias a través del código de construcción dominicano, el cual permitirá la implementación y la aplicación mediante el marco de trabajo existente. Sin embargo, si las medidas de eficiencia se estableciesen por medio de normativas separadas, estas no necesariamente serían legalmente obligatorias y requerirían un sistema de cumplimiento separado.²⁵

Se puede adoptar diversas medidas específicas para reducir el uso de energía:

- **Fomentar techos fríos:** Las normativas de eficiencia deben enfocarse en tecnologías que sean de bajo costo y fáciles de implementar, particularmente los métodos de enfriamiento pasivo, dado que los sistemas de aire acondicionado representan hasta un 70% del uso de energía en edificios grandes en la República Dominicana.²⁶ Los techos fríos pueden instalarse con un costo sumamente bajo simplemente pintando los techos de blanco. Esto vuelve más cómodos los espacios; reduce los costos de enfriamiento actuales para individuos, negocios o edificios públicos que utilizan unidades de AC; y reducen futuros gastos de energía a medida que más viviendas dominicanas incorporan sistemas de AC.
- **Revisar los reglamentos aplicables a edificios públicos y comerciales:** El *Reglamento para especificaciones generales para la construcción de edificaciones* (en la subsección de instalaciones de iluminación) y el *Reglamento para instalaciones eléctricas en la edificación* (partes 1 y 2) deben incluir medidas que permitan garantizar la eficiencia del sistema de iluminación.²⁷ Estas incluyen el uso de bombillas eficientes, la instalación de temporizadores para encender y apagar automáticamente los sistemas de iluminación y maximizar el uso de la luz natural. Los edificaciones públicos y comerciales deben tener asignadas zonas para determinar los límites para el uso de energía de iluminación. Si se toman medidas para ampliar el uso de bombillas CFL, se debe implementar salvaguardas a fin de garantizar la eliminación apropiada y la gestión de las bombillas CFL debido a su contenido de mercurio.
- **Incorporar tecnologías de energía renovable a través de los códigos de construcción:** Los códigos de energía en edificación deben facilitar la instalación presente o futura de tecnologías de energía renovable para evitar costos innecesarios de reconversiones futuras. Tal como se planteó en el Plan Energético Nacional 2004-2015, y tal como se demostró en el primero valoración de eólica y solar de Worldwatch, la República Dominicana posee un tremendo potencial para la instalación de tecnología solar, térmica y fotovoltaica.²⁸
 - El *Reglamento para el diseño y la construcción de instalaciones sanitarias* (Regulation for the design and construction of sanitary installations), vigente desde 2010, podría actualizarse para fomentar u obligar la integración de tecnologías de energía renovable tales como calentadores de agua solares en instalaciones sanitarias en edificios.²⁹ Los edificios podrían ser obligados a cumplir una mínima proporción de su demanda de agua caliente en general obtenida mediante calentadores de agua solares o cualquier otra tecnología que proporcione los mismos beneficios según el uso del agua. Además se debe desarrollar requisitos para sectores específicos, tales como calentador de agua para piscinas en la industria hotelera y de turismo.
 - Se debe revisar el *Reglamento para especificaciones generales para la construcción de edificaciones* (Regulation for general specifications for building construction), bajo el título de instalaciones de iluminación, y el *Reglamento para instalaciones eléctricas en la edificación* (Regulation for electrical

systems in buildings) para fomentar la integración de paneles fotovoltaicos en edificios con grandes demandas de energía.

Para lograr períodos de recuperación de capital viables para los sistemas solares fotovoltaicos, los edificios con techos grandes y con relativamente alto consumo energético deben ser el objetivo inicial para facilitar la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en los códigos de construcción. La viabilidad de instalaciones fotovoltaicas individuales dependerá de la radiación solar en el sitio específico. Además, el código de construcción deberá incluir los requisitos mínimos para el mantenimiento e inspección periódicos de las instalaciones de calentadores de agua, solares y fotovoltaicas.

Normativas y etiquetado de electrodomésticos

Las normativas de eficiencia de línea base de referencia y los incentivos por rendimiento de alta eficiencia para electrodomésticos y equipos adicionales con consumo de energía reducirían el uso residencial de energía. Las normativas de eficiencia para operaciones comerciales e industriales grandes podrían también reducir significativamente el consumo de energía en toda la economía del país.

CNE ha incluido el etiquetado como parte de la ley de eficiencia energética propuesta; sin embargo la ley solo establece un marco de trabajo y no incluye métricas para las normativas y su cumplimiento. Una vez que se establezca la ley de eficiencia energética, (la cual está en espera hasta que el nuevo ministerio de minas y energía entre en funcionamiento), se planea que la iluminación sea el primer dispositivo con normativas oficiales, a lo cual seguirá la refrigeración y después un lanzamiento más amplio para otros electrodomésticos. Para esta parte del plan, CNE se asociará con el Instituto Dominicano de la Calidad (INDOCAL). Las métricas de los electrodomésticos y de rendimiento que se plantean en el Capítulo 2 serán consultadas al desarrollar normativas y etiquetas para electrodomésticos a fin de asegurar que los electrodomésticos prioritarios estén cubiertos y que las normativas se establezcan con los niveles apropiados.

8.3.2 Reducir el robo de electricidad

Tal como se indicó anteriormente, la República Dominicana enfrenta pérdidas elevadas en la red de distribución que alcanzan un 32% debido en gran medida al robo de electricidad. Las tres compañías de distribución – EDE Norte, EDE Sur y EDE Este - están enfrentando aún un índice de recuperación de capital (Cash Recovery Index - CRI) de aproximadamente un 60%, mientras que el nivel estimado de equilibrio es de 75%, y muchos países vecinos (así como compañías de distribución de propiedad privada, particularmente en zonas de veraneo) han logrado cifras de hasta 90%.³⁰

Las tarifas eléctricas elevadas, entre US\$0.20 y US\$0.25 por kWh, son un factor importante en el origen del robo de electricidad y contribuyen a una cultura diseminada de impago, o “cultura de no pago”, ya que muchos hogares no pueden pagar la electricidad.³¹ Este problema no está confinado al sector residencial. Empresas más grandes comenten el robo de una cantidad considerable de electricidad, para quienes los elevados precios de la electricidad son financieramente desafiantes y por eso arreglan conexiones ilegales para evitar el pago.³²

Han comenzado a emerger posibles soluciones y políticas a medida que la concienciación de los impactos negativos que causa el robo de la electricidad aumenta. A la luz de la historia de la República Dominicana,

la situación actual, los ejemplos en el extranjero, las siguientes recomendaciones podrían ayudar al país a atacar el problema del robo de la electricidad:

- **Instalar medidores inteligentes:** Una solución cada vez más popular en todo el mundo ha sido el uso de medidores inteligentes y remotos, los cuales tienen la ventaja de ser más difíciles de manipular indebidamente y proporcionan una solución técnica, menos políticamente sensible al problema. La solución, la cual esencialmente elimina el factor humano de la ecuación está ganando terreno en Latinoamérica. Brasil, que enfrenta índices de robo de electricidad de hasta un 20%, ha fomentado el uso difundido de estos medidores (disponibles a un costo de US\$140-\$400 por unidad) para monitorear remotamente el uso en tiempo real.³³ Los estimados de la industria predicen que para 2020, Brasil podría haber instalado más de 60 millones de medidores inteligentes, México 22.4 millones, Argentina 4.9 millones, y Chile 3.2 millones.³⁴ Sin embargo, el costo puede ser perjudicial para la implementación a escala completa: debido a bajos volúmenes (y así una pequeña economía de escala) y obligaciones de recableado, el costo real de un medidor puede alcanzar hasta un valor de US\$1,500 en países en desarrollo.

En la República Dominicana, el CDEEE ha comenzado a instalar soluciones de medición inteligente y remota en años recientes con un cierto grado de éxito. La compañía eléctrica propiedad del estado debería continuar aprovechando este impulso. Los obstáculos financieros, particularmente los costos iniciales, pueden ser importantes, pero la mayoría de medidores terminan pagándose por sí mismos después de algunos meses de uso con éxito. La evidencia sugiere que es la falta de buena voluntad de las compañías eléctricas y de los gobiernos (especialmente locales) de actuar en función de la información recolectada e infracciones observadas que amenaza la aplicabilidad de los medidores inteligentes. Una manera de resolver simultáneamente ambos requisitos aquí planteados sería solicitar una subvención específica para medidores de una institución externa independiente, lo cual vendría como una verificación de terceros del uso apropiado de la información recolectada.

- **Mejorar la confiabilidad de los servicios eléctricos:** Una recomendación obvia consiste en mejorar la situación del lado del abastecimiento mediante la producción de un volumen más barato y más fiable de electricidad disponible, independientemente de que esto sea más fácil decirlo que hacerlo. A pesar de que los precios de la electricidad son importantes, no son los únicos factores determinantes de la satisfacción del cliente. De hecho, muchas regiones sirven como historias de éxito en el cobro de las tarifas eléctricas. Por ejemplo, un sistema fuera de la red de distribución en Pedernales es capaz de cobrar el 97% de sus facturas a pesar de tener una tarifa de US\$0.28 kWh, y Bávaro en el este y Samana en el norte tienen cada una tasas de cobro de alrededor del 95% a pesar de tener tarifas de 32 y 42 centavos por kWh, respectivamente. Mientras tanto, Santo Domingo, el cual vende la electricidad a una tarifa de aproximadamente 22 centavos por kWh, enfrenta tasas de robo de electricidad más similares a aquellas experimentadas por el país en su totalidad.

Esto demuestra que no hay necesariamente una correlación entre los precios de la electricidad y el robo de la electricidad. Lo que es importante es que las personas valoren sus servicios eléctricos. Y lograr que la gente valore sus servicios eléctricos depende en gran medida de cuán confiables son los servicios. Reducir el nivel de demanda suprimida, lo cual es determinado actualmente mediante los apagones forzosos en regiones de servicio como función de su nivel de robo de electricidad, y proporcionar a los clientes servicios eléctricos más confiables podría reducir las frustraciones así como también reducir las pérdidas de la red.

- **Mejorar los reglamentos y la aplicación de los mismos** La ley contra robo de electricidad (Ley 186-07) criminaliza el robo de electricidad y también establece que el CNE y el SIE son responsables de la supervisión y de garantizar el estricto cumplimiento de la ley. Sin embargo las respuestas actuales han sido inadecuadas. Las inspecciones para detectar el robo deben ser frecuentes, y el enfoque debe desviarse de las comunidades con niveles bajos de ingresos. A pesar de que las comunidades con bajos ingresos típicamente tienen algunos de los índices de cobro de pagos más bajos, ellas no representan el volumen más grande de pérdida de electricidad debido al relativamente bajo consumo de energía en estos hogares.³⁵

El pago adecuado para empleados de la compañía eléctrica, tales como inspectores y verificadores de medidores podría reducir el consentimiento de los empleados para aceptar sobornos a fin de ignorar las incidencias del robo de electricidad. Cuando ellos cometan fraude, los cargos judiciales deberían ser automáticos, incluso para posiciones de alto nivel. Además, la República Dominicana podría establecer repercusiones legales por el robo de electricidad, de la manera que ha sido implementado en otros países. En Malasia, los periódicos que advierten a los consumidores de la ilegalidad que representa el robo de electricidad han tenido éxito, mientras que en India multas más rigurosas de entre 5,000 y 50,000 rupias además de la amenaza de desconexión de la red han ayudado a disuadir el robo adicional.³⁶

- **Reformar la administración del sector de suministro eléctrico:** Las leyes solo pueden llegar hasta cierto punto para cambiar una cultura de impago. Debido a los altos costos de capital inicial, las compañías eléctricas dedicadas a la transmisión y a la distribución tienden a actuar como monopolios naturales, a veces volviendo difícil la creación de incentivos para una buena administración, especialmente sin la existencia de una entidad de reglamentación eficaz.³⁷ Andhra Pradesh, el estado más grande de la India estableció una campaña con éxito contra el robo en 2000 que buscaba promover el buen gobierno mediante la promoción del ejecutivo anticorrupción a miembro activo de la junta de la compañía eléctrica y volviendo y haciendo que los procedimientos de integridad fuesen más simples y más transparentes. Bajo el nuevo sistema, los empleados de la compañía eléctrica eran monitoreados con base en su tasa de cobro, y los clientes se ajustaban a un perfil según su historia de pago, permitiendo una mejor priorización de las actividades de cumplimiento.³⁸ Además, hay una falta de incentivos para que los distribuidores inviertan en la reducción de pérdidas, dado que el gobierno cubre su pérdida de ingreso a pesar de todo.
- **Asegurar que el gobierno predique con el ejemplo:** Hasta hace relativamente muy poco el gobierno se encontraba entre los principales culpables del impago de la tarifa eléctrica, con facturas no pagadas en 2006 que totalizaban el 10% de las pérdidas mensuales del sector eléctrico.³⁹ Con opciones políticas duras a futuro, los cuerpos gubernamentales deberían ir adelante en promover una cultura de pago, incluso hay casos donde el impago fue anteriormente aceptado social o legalmente. Igualmente, el Programa Nacional de Apoyo a la Eliminación del Fraude Eléctrico (PAEF) debe seguir procesando a los infractores grandes por robo y fraude para desviar las cargas de favoritismo. En el pasado, los donantes han notado que los gobiernos locales y nacionales “parecían no dispuestos a resolver el abuso de autoridad por intereses atrincherados”.⁴⁰
- **Resistir el populismo electoral:** Con ciclos políticos “cortos y escalonados”, una elección principal cada dos años en promedio, la ventana de oportunidad del gobierno dominicano para implementar medidas impopulares pero necesarias es pequeña.⁴¹ Se ha encontrado una correlación entre los ciclos electorales

y una recolección eléctrica más relajada; así, lejos de cambiar el sistema político completamente, se debe prestar atención especial a los períodos electorales, por medio de inspección reforzada, normativas rigurosas de cobro y una prosecución más dura contra la corrupción.⁴² Las agencias independientes deben implementar por sí mismas estas medidas, ya que el apoyo de los políticos para ellos es improbable que sea fuerte.

- **Educación al público:** En 2007, el Banco Mundial lamentó en un reporte de implementación que el gobierno había fallado en su esfuerzo de apuntalar las medidas estructurales en el sector eléctrico a través de una “estrategia de comunicación robusta”.⁴³ Dado que el robo de electricidad y el fraude derivan en gran parte de una cultura de impago y un mal entendido de los riesgos (seguridad personal, confiabilidad de la red, costos de largo plazo), una campaña de concienciación pública de gran escala podría alcanzar grandes metas para mejorar la situación. Una fuente de inspiración podría ser la operación Khanyisa de Sudáfrica, una campaña para movilizar a los ciudadanos para utilizar la energía eléctrica de forma legal.⁴⁴ La campaña utilizó exhibiciones y anuncios para elevar la concienciación –mensajes patrióticos como “keep our country powerful” (mantengamos poderoso a nuestro país) y “unity is power” (la unidad es poder) y proporcionó hojas informativas en línea y consejos para ahorrar energía para permitir traducir la concienciación en acción.

Después de un prolongado período de descuido, la República Dominicana ha comenzado a aplicar varios programas que intentan vencer el robo de electricidad. En 2002 se lanzó el Programa Nacional de Apoyo a la Eliminación del Fraude Eléctrico (PAEF) como asociación entre el gobierno y las compañías EDE. A la fecha, ha sido relativamente exitoso en el procesamiento judicial de infractores de gran escala, incluyendo compañías importantes y algunas empresas propiedad de políticos.⁴⁵ El Banco Mundial reporta además que el número de inspecciones ha aumentado, las tecnologías de lectura de medidores remotos se han popularizado más, y el robo de electricidad ha sido reconocido como un problema legal especial con sentencias adecuadas por medio de una enmienda en 2007 a la Ley general de electricidad.⁴⁶ El CDEEE ha continuado sus esfuerzos en el mantenimiento de un censo a fin de mantener información confiable en el consumo y robo de electricidad, y ha comenzado a instituir un programa de medición inteligente para mejorar el rastreo de la demanda de electricidad y reducir la manipulación indebida de los medidores. El CDEEE también prueba sistemas de prepago eléctrico para reducir los subsidios, aumentar la concienciación del consumidor en la gestión energética y reducir los índices de impago.

Los resultados a la fecha han sido bastante alentadores; a principios de 2011, 521,492 usuarios que carecían anteriormente de medidores han sido devueltos al mercado por medio de iniciativas antirrobo y antifraude, 87% del objetivo de arreglo en espera (Stand-By Arrangement - SBA) del Fondo Monetario Internacional (FMI), permitió elevar la clasificación de deuda del sector eléctrico por Fitch.⁴⁷ Sin embargo, el SBA se suspendió en febrero de 2012 debido a un déficit mayor de lo esperado (debido a un pico en el precio de las importaciones de petróleo) y la renuencia del gobierno dominicano para elevar las tarifas eléctricas.⁴⁸ El Presidente Medina ha procurado solicitar un nuevo subvención al FMI, pero este probablemente venga con algunas condiciones, una elevación de las tarifas eléctricas para justificar los costos reales de producción, y la eliminación secuencial de los subsidios.⁴⁹ Ambas medidas son necesarias para proporcionar un panorama exacto de la dependencia del país en los costosos combustibles fósiles y para crear un campo de juego más nivelado donde la energía renovable tenga oportunidad de prosperar; sin embargo, estas medidas podrían fácilmente llevar al descontento popular y favorecer medidas desesperadas de robo y fraude de electricidad si estas no se desalientan enfáticamente.

8.3.3 Crear incentivos para el desarrollo de la energía renovable

Incentivos existentes

La República Dominicana posee un marco de trabajo en evolución de incentivos para la energía renovable. Estas iniciativas existentes han sido promulgadas en virtud de una diversidad de leyes nacionales e implementadas a diversos grados de éxito. Penosamente, la legislación reciente ha debilitado o eliminado ciertos incentivos a favor de las energías renovables que previamente han demostrado ser importantes para el desarrollo de proyectos.

Ley General de Electricidad (Ley 125-01)

El documento clave del sector eléctrico es la Ley General de Electricidad (creada por la Ley 125-01 de 2001) y su modificación mediante el decreto 749-02 de septiembre de 2002, el cual estableció un marco de trabajo normativo y jurídico para la producción, transmisión, distribución y comercialización de la electricidad. La Ley 125-01 también creó el CNE. (Véase el Anexo VII para obtener una descripción de sus obligaciones).

La Ley 125-01 incluye cláusulas para incentivar la generación de energía renovable, incluida una excepción fiscal de cinco años de ámbito local y nacional para generadores de energía renovable. Los generadores de energía renovable también tienen acceso prioritario para las ventas de energía eléctrica y distribución a la red, siempre y cuando los precios y otras condiciones sean equivalentes con otras opciones de generación. La ley requiere además que las compañías eléctricas paguen el 10% de las multas cobradas por robo eléctrico a un fondo de incentivos para el desarrollo de energía renovable.

La Ley general eléctrica promueve también la competencia para la generación de electricidad. En virtud de la ley, las compañías de distribución - EDE Norte, EDE Este, y EDE Sur - no pueden tener capacidades de generación eléctrica mayores que el 15% de la carga pico en la red nacional. La capacidad de energía renovable está exenta de esta restricción, lo cual provee un incentivo adicional para la compañía de distribución para invertir en renovables. Los generadores de energía también están autorizados para conectar capacidad de generación a la red nacional o directamente al cliente en virtud de las disposiciones de la Ley 125-01 para promover la competencia en distribución de energía eléctrica. Además, la legislación requiere que al menos el 20% del comercio eléctrico ocurra en el mercado focalizado.

A pesar de que la Ley 125-01 ha ayudado a promover el desarrollo de renovables, es importante que sus normas y reglamentos continúen siendo cumplidos en el futuro. Por ejemplo, la Ley 125-01 estipula que el CNE es responsable de la creación de planes y de asesorar a la rama del ejecutivo en todos los aspectos relacionados con el sector energético. Dado el nuevo ministerio de energía y minas, esta cláusula está cambiando, pero antes de este cambio institucional, el CNE no siempre ha sido incluido en las actividades de planificación y asesoramiento energético. Las exenciones fiscales ordenadas para los generadores de energía renovable en virtud de esta ley deben ser garantizadas y hechas del conocimiento público con mayor efectividad. A medida que la República Dominicana continúa combatiendo el problema del robo de electricidad más seriamente, especialmente dado que el ministerio de energía y minas está establecido, debería de garantizarse que el 10% de las multas vayan de hecho directamente a un fondo de incentivo de desarrollo de energía renovable.

Ley de Incentivos para Fuentes de Energía Renovables y Regímenes Especiales (Ley 57-07)

Ley 57-07 - La Ley de Incentivos para Fuentes de Energía Renovables y Regímenes Especiales - con sus reglamentos anexos, aprobado en 2007, establece una base jurídica sólida para el desarrollo de energías renovables y “abre las puertas” al financiamiento comercial sostenido para el sector a través de incentivos financieros, tales como la tarifa de alimentación o *Feed-in*, exenciones fiscales y un fondo de energía renovable. La Ley 57-07 también establece una meta de un 25% de la proporción de energías renovables en el consumo final de energía en el país para el año 2025. Este objetivo es comparable con objetivos similares en la región, tales como las metas de Jamaica de lograr que el 20% de su energía provenga de fuentes renovables para el año 2030. Igualmente comparable es la petición de la UE para alcanzar un 20% de la proporción de energías renovables en el consumo final de energía para el año 2020.

En términos generales, la ley trata de establecer un marco de trabajo nacional integral para estimular y regular el desarrollo y la inversión en proyectos de energía renovable. La Ley es de naturaleza progresiva y trata de alinear sus objetivos con el Plan Nacional de Energía. El objetivo principal es estimular las inversiones privadas y la comunidad en proyectos de energía renovable mediante la creación de un conjunto de incentivos. A través de la implementación del proyecto, la ley pretende crear un futuro sostenible y con energía asegurada para el país mediante la lenta eliminación de la dependencia de combustibles fósiles. Un objetivo secundario de la ley es contribuir a la descentralización del suministro eléctrico y a la producción de biocombustibles en el país.

La principal característica de la ley es su paquete de incentivos financieros para desarrolladores e inversionistas en proyectos de energía renovable. Estos incluyen exenciones de impuestos a las importaciones (Artículo 9), exenciones de impuestos sobre la renta (Artículo 10), reducciones de impuestos al financiamiento externo (Artículo 11), incentivos fiscales para los productores por cuenta propia (Artículo 12), y diversos incentivos financieros para proyectos comunitarios (Artículo 13). Sin embargo, con la aprobación de la Ley 253-12 en noviembre de 2012, muchos de estos incentivos financieros se han revertido o se han eliminado totalmente. (Véase la Tabla 8.2.)

Según la Ley 57-07, todas las instituciones sociales (organizaciones comunitarias, asociaciones de productores, y cooperativas registradas e incorporadas) que desarrollan proyectos de energía renovable (hasta 500 kW) para uso comunitario son elegibles para financiamiento al mínimo tipo de interés de mercado para hasta un 75% del edificio y de los costos de la instalación.

Los aumentos de las solicitudes presentadas y de las exenciones ya otorgadas demuestran que el mercado nacional de energía renovable ha reaccionado positivamente a los incentivos establecidos en la Ley 57-07. Los datos de los últimos cinco años y medio indican un fuerte crecimiento de la cantidad y del valor monetario de las solicitudes de proyectos.⁵⁰ (Véase la Tabla 8.3.) Las solicitudes relacionadas con concesiones de energía eólica y para exenciones fiscales para los autogeneradores han aumentado considerablemente.

Sin embargo, algunas de las compañías que han pasado por el proceso de exención de impuestos a las importaciones para las tecnologías eólicas han expresado preocupación por el hecho de que el procedimiento todavía carece de previsibilidad y el proceso en sí puede ser prolongado. El proceso se podría mejorar con una mejor comunicación de los criterios aplicados a la concesión de exenciones.

Tabla 8.2. Incentivos para apoyar las energías renovables en la República Dominicana, promulgados y modificados

Tipo de incentivo	Detalles en virtud de la Ley 57-07	Modificaciones en virtud de la Ley 253-12
Impuesto de importación	100% exención de impuestos a la importación de equipo y maquinaria necesarios para la producción de energía renovable, así como equipo de transformación, de transmisión y de interconexión a la red eléctrica.	Sin cambio
Impuesto sobre la transferencia de bienes industrializados y servicios (ITBIS)	100% exención en el ITBIS para proyectos basados en energías renovables, un impuesto sobre el valor agregado aplicable a la transferencia y la importación de la mayoría de productos, y a la mayoría de los servicios (la tarifa normal es de 16%).	Sin cambio
Impuestos sobre ingresos	Los generadores están exentos del impuesto derivado de los ingresos provenientes de la generación y venta de electricidad a partir de fuentes de energía renovables. Los instaladores están exentos del impuesto sobre ingresos derivados de la instalación de equipos con un mínimo del 35% del valor que se producirán en la República Dominicana. La exención es aplicable durante 10 años, hasta el año 2020.	Se suprimió la exención fiscal
Baja tasa de interés de financiamiento externo	El pago de tasa de interés de financiamiento externo para proyectos de energía renovable está limitado al 5 %.	Sin cambio
Crédito fiscal para autogeneradores	Una exención sobre los ingresos del propietario del equipo de tecnología de energía renovable de hasta el 75% de los costos del equipo.	Crédito fiscal reducido al 40%
Préstamos a bajo interés para proyectos comunitarios	Subvenciones y préstamos en condiciones muy concesionales para el financiamiento de hasta el 75% del costo de los equipos para instalaciones de pequeña escala (< 500 kW) desarrollado por comunidades u organizaciones sociales.	Se eliminaron los incentivos para las instituciones sociales y culturales
Tarifa de alimentación Feed-in	Estipula un precio a pagar por la energía producida a partir de recursos renovables de energía. La tarifa de alimentación Feed-in agrega un pago extra a los precios de electricidad al por mayor durante un período de 10 años, hasta el 2018.	Sin cambio
Medición neta (no incluida en la Ley 57-07, agosto de 2011)	Los productores por cuenta propia de energía eólica y solar residencial pequeños con capacidades de no más de 25 kW, y los productores comerciales con capacidades no mayores de 1 MW, pueden deducir sus salidas de energía de las entradas de energía medidas.	Sin cambio

Tanto la previsibilidad como la transparencia son esenciales para facilitar la entrada en el mercado de más empresas. Por otra parte, tal como se indicó anteriormente, la creación de una ventanilla única para la presentación y gestión de trámites de exención podría ayudar a facilitar el proceso.

Ley de Reforma Tributaria (Ley 253-12)

En diciembre de 2012, se aprobó una ley de reforma tributaria, la Ley 253-12, para ayudar a resolver los desbalances fiscales de la República Dominicana. Como parte de un conjunto más amplio de reformas fiscales, aprobado en noviembre de 2012 y posteriormente modificado en enero de 2013, se ha desplegado una serie de incentivos para el desarrollo de energías renovables aprobado de acuerdo con la legislación anterior. La legislación impacta gravemente el número de las disposiciones tributarias promulgadas en virtud de la Ley 57-07 (véase la Tabla 8.2), modifica el impuesto aplicable

Tabla 8.3. Solicitudes de exención de impuestos para el CNE en virtud de la Ley 57-07

	2008		2009		2010		2011		2012		2013 (enero-junio)	
	Cant. solíc.	Monto	Cant. solíc.	Monto	Cant. solíc.	Monto	Cant. solíc.	Monto	Cant. solíc.	Monto	Cant. solíc.	Monto
		millones de RD\$		millones de RD\$		millones de RD\$		millones de RD\$		millones de RD\$		millones de RD\$
Exención de impuestos de importación	49	5.05	37	11.08	82	2.98	139	88.18	161	398.22	71	26.26
para autogeneradores					67	14.29	86	24.44	116	56.30	71	26.26
concesiones para proyectos de energía eólica					15	283.73	53	63.74	43	337.97		
concesiones para proyectos de energía solar									2	3.95		
IVA (ITBIS) exención fiscal*	0	0	0	0	26	23.89	51	65.87	131	148.53	36	30.77
Crédito de impuesto sobre la renta	3	4.85	6	1.88	41	78.56	49	90.00	88	232.28	21	176.30
Total	52	9.90	43	12.96	149	400.46	239	332.23	380	779.03	128	233.33

Fuente: Véase la nota final 50 de esta sección. ©Worldwatch Institute

a los combustibles fósiles en virtud de la Ley 112-00, y cambia los incentivos adicionales en secciones separadas del código tributario.

Muchos de los incentivos promulgados en virtud de la Ley 57-07 han sido fundamentales para el desarrollo de proyectos de energía renovable. Cuando la ley entró en vigencia, los desarrolladores del parque eólico Los Cocos modificaron el diseño original del proyecto para asegurar que el proyecto fuera elegible para los nuevos incentivos. (Véase el Recuadro 8.) La Ley 253-12 elimina varias de estas importantes disposiciones, incluyendo los 10 años de exención del impuesto sobre los ingresos de los generadores de electricidad renovable e incentivos financieros para proyectos propiedad de la comunidad. También reduce la elegibilidad para el crédito fiscal para los autogeneradores, del 75% al 40% de los costos de inversión realizada por los dueños.⁵¹

La Ley 253-12 hace también una serie de cambios a los impuestos de los combustibles fósiles. El Artículo 1 de la Ley 112-00, que establece un impuesto a los combustibles fósiles, fue enmendado para incluir una tarifa fija aplicada adicionalmente a un impuesto existente que se basa en una revisión trimestral de la tasa de inflación publicada por el banco central. La revisión incluyó cambios en los impuestos aplicados a los combustibles fósiles y en la actualidad exime al GLP y al gas natural (licuado, comprimido, o en cualquier otra forma transportable).⁵² Esto es adicional a la exención aplicada a los generadores de electricidad, a las zonas de libre comercio, y a algunas de las más grandes empresas mineras y de construcción de los

impuestos sobre las ventas de enero a octubre de 2012.⁵³ Por otra parte, los nuevos reglamentos aumentan el impuesto *ad-valorem* sobre el consumo interno de combustibles fósiles y derivados del petróleo del 13% al 16%, a la vez que se reduce el impuesto al consumo sobre el AVTUR a 6.5%.⁵⁴

Incentivos basados en la generación: Tarifa de alimentación (FIT) y Medición neta

Tarifa de alimentación (Feed-in)

La ley 57-07 establece la aplicación durante 10 años de una tarifa de alimentación (Feed-in Tariff - FIT) a las instalaciones de energía renovable conectadas a la red, lo que añade un pago de prima a los precios de la electricidad al por mayor tanto por los servicios públicos y los generadores.⁵⁵ (Véase la Tabla 8.4.) Sin embargo, esta tarifa no ha sido promulgada oficialmente. En virtud del decreto reglamentario de la Ley, el pago debe aumentarse en un 4% en 2009 y 2010 y, a continuación, se ajustará en función del Índice de precios del consumidor en los EE.UU. (U.S. Consumer Price Index - CPI) hasta 2018. A partir de 2018 hasta 2027, la tarifa se ajustará según el Índice de Precios del Consumidor (CPI) menos un punto porcentual.

Tabla 8.4. Tarifas de alimentación aplicables a la energía renovable en virtud de la ley 57-07, propuesta pero no promulgada.

Fuente de energía	Tarifa de alimentación
	en centavos de US\$ por kWh
Eólica (conectada a SENI)	12.5
Eólica (autogeneración para ventas a SENI)	4.9
Biomasa (conectada a SENI)	11.6
Biomasa (autogeneración para ventas a SENI)	4.8
Desechos sólidos municipales (para ventas a SENI)	8.5
Energía solar fotovoltaica (autogeneración mayor de 25 kW, para ventas a SENI)	10.0
Energía solar fotovoltaica (mayor de 25 kW, conectada a la red)	53.5
Energía solar fotovoltaica (menor o igual a 25 kW, conectada a la red)	60.0
Pequeñas centrales hidroeléctricas (conectadas a SENI)	10.0
Pequeñas centrales hidroeléctricas (autogeneración para ventas a SENI)	4.8
Small hydro (self-generation for sales to SENI)	4.8

Fuente: Véase la nota final 55 de este capítulo. ©Worldwatch Institute

Además de las exenciones fiscales, la tarifa de alimentación FIT es otra razón por la cual las solicitudes de concesión de energía eólica tuvieron auge después de la publicación de la Ley 57-07. Sin embargo, las tarifas FIT para energía solar fotovoltaica en la República Dominicana son muy altas en comparación con valores de referencia internacionales.⁵⁶ (Véase la Tabla 8.5.) Entonces mientras las tarifas FIT inicialmente atrajeron la atención internacionalmente, las tarifas fueron consideradas demasiado altas por el CDEEE (y por extensión el gobierno) de sostener. Como resultado a pesar del establecimiento de una tarifa FIT atractiva de entre US\$0.535 y US\$0.60 por kWh para desarrolladores de proyecto, no se han financiado

Tabla 8.5. Ejemplos internacionales selectos de aranceles de tarifas de alimentación aplicables la energía solar fotovoltaica de gran escala

País	Arancel de tarifa de alimentación
	US\$ por kWh
República Dominicana	0.54
Japón	0.53
Suiza	0.47
República Checa	0.40
Israel	0.39
Malasia	0.38
Eslovenia	0.38
Uganda	0.36
Ontario, Canadá	0.33
Malasia	0.26
Reino Unido	0.24
Hawái, EE.UU.	0.22
Alemania	0.18
Francia	0.14

Fuente: Véase la nota final 56 de esta capítulo.

proyectos de energía solar fotovoltaica a través de la política de FIT. De hecho, a la fecha no se ha desarrollado proyecto de energía renovable alguno que dependa de la política de FIT, y es generalmente aceptado que las tarifas FIT no son funcionales en la práctica. Dado el reciente éxito de convocatorias y licitaciones públicas para proyectos de energías renovables en la región de América Latina y el Caribe, el gobierno dominicano podría considerar eliminar la FIT de la ley 57-07 debido a la falta de uso.

En el futuro si la República Dominicana decide implementar una tarifa FIT, los legisladores y las entidades de reglamentación deberán esforzarse por asegurar que los niveles de tarifa FIT sean suficientemente realistas para promover el desarrollo de energía renovable, pero que reflejen adecuadamente los costos a la baja de la tecnología de energía renovable. Como punto de referencia, el precio inicial para la electricidad producida por la planta solar Monte Plata de 30 MW fue renegociado a un valor de US\$0.175 por kWh, por debajo del precio original acordado de US\$0.1996. Este precio PPA renegociado es equivalente al 32% de la tarifa FIT para un proyecto de energía solar fotovoltaica de tamaño similar en virtud de la política FIT, demostrando así que es factible reducir la tarifa FIT a la vez de lograr que los proyectos sean rentables para los desarrolladores. Además, tal como lo demuestra el CNGE en el Capítulo 6, una tarifa FIT para energía solar fotovoltaica de US\$0.20 a US\$0.30 por kWh debería ser suficiente para incentivar el desarrollo de proyectos de energía solar fotovoltaica en la próxima década.

Si las tarifas FIT se ajustan para asegurar la aceptación del proyecto por parte de los desarrolladores y el gobierno, es esencial que todos los incentivos se entreguen oportunamente, y que se cumplan las cláusulas de los contratos. A pesar del entusiasmo inicial sobre la política FIT de la República Dominicana, se perdió

la confianza de los inversionistas debido a la renuencia del CDEEE de apoyar proyectos financiados en virtud de esta póliza.

Programa de medición neta

En julio de 2011, CNE lanzó un programa de medición neta a la saga de otras iniciativas a fin de promover la energía renovable, en particular los incentivos fiscales contenidos en la Ley 57-07. Un esquema de medición neta permite a los consumidores reducir su factura eléctrica mensual mediante la suplantación del consumo eléctrico de la red con energía generada a partir de sus propios recursos renovables tales como energía solar fotovoltaica. Cualquier sobrante de electricidad que el usuario genere puede ser vendido de regreso a los operadores de la red a un precio establecido.⁵⁷

En la República Dominicana, el programa fue diseñado originalmente para la generación de energía solar fotovoltaica.⁵⁸ A finales de 2014, la energía solar fotovoltaica siguió siendo la fuente dominante de generación en virtud del programa de medición neta. La mayoría de los clientes de medición neta continúan siendo productores de electricidad relativamente pequeños. Casi dos tercios, o sea 333 de los 519 clientes de medición neta, tienen sistemas menores de 10 kW.⁵⁹ (Véase la Tabla 8.6.) Además, el 68% de los clientes (352) son residenciales, mientras que los 167 clientes restantes son clientes comerciales.⁶⁰

Tabla 8.6. Desglose de tamaño de instalaciones en el programa de medición neta

Tamaño de las instalaciones	Cantidad de clientes
<5 kW	152
>5 to <10 kW	181
>10 to <15 kW	71
>15 to <20 kW	21
>20 to <25 kW	18
>25 kW	76
Tamaño promedio de la instalación	23.67

Fuente: Véase la nota final 59 de este capítulo.

Sin embargo, a pesar de que la capacidad promedio generada de un sistema de medición neta era de 10.2 kW en julio de 2012, esa cifra se ha más que multiplicado a 23.7 kW a finales de 2014. Solo 3 clientes tenían una capacidad mayor de 25 kW en julio de 2012, pero esa cifra aumentó a 76 a finales de 2014. El crecimiento del programa de medición neta ha sido notable desde mediados de 2011. El crecimiento mensual promedio del programa es de 225 por ciento, y la capacidad total de generación actualmente es de 12.3 MW.⁶¹ (Véase la Tabla 8.7.) Sin embargo, aún queda un potencial significativo para expandir el programa a clientes adicionales de electricidad.

Futuros problemas podrían afectar el desarrollo del programa de medición neta. En particular, la extensión del esquema ha sido limitada por el nivel relativamente lento de concienciación pública.⁶² Aún más

Tabla 8.7. Posibles candidatos de autogeneración para el programa de medición neta durante 2014

Compañía de distribución	Cantidad de clientes	kW	Proporción de participantes
EDE Norte	219	5,734	42%
EDE Sur	172	4,875	33%
EDE Este	44	640	8.5%
Luz y Fuerza de Las Terrenas	44	202	8.5%
CEPM	25	674	4.8%
Proyecto El Progreso del Limón	8	26	1.5%
Proyectos Corporacion Turística de Servicios de Punta Cana	4	67	0.77%
Proyectos Cap Cana Caribe	2	33	0.38%
Puerto Plata de Electricidad, PPE	1	50	0.19%
Costasur D.	1	7.9	0.19%
CEB	1	4.9	0.19%
Todos los distribuidores	521	12,313	100%

Fuente: Véase la nota final 61 de esta capítulo.

inquietante, algunos dominicanos muestran desconfianza en el programa. Un proyecto de demostración bien publicado de gran escala podría ayudar a fomentar la confianza y concienciación del público. La instalación de 22 kW en la oficina principal de CNE, inaugurada en marzo de 2012 en presencia de los medios de comunicación y funcionarios, es un paso en la dirección correcta; sin embargo vencer el escepticismo del público puede ser más eficazmente logrado en un edificio no gubernamental.⁶³

El Hotel Dominican Fiesta en Santo Domingo instaló más de 1,000 paneles solares para convertirse en una de las instalaciones de más alto perfil en el país. Además, el Aeropuerto Internacional Cibao, justo en las afueras de la segunda ciudad más grande, instaló un proyecto solar de techos, de 1.5 MW, que ahora proporciona el 40% de las necesidades energéticas del aeropuerto.⁶⁴ Estos tipos de proyecto pueden ayudar a aplacar el escepticismo público de un programa naciente de medición neta. Para desarrollar confianza pública, además es fundamental que los distribuidores de energía remuneren debidamente a los participantes en la medición neta si ellos tienen un crédito acumulado en diciembre de cada año. Así que se debe hacer énfasis en pagar a los clientes adecuadamente y oportunamente, ya que esto desarrollará confianza y credibilidad en el público.

Durante el primer año de la iniciativa también han surgido inquietudes técnicas. Primeramente, la ausencia de un límite superior para la capacidad potencial permisible en virtud del programa podría resultar problemático.⁶⁵ Debido a la limitada capacidad técnica y financiera del sistema energético del país, un influjo grande de energía con medición neta en la red podría poner bajo presión al CDEEE y a las compañías de distribución que este supervisa. Se ha recomendado que la CNE y otras agencias gubernamentales desarrollen una capacidad instalada máxima de medición neta que permita el crecimiento significativo pero que asegure la estabilidad de la red.

A pesar de que el programa ha crecido substancialmente desde 2011, el nivel total de generación con medición neta permanece manejable. Pero el rápido crecimiento en clientela, si se mantiene, podría aumentar los costos de administración y financieros. Otras fuentes de financiamiento para auspiciar el programa podrían incluir el fondo de hidrocarburos desarrollado en virtud de la Ley 112 o el aprovechamiento de oportunidades de financiamiento internacionales.

A pesar de estas posibles dificultades, la iniciativa de medición neta en general ha tenido éxito al fomentar el reglamento de la facturación de la generación eléctrica fuera de la red, así como en la creación de una normativa para el equipo fuera de la red y la provisión de incentivos financieros para la autogeneración renovable. En el futuro, más energía eólica y posiblemente biomasa (que provenga por ejemplo de desecho producido por las plantas procesadoras de arroz y de azúcar) podría desempeñar un rol más importante en el programa. Sin embargo, a esta fecha el programa continúa demasiado subdesarrollado para lograr una generación eléctrica basada en biomasa, lo cual es a menudo situada lejos de la red. Debido a su estado inicial de desarrollo, la medición neta en la República Dominicana probablemente continúe siendo predominantemente basada en energía solar fotovoltaica, y recomendaciones.

Recomendaciones

Implementar o restaurar las exenciones fiscales: Los impuestos y los aranceles a las importaciones aplicables a la tecnología de eficiencia energética o de energía renovable pueden desincentivar las inversiones al aumentar los costos de la tecnología en hasta un 20% o incluso más. Dado que los altos costos de capital ya constituyen una de las más grandes barreras al desarrollo de la energía renovable, este costo adicional volvería no rentables los proyectos que de otra manera serían viables. Se han ofrecido diversos incentivos en virtud del código fiscal dominicano para promover el desarrollo de la energía renovable. A pesar de que los incentivos establecidos en la Ley 57-07 proporcionan un marco de trabajo robusto para la promoción de renovables, muy pocos de ellos han sido implementados en su totalidad. En 2012, la Ley 253-12 fue aprobada para revisar muchas de las cláusulas, incluso una reducción importante de los incentivos fiscales. Los incentivos fiscales deben ser restaurados a sus niveles anteriores para asegurar un entorno de inversión estable para la energía renovable.

Reducir los riesgos del financiamiento privado para los proyectos de energía renovable: Los bancos privados locales internacionales continúan reacios a ofrecer préstamos para proyectos de energía renovable debido en gran parte a los riesgos percibidos de estas inversiones. La deficiente clasificación crediticia de la República Dominicana y la falta de mercados de energía sostenible establecidos crean un ambiente de inversión de alto riesgo. Según se exploró en el Capítulo 7, las medidas para reducir el riesgo del sector incluyen una garantía soberana del gobierno, la cual asegura a los acreedores que todas las obligaciones de pagos de préstamos serán cumplidas incluso si el desarrollador del proyecto dejase de pagar. Dichos mecanismos de eliminación de riesgos son una herramienta importante para abrir mercados para la energía renovable, al permitir que los préstamos estén disponibles donde antes no se ofrecían y ayudar a reducir las tasas de interés de proyectos a niveles más manejables.

A pesar de que la difícil situación financiera de la República Dominicana, especialmente en el sector eléctrico, hace difícil que el gobierno apoye inversiones, al proporcionar garantías soberanas y otros tipos de respaldo es un área donde las limitadas finanzas nacionales pueden ser utilizadas para favorecer grandemente el aprovechamiento de niveles significativamente más elevados de financiamiento privado.

(Véase la Sección 7.2.3.) Los fondos recaudados de la asignación de impuestos aplicados en virtud de la Ley 112-00, los cuales ya están supuestos a apoyar el *fondo de energía sostenible*, deberían ser utilizados para este efecto.

8.3.4 Mejorar la gestión de los combustibles fósiles

Gas natural

Existe una necesidad de revisar las leyes existentes que regulan el gas natural. El contrato entre AES y los operadores de red establece claramente que la electricidad debe comprarse de la instalación de gas natural licuado (GNL), siempre que este cueste menos que el combustible búnker. Debido a que la operación de AES está integrada verticalmente, y la importación de gas natural es manejada dentro del grupo, existe una falta de transparencia en el mecanismo que podría llevar a un escenario que asegure que el parámetro del límite superior del precio del búnker nunca, o casi nunca sea incumplido, asegurando así que se garantice el precio de compra.

Una revisión de la autoridad administrativa o la legislación respecto al gas natural podría asegurar que las inversiones presentes y futuras en gas natural sean más transparentes y podrían prohibir la colusión en la cadena de suministro de gas natural. Adicionalmente, al tener una entidad de reglamentación independiente con la autoridad y herramientas para evaluar, revisar y reconsiderar el uso de diferentes tecnologías y combustibles podría asegurar una casi óptima combinación energética que evalúe los costos de diferentes tecnologías energéticas.

Hidrocarburos (Ley 112-00)

Tal como se presentó en el Capítulo 7, la Ley 112-00 describe la creación de un “fondo especial del diferencial fiscal en combustibles fósiles a fin de financiar proyectos de gran interés nacional para la promoción de energía alternativa renovable o limpia y ahorros energéticos”. Sin embargo, una revisión de la documentación existente, así como entrevistas con funcionarios del gobierno, reveló que la implementación actual del fondo aún no se ha realizado. Donde debe ser implementado de la manera diseñada originalmente, el fondo debe ser administrado a través del nuevo ministerio de energía y minas y pagaría por una prima de tarifa FIT y apoyo al desarrollo de energía renovable en áreas de ingresos bajos a través de un subsidio de capital que cubra hasta el 75% del costo del trabajo e instalación de proyectos de energía renovable de pequeña escala, según lo estipulado en la Ley 57-07.

El ministerio de industria y comercio tuvo la responsabilidad inicial para los fondos, y cuando se creó la CNE el año siguiente en virtud de la Ley general de electricidad, la Ley 125-01, los fondos debieron transferirse a la CNE e implementarse de la manera destinada originalmente. El dinero nunca fue transferido y en 2004, el entonces Presidente Lionel Fernández, emitió un decreto que dio el control de los fondos al ministerio de finanzas, donde los fondos han permanecido desde entonces.⁶⁶ La legislación que creó el nuevo ministerio de energía y minas estipula que el fondo (y todas las otras fuentes de ingreso que estén señaladas para el uso en trabajos relacionados con la energía) serán responsabilidad del nuevo ministerio, pero no está claro si esta transacción ya se ha realizado. Las revisiones realizadas en virtud de la Ley 253-12 tienen un impacto en la capacidad de estos fondos de funcionar de la manera diseñada originalmente. Esa pérdida de recaudación defrauda el desarrollo potencial en energía renovable y refuerza la dependencia del país de las importaciones de combustible fósil.

Otros países han desarrollado exitosamente instituciones de financiamiento nacional para fomentar el desarrollo de energía renovable. El diseño de estos fondos varía entre países según sus fuentes financieras, sus gobiernos, y el tipo de vehículos financieros que ellos pueden ofrecer. Los fondos de energía renovable en países en desarrollo a menudo utilizan una combinación de financiamiento nacional e internacional: por ejemplo, IREDA de la India fue creado con una subvención de capital semilla del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environmental Facility) y continúa recibiendo financiamiento del Banco Mundial hasta la fecha.

En el caso de la República Dominicana, el gobierno podría considerar la diversificación de la fuente de ingreso para su fondo nacional. La asistencia técnica de donantes internacionales podría apoyar el establecimiento gubernamental del fondo, y una vez establecido, este podría convertirse en un importante instrumento nacional para acceder a financiamiento climático internacional para tecnologías de energía renovable y mitigación. Adicionalmente, las agrupaciones internacionales de financiamiento, tales como el recientemente concebido programa NAMA, podrían utilizarse para apoyar un fondo para energía renovable.

8.3.5 Promover la protección ambiental

Ley general del medio ambiente y recursos naturales (Ley 64-00)

La Ley 64-00 creó el Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales y establece la importancia de las políticas para la protección del medio ambiente y de los recursos naturales.⁶⁷ La ley integra agencias que anteriormente fueron autónomas y semiautónomas involucradas en la protección de los recursos naturales y del medio ambiente (es decir, Parques nacionales, Departamento de silvicultura, el Instituto Dominicano de Recursos Hídricos) bajo los auspicios del recientemente creado Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales. La ley otorga al departamento la tarea de establecer normativas de protección ambiental y reglamentar el uso de los recursos naturales.

Las referencias al sector energético son mínimas. El Artículo 35 incluye “usos sostenibles de la energía” bajo los servicios ambientales destinados a ser garantizados mediante el establecimiento de áreas protegidas. El artículo 159 establece que se debe fomentar la creación de plantaciones forestales comerciales para muchos propósitos, incluido el energético. La referencia más directa al sector energético la hace el Artículo 84, el cual establece que la importación de equipos, sistemas o materiales que “utilicen energía atómica o cualquier otro material radioactivo deben ser reglamentados por el departamento de medio ambiente y recursos naturales en coordinación con la autoridad competente”. Sin embargo, ahora que el viceministerio de energía nuclear es parte del nuevo ministerio de energía y minas, no está claro si esto seguirá siendo o no responsabilidad del departamento del nuevo ambiente y recursos naturales.

En el futuro, las externalidades negativas asociadas con la dependencia de la República Dominicana en combustibles fósiles deberán hacerse más explícitas en las leyes ambientales. La conexión entre el actual sistema energético y su degradación ambiental y atmosférica deberá ser enfatizada y priorizada en futuras iniciativas ambientales y de energía sostenible.

Política de gestión de agua

El agua utiliza leyes que tienen un importante efecto en la capacidad de desarrollar energía hidroeléctrica en un sitio dado. En la República Dominicana, la generación de energía hidroeléctrica es la tercera prioridad para el uso del agua, detrás de la prioridad de suministro de agua potable y de riego agrícola.⁶⁸ En ubicaciones donde estas prioridades compiten por los recursos hídricos, el desarrollo de la energía hidroeléctrica podría ser imposible. A pesar de que la energía hidroeléctrica continúa siendo una tecnología importante para atender a las comunidades que actualmente no gozan del servicio eléctrico, es importante que el gobierno mantenga la importancia del agua dulce para el consumo humano y agrícola. A pesar de que la generación de energía hidroeléctrica podría proporcionar una fuente de energía menos contaminante, su mayor explotación no debería realizarse a costa del agua potable limpia y de la industria agrícola.

8.4 Resumen de recomendaciones de políticas

La República Dominicana ha establecido muchos de estos elementos necesarios para apoyar una transición a un sistema de energía sostenible, incluido el establecimiento de un ministerio de energía y minas, y la aprobación de numerosos incentivos fiscales y otros de naturaleza financiera con el objetivo de promover la generación de energía renovable. El compromiso del país a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero integrada en su plan de desarrollo económico compatible con el cambio climático sirve como ejemplo no solo para la región del Caribe, sino también para países en todo el mundo. A pesar de lo anterior, se deben fortalecer las políticas existentes y se debe establecer nuevas medidas que aseguren que estas metas ambiciosas se cumplan. En particular, la eficiencia energética y la energía renovable deben recibir una mayor prioridad dentro del recientemente establecido ministerio de energía y minas, y los recursos dedicados al desarrollo de combustibles fósiles deberían ser limitados.

La República Dominicana ha expresado un interés significativo en el desarrollo de un código nacional de construcción de eficiencia energética, y estas cláusulas deberían quedar incorporadas en el código de edificación existente en el país como una manera de costo eficiente de reducir el consumo de energía. Se deberán realizar esfuerzos similares para reducir las pérdidas técnicas de electricidad durante la transmisión y distribución, así como las pérdidas no técnicas que resultan del impago por parte de usuarios comerciales, gubernamentales y residenciales.

Es necesario contar con un compromiso gubernamental renovado para indicar a los inversionistas que el gobierno dominicano está realizando seriamente una revisión completa de su mercado de energía renovable e implementando un plan que pueda fortalecer su potencial. A pesar de que el gobierno ya ha realizado pasos importantes para aprobar varias medidas prometedoras de energía renovable, incluidas las exenciones fiscales y las tarifas TIF, estas se han materializado en forma lenta y muchas ya se han eliminado desde entonces. El gobierno debe trabajar para establecer objetivos eficaces y factibles a fin de poder crear un ambiente de inversión estable para los proyectos de energías renovables.

9 | El futuro energético de República Dominicana: La transición hacia un sistema de energía sostenible

Como se ha demostrado través de esta Hoja de Ruta, la República Dominicana tiene un gran potencial para la transición a un sistema eléctrico eficiente que opere con recursos de energía renovable. Además, este camino parece ser la opción más conveniente y confiable en el mediano y largo plazo. Para hacer realidad los beneficios económicos, sociales y medioambientales de esta energía renovable, la República Dominicana necesita implementar varias medidas políticas y reformas administrativas que ayuden a crear un ambiente estable de inversión para los proyectos de eficiencia energética y energía renovable.

Esta Hoja de Ruta abordó muchas de las brechas existentes en la investigación y la información, y bosquejo algunas de las que todavía permanecen. También, se han identificado las necesidades restantes de desarrollo de capacidades y realizó sugerencias concretas para una reforma normativa. Ambas deben ser abordadas tan pronto como sea política y financieramente viable para apoyar una transición suave y bien informada a un sistema de energía sostenible. El gobierno puede comenzar a tratar la mayoría de los retos actuales de forma inmediata y debería tener la capacidad de solucionarlos relativamente rápido. Para otros, se requiere de persistencia para lograr el impacto total.

La Tabla 9.1 señala las áreas para las cuales es necesario recabar, procesar e incorporar a los procesos de toma de decisiones un mayor caudal de datos pertinentes a la energía. Los continuos análisis socioeconómicos también son necesarios para apoyar el diseño de una política inteligente. Esto se torna particularmente relevante si queremos entender mejor el papel que la generación distribuida puede jugar en las áreas rurales, incluyendo sus limitaciones potenciales.

La tabla también muestra las reformas al sector financiero que se recomiendan. Se sugiere una combinación de acciones encaminadas a desarrollar capacidades y cambios estructurales para reducir los distintos riesgos percibidos por los inversionistas locales e internacionales. También se enumeran las sugerencias más importantes orientadas hacia la creación de un marco de política sólido. Una implementación ágil de las medidas financieras y políticas sugeridas creará un ambiente de inversión tendiente a facilitar la transición rápida, eficiente y duradera a un sistema de energía sostenible.

Adicionalmente a las indispensables iniciativas que el gobierno de la República Dominicana, el sector privado, las instituciones académicas y las organizaciones no gubernamentales deben emprender a nivel nacional, la participación dedicada y con seguridad en sí mismos en las iniciativas bilaterales, regionales e internacionales que abordan la energía sostenible y el cambio climático, puede enaltecer los recursos

del país y reforzar su ambición por lograr la reducción de la intensidad de la energía, incrementar la capacidad de la energía renovable y reducir las emisiones de gas de efecto invernadero. El gobierno de la República Dominicana, la industria privada y la sociedad civil han reconocido el importante rol de la eficiencia energética y la energía renovable en la reducción de los costos de energía, el fomento de la economía nacional, el logro de metas sociales clave y la protección del medioambiente. El país actualmente se encuentra en un punto crucial donde debe implementar medidas y reformas adicionales específicas para convertir su aspiración (y esta Hoja de Ruta) en una realidad.

Tabla 9.1. Medidas clave que permiten la transición energética sostenible de la República Dominicana

	Corto plazo	Largo plazo
Mejorar los conocimientos técnicos		
Evaluar el potencial de ahorro en costos y en energía de los sectores comerciales y de servicios públicos	●	
Desarrollar una guía de energía sostenible para el sector turístico y un plan de implementación	●	
Analizar detalladamente el consumo final de la energía en los sectores económicos clave y utilizar los resultados para desarrollar un código de construcción actualizado que priorice la eficiencia energética mediante normas apropiadas para cada sector	●	
Determinar el programa de normas para la eficiencia energética para los electrodomésticos con alto consumo de energía y determinar cuándo puede estar listo el programa para su implementación	●	
Ampliar el programa de auditoría energética a todos los edificios del sector público y utilizar la información y los resultados para promover la adopción más amplia de las auditorías energéticas en los sectores industrial, comercial y residencial	●	
Realizar estudios de factibilidad para parques eólicos y energía solar fotovoltaico a escala comercial	●	
Realizar estudios de factibilidad y de recursos energéticos con cultivos específicos, en especial para la madera y el bagazo de caña de azúcar	●	
Realizar estudios de factibilidad actualizados sobre los recursos hídricos pequeños	●	
Realizar valoraciones detalladas de los recursos y estudios ambientales sobre el biogas vs combustión directa de desechos a energía	●	
Realizar estudios de mejora de eficiencia y sustitución para las plantas existentes de generación eléctrica	●	
Estudiar la factibilidad de la interconexión con Haití	●	●
Realizar valoraciones locales sobre el almacenamiento hidráulico bombeado	●	
Fomentar el intercambio de conocimientos y la colaboración entre las compañías estatales y privadas de servicios públicos para compartir las mejores prácticas para reducir el robo de electricidad y mejorar el cobro de facturas, ya que ambos son la razón central de los apagones y las deficiencias del sector eléctrico.	●	●
Fortalecer el análisis socioeconómico		
Realizar estudios minuciosos de sustentabilidad energética y de creación y pérdida intersectorial de empleos.	●	
Desarrollar y poner en marcha modelos socioeconómicos locales, especialmente para soluciones de generación distribuida en comunidades rurales, priorizando las comunidades en la región fronteriza que actualmente no cuentan con acceso a la energía	●	
Explorar y diseñar estrategias para abordar las inequidades de género con respecto al acceso a la riqueza de la energía sostenible y las oportunidades de creación de empleos	●	
Solicitar que los costos adicionales de infraestructura, limpieza ambiental y servicios de salud sean considerados cuando se evalúen nuevas opciones para la generación de electricidad, con el fin de verificar que el costo real de la generación de electricidad haya sido determinado	●	

Tabla 9.1 continuado

	Corto plazo	Largo plazo
Reformar el sector financiero		
Expandir las campañas de educación para comunicar las oportunidades de inversión en energía sostenible	●	●
Revisar los reglamentos bancarios actuales que restringen el financiamiento a una ventana de 10 años, con la finalidad de proporcionar opciones de financiamiento realistas para proyectos de energía renovable de escala comercial	●	
Promover una estrategia nacional para acceder al financiamiento de proyectos climáticos que incluyan el apoyo a las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA) y las Contribuciones Nacionales Determinadas (INDC)	●	
Implementar un marco político sólido		
Colocar la energía renovable, sin ambigüedades, en el centro de la visión energética y excluir el carbón como opción para la generación eléctrica futura	●	
Elevar la importancia de la energía renovable hasta un nivel equivalente al de la eficiencia energética, la exploración de hidrocarburos y el tratamiento de material nuclear	●	
Especificar los objetivos de energía renovable y eficiencia energética por sectores individuales con base en cualquiera de los estudios de factibilidad existentes	●	
Fortalecer la capacidad de la Superintendencia de Electricidad (SIE) para imponer regulaciones dirigidas a combatir el robo de electricidad y otras formas de corrupción	●	●
Indexar los precios de la electricidad al costo real del combustible utilizado en la generación eléctrica y suprimir los subsidios gubernamentales directos o indirectos	●	
Potenciar al Organismo Coordinador (OC-SENI) y al SIE para asegurar que los mecanismos de prioridad de distribución que apoyan la energía renovable sean observados y se penalice a los trasgresores	●	
Modernizar, simplificar y reducir los costos de los procesos de otorgamiento de permisos para los proyectos de energía renovable	●	
Crear una ventana única para dar guiar a los proyectos de energía renovable de todos los tamaños a través de los procesos regulatorios y de obtención de permisos.	●	
Implementar las normas de eficiencia energética propuestas para las construcciones y los aparatos electrodomésticos, particularmente en aquellos sectores económicos donde los estudios de factibilidad de la eficiencia energética ya se han completado	●	
Ampliar las auditorías contra el robo de electricidad y la instalación de medidores automatizados	●	●
Incrementar la promoción de programas de incentivos al nivel de los consumidores, tales como el de medición neta, para estimular su participación	●	
Establecer un proceso consistente y transparente de solicitud de propuestas para el desarrollo de capacidades de nuevos proyectos de energía renovable que puedan ser procesadas de forma oportuna y eficiente	●	
Expandir las políticas de apoyo a la inversión en energía renovable incluyendo el aumento de exenciones de los aranceles de importación, impuesto sobre la venta y la depreciación acelerada del equipo	●	
Establecer y promover un sistema de convocatoria y licitación pública para el desarrollo de proyectos de energía renovable	●	

Notas finales

1. Una Hoja de Ruta de Energía Sostenible para la República Dominicana: Un enfoque integrado

1. Una Hoja de Ruta de Energía Sostenible para la República Dominicana: Un enfoque integrado Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), “Acuerdo de Copenhague del 18 de diciembre de 2009,” Conferencia de las Partes, decimoquinta sesión (Copenhague, Dinamarca: 2009).
2. CMNUCC, “Bali Action Plan of December 2007,” Conferencia de las Partes, decimotercera sesión (Bali, Indonesia: 2007).
3. Energía Sostenible para Todos, de las Naciones Unidas, “About Us,” www.sustainableenergyforall.org/about-us, visto el 17 de junio de 2013.
4. CMNUCC, “Climate Change 2007: The Physical Science Basis,” Contribución del Grupo de Trabajo 1 al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EE.UU.: Cambridge University Press, 2007).
5. J.A. Church et al., “Sea Level Change,” en *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, Contribución del Grupo de Trabajo 1 al Quinto Informe de Evaluación del IPCC (Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EE.UU.: Cambridge University Press, 2013).
6. Christopher Flavin, *Low-Carbon Energy: A Roadmap*, Worldwatch Report 178 (Washington, DC: Worldwatch Institute, 2008), p. 5.
7. Alexander Ochs, “Mapping the Future: Why Bidding Farewell to Fossil Fuels Is in Our Interests – And How It Can Be Done,” *Climate Action*, publicado en la 16ta Conferencia de las Partes de la CMNUCC celebrada en Cancún, México (Londres y Nairobi: United Nations Environment Programme and Sustainable Development International, 2010).
8. Agencia Internacional de Energía (AIE), *World Energy Outlook 2010* (París, Francia: OECD/AIE, 2010).
9. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), “Loan Proposal,” *Soporte para el Programa de Mejora de las Redes de Distribución y la Reducción de Pérdidas de Electricidad* (Washington, DC: BID, 2014).
10. Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE), *Plan Estratégico 2013-2016* (Santo Domingo: 2012).
11. AIE, “Dominican Republic: Electricity and Heat for 2011,” Statistics: Informe, <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?&country=DOMINICANR&year=2011&product=ElectricityandHeat>, visto el 22 de agosto de 2014.
12. Organismo Coordinador (OC), “Informe de Operación Real del Año 2013,” OC-GO-IMORA1402-140214-V0 (Santo Domingo: febrero 2014).
13. McKinsey & Company, “Plan de Desarrollo Compatible con el Clima para la República Dominicana,” Presentation at the 3rd Steering Committee Meeting (Santo Domingo: 3 de mayo de 2011).
14. Figura 1.1 del OC, op. cit. nota 12.
15. *Ibid*
16. *Ibid*.
17. *Ibid*.
18. U.S. Energy Information Administration (EIA), “Electricity Net Generation by Type: Dominican Republic,” International Energy Statistics, (2010), www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IeDIndex3.cfm?tid=2&eyid=2012&syid=2012&reverseAxes=0&cid=&cid=DR&pid=alltypes&aid=12&unit=BKWH&updateB=UPDATE, visto el 17 de mayo de 2013. Tabla 1.1 de OC, op. cit. nota 12.

19. Tabla 1.1 del OC, op. cit. nota 12.
20. Banco Central de la República Dominicana, *Informe de la Economía Dominicana: Enero-diciembre 2013* (Santo Domingo: abril de 2014), p. 28.
21. *Ibid.*
22. “La tarifa eléctrica no subirá en diciembre,” *La República* (Santo Domingo), 30 de noviembre 2013.
23. Figura 1.2 del Empresa Distribuidora de Electricidad del Este (EDEESTE), “Tarifa Vigente,” <http://www.edeeste.com.do/index.php/servicios/tarifa-vigente/>, visto el 22 de agosto de 2014.
24. CDEEE, op. cit. nota 10.
25. OC, op. cit. nota 12; Comisión Nacional de Energía (CNE), *Informe Anual: Actuaciones del Sector Energético* (Santo Domingo: enero de 2014).
26. *Ibid.*
27. *Ibid.*
28. Tabla 1.2 del OC, op. cit. nota 12 y del CNE, op. cit. nota 25.
29. CNE, *Estudio de Mercado y Definición Estratégica Para La Penetración Del Gas Natural Residencial en Republica Dominicana* (Santo Domingo: December 2010).
30. CNE, op. cit. nota 25, p. 8.
31. “Dominican Republic OKs US\$2.04B for 675MW coal-fired plants,” *Dominican Today*, 24 de junio de 2014.
32. CNE, op. cit. nota 25, p. 13.
33. Alexander Ochs et al., *Roadmap to a Sustainable Energy System: Harnessing the Dominican Republic’s Wind and Solar Resources* (Washington, DC: Worldwatch Institute, 2011).

2. Potencial de eficiencia energética

1. Center for Sustainable Energy California, “How Does One Define Electricity?” <http://energycenter.org/index.php/technical-assistance/energy-efficiency/energy-efficiency-definition>, visto el 17 de febrero de 2012.
2. Figura 2.1 del Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL) de la República Dominicana, *A Journey to Sustainable Growth: The Climate-Compatible Development Plan of the Dominican Republic* (Santo Domingo: septiembre 2011).
3. Figura 2.2 del Banco Mundial, “Electricity consumption, Kilowatt-hours per capita,” <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC/countries?display=default>
4. *Ibid.*
5. Figura 2.3 datos suministrados por la Comisión Nacional de Energía (CNE), Santo Domingo, July 2012.
6. Agencia Internacional de Energía (AIE), “Dominican Republic: Balances for 2012,” www.iea.org/statistics/statisticsearch/report/?country=DOMINICANR&product=balances&year=2012.
7. Tabla 2.1 de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), *Informe de Estadísticas Energéticas 2012* (Quito, Ecuador: 2012).
8. Tabla 2.2 de CNE, *Balances de Energía 1970-2010* (Santo Domingo: abril 2012).
9. *Ibid.*
10. Asociación Dominicana de la Industria Eléctrica (ADIE), *Informe de Situación del Sistema Eléctrico Dominicano Para el 2014* (Santo Domingo: June 2015).
11. Jamaica Public Service Company Limited (JPS), *Annual Report 2013* (Kingston, Jamaica: 2013); U.S. Energy Information Administration (EIA), “How much electricity is lost in transmission and distribution in the United States?” www.eia.gov/tools/faqa/faq.cfm?id=105&t=3, visto el 7 de mayo de 2014.
12. Superintendencia Eléctrica (SIE), Santo Domingo, comunicación personal con Worldwatch, 8 de noviembre de 2013.
13. *Ibid.*
14. *Ibid.*
15. ADIE, comunicación personal con Worldwatch, octubre de 2012.
16. JP Morgan, *Investigación de Mercados Emergentes de América Latina, República Dominicana* (New York: agosto de 2013).

17. Representate ADIE, Santo Domingo, comunicación personal con Worldwatch, 16 July 2012.
18. Ibid.
19. Figura 2.4 de CNE, *Plan Energético Nacional de la CNE 2004-2015* (Santo Domingo: Julio de 2004).
20. Jens Lausten, *Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Policies for New Buildings* (París: OECD/AIE, 2008).
21. Comisión Europea, *Apoyo Financiero para al Eficiencia Energética en Edificios* (Bruselas: febrero 2012).
22. Ibid.
23. McKinsey & Company, *Energy Efficiency: A Compelling Global Resource* (Nueva York: marzo de 2010).
24. AIE, *World Energy Outlook 2009* (París: OECD/AIE, 2009).
25. Hui Zhang et al., *Comfort, Perceived Air Quality, and Work Performance In A Low-Power Task-Ambient Conditioning System* (Berkeley, CA: abril de 2008).
26. Héctor O'Reilly, *Seminario Internacional Desastres Naturales y Manejo de Emergencias* (Santiago, Chile: 7 de diciembre de 2002).
27. Dirección General de Reglamentos y Sistemas (DGRS), *Ley No.687, Sistema de Reglamentación de la Ingeniería, Arquitectura y Ramas Afines* (Santo Domingo: 1984).
28. U.S. Agency for International Development (USAID), *Estrategia de Eficiencia Energética para la República Dominicana* (Washington, DC: Noviembre de 2004).
29. Ibid.
30. Recuadro 1 de: DGRS, *Reglamento General de Edificaciones*, en http://www.mopc.gob.do/dgrs/paginas/reglamento_general_de_edificaciones.html, visto el 26 de enero de 2012.
31. DGRS, *Requerimientos de Aplicación del Reglamento General de Edificaciones y Tramitación de Planos, R-021, Decreto No.576-06* (Santo Domingo: 2006).
32. Center for Climate and Energy Solutions, "Building Envelope", www.c2es.org/technology/factsheet/BuildingEnvelope.
33. AIE, *Energy Efficiency in Building Codes, Energy Efficiency Policies for New Building* (París: OECD/AIE, 2008), p. 31.
34. D.J. Bonnet et al., *Ultra Low U-values for Carbon Dioxide Homes, Proceedings of the ICE - Energy*, vol. 161, no. 4 (2008), pp. 175–85.
35. Asociación Europea de Fabricantes de Aislamiento, "U-Values: For Better Energy Performance of Buildings" (Bruselas: noviembre de 2007). Recuadro 2 de las siguientes fuentes: U.S. Departamento de Energía, "Guidelines for Selecting Cool Roofs" (Washington, DC: julio de 2010), <http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/coolroofguide.pdf>; California Energy Commission, "Cool Roofs and Title 24" (Sacramento: 2014), <http://www.energy.ca.gov/title24/coolroofs/>; "Local Laws of the City of New York" (Nueva York: 2011), www.nyc.gov/html/dob/downloads/pdf/ll21of2011.pdf; NYC CoolRoofs, "About NYC Cool Roofs", www.nyc.gov/html/coolroofs/html/about/about.shtml.
36. "Energy Star Products: Air Conditioning", www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find_a_product.showProductGroup&pgw_code=CA, visto el 8 de marzo de 2012.
37. "Energy Star Products: Fans", www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find_a_product.showProductGroup&pgw_code=VF, visto el 8 de marzo de 2012.
38. Recuadro 3 de Christian E. Casillas and Daniel E. Kammen, "The Energy-Poverty-Climate Nexus," *Science*, 26 November 2010, pp. 1181–82.
39. Representantes de la CNE, comunicación personal con Worldwatch, 3 de julio de 2014.
40. Recuadro 4 de Casillas and Kammen, op. cit. note 38.
41. Ibid.
42. Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL), *A Journey to Sustainable Growth: The Climate-Compatible Development Plan of the Dominican Republic* (Santo Domingo: septiembre de 2011).
43. Sitio web de Architectural Louvers, www.archlouvers.com, consultado el 5 de marzo de 2012.
44. Tabla 2.3 del sitio web de la U.S Occupational Health and Safety Administration (OSHA), www.osha.gov, consultado el 2 de marzo de 2012.
45. Sitio web de velas y lux para iluminación arquitectónica, www.mts.net/~william5/library/illum.htm, visto el 2 de

marzo de 2012.

46. Institute for Building Efficiency, *Technology Action Plan: Buildings Sector Energy Efficiency* (Washington, DC: diciembre de 2009).
47. AIE, op. cit. nota 6.
48. Figura 2.5 de *Ibíd.*
49. CNE, op. cit. nota 19.
50. *Ibíd.*
51. *Ibíd.*
52. Tabla 2.4 del *ibíd.*
53. Figura 2.6 del CNE y Instituto de Economía Energética en Fundación Bariloche, “Informe Sobre Balances” (Santo Domingo: mayo de 2003).
54. Sitio web de European Energy Labels, www.energylabels.co.uk/eulabel.html, visto el 30 enero de 2012.
55. Representantes de la CNE, op. cit. nota 39.
56. *Ibíd.*
57. Representante de eficiencia energética de la CNE, comunicación personal con Worldwatch, el 20 de agosto de 2013.
58. AIE, “2009 Energy Balance for the Dominican Republic” (París: 2013).
59. *Ibíd.*
60. CNCCMDL, op. cit. nota 42.
61. Figura 2.7 de la CNE, op. cit. nota 19.
62. Comisión de la Constitución del Ministerio de Energía y Minas, comunicación personal con Worldwatch, 2013; Tetra Tech – Caribbean Hotel Energy Efficiency Action Programme (CHENACT), *Energy Efficiency and Micro-Generation in Caribbean Hotels Consultancy* (Arlington, VA: julio de 2012).
63. *Ibíd.*
64. *Ibíd.*
65. Figura 2.8 de CNE, op. cit. nota 19; CO₂ ahorros de la CNCCMDL, op. cit. nota 42.
66. Tetra Tech – CHENACT, op. cit. nota 62.
67. Tabla 2.5 de *ibíd.*
68. USAID, op. cit. nota 28.
69. CNE, *Informe de auditoría energética de SENASA* (Santo Domingo: junio de 2011).
70. Figura 2.9 de CNE, op. cit. nota 19.
71. Figura 2.10 de los representantes de la CNE, comunicación personal con Worldwatch, julio de 2014.
72. Representante de eficiencia energética de la CNE, op. cit. nota 57.
73. CNE, op. cit. nota 19.
74. *Ibíd.*
75. AIE, op. cit. nota 6.
76. OLADE, op. cit. nota 7.
77. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), *Informe sobre el Desarrollo Industrial 2011* (Viena: 2011).
78. OLADE, op. cit. nota 7.
79. CNCCMDL, op. cit. nota 42.

3. Potencial de energías renovables

1. Worldwatch Institute, *Hoja de Ruta para un Sistema Energético Sostenible: Aprovechamiento de los recursos eólicos y solares de la República Dominicana* (Washington, DC: 2012).
2. Alexander Ochs y Annette Knödler, “Value of Fossil Fuel Subsidies Decline; National Bans Emerging”, Vital Signs Online (Washington, DC: Worldwatch Institute, 11 de mayo de 2011).

3. Bloomberg New Energy Finance, “Sun Sets on Oil for Gulf Power Generation”, 19 de enero de 2011.
4. REN21, *Renewables 2014 Global Status Report* (París: 2014).
5. *Ibid.*; B. Perlack y W. Hinds, *Evaluation of the Barbados Solar Water Heating Experience* (Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory, 2003); estimación de 15,000 hogares basado en U.S. Energy Information Administration data for 2010 average electricity consumption for a U.S. residential utility customer, disponible en <http://205.254.135.7/tools/faqs/faq.cfm?id=97&t=3>.
6. REN21, *op. cit.* nota 4.
7. Agencia Internacional de Energía (AIE), *Renewable Energy Essentials: Solar Heating and Cooling* (París: 2009).
8. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), “Success Stories: Solar Energy in Barbados”, www.unep.org/greeneconomy/SuccessStories/SolarEnergyinBarbados/tabid/29891/Default.aspx, consultado el 14 de diciembre de 2011.
9. Banco Interamericano de Desarrollo, “Barbados diversificará su matriz energética y promoverá fuentes renovables con apoyo del BID”, comunicado de prensa (Washington, DC: 10 de noviembre de 2011).
10. Samantha Bresler, “Solar Panels Installed at the National Energy Commission Headquarters in the Dominican Republic”, ReVolt (Worldwatch Institute blog), el 14 de marzo de 2012.
11. Comisión Nacional de Energía (CNE), Santo Domingo, comunicación personal con Worldwatch, 18 September 2013.
12. Recuadro 5 y Figura 3.1 de 3TIER, *Full View Solar Assessment: Dominican Republic*, elaborado por el Worldwatch Institute, 26 de julio de 2010.
13. U.S. National Renewable Energy Laboratory (NREL), “30-Year Average of Monthly Solar Radiation, 1961-1990”, http://rredc.nrel.gov/solar/old_data/nsrdb/1961-1990/redbook/sum2/state.html, consultado el 19 de junio de 2013.
14. Figura 3.2 de 3TIER, *op. cit.* nota 12.
15. Tabla 3.1 de *ibíd.*
16. REN21, *op. cit.* nota 4.
17. Mark Delucchi y Mark Z. Jacobson, “Providing All Global Energy with Wind, Water, and Solar Power, Part II: Reliability, System and Transmission Costs, and Policies”, *Energy Policy*, vol. 39 (2011), pp. 1170–90.
18. American Wind Energy Association, *Small Wind Turbine Global Market Study* (Washington, DC: 2010); “Wind farm selected in first selection of clean energy projects”, RenewableEnergyFocus.com, 11 de enero de 2010.
19. CNE, Santo Domingo, comunicación personal con Worldwatch, agosto de 2013.
20. Empleados de CNE, Santo Domingo, comunicación personal con Worldwatch, 15 agosto de 2013.
21. Figura 3.3 de 3TIER, *Full View Wind Assessment: Dominican Republic*, elaborada por el Worldwatch Institute, 16 de julio de 2010.
22. Tabla 3.2 de *ibíd.*
23. Tabla 3.3 de *ibíd.*
24. REN21, *op. cit.* nota 4, p. 17.
25. World Commission on Dams, *Dams and Development: A New Framework for Decision-Making* (Londres: Earthscan, noviembre de 2000).
26. Changjiang Water Resources Commission, “Research on the Resettlement of the Three Gorges Project” (Hubei: Hubei Science and Technology Press, 1997); Shai Oster, “China Recognizes Dangers Caused by Three Gorges Dam”, *Wall Street Journal*, 27 de septiembre de 2007.
27. Empleados de EGEHID, Santo Domingo, comunicación personal con Worldwatch, julio de 2012.
28. CNE, “Situación y Perspectivas de las Energías Renovables en la República Dominicana” (Santo Domingo: diciembre de 2012).
29. Empleados de EGEHID, *op. cit.* nota 27.
30. Recuadro 6 del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, “Programa de electrificación rural basado en fuentes de energía renovable en República Dominicana”, www.pnud.org.do/proyectos/energiaymedioambiente/1201, consultado el 23 de agosto de 2013; Global Environment Facility, Small Grants Programme, https://sgp.undp.org/index.php?option=com_sgpprojects&view=projects&Itemid=154, consultado el 3 de septiembre de 2013.
31. Empleados de EGEHID, *op. cit.* nota 27.

32. Ibid.
33. Jane Earley y Alice McKeown, *Red, White, y Green: Transforming U.S. Biofuels*, Worldwatch Report 180 (Washington, DC: Worldwatch Institute, julio de 2009).
34. Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), *Textile Offshore Site Dominicana Biomass Residues Cogeneration Project*, Project Design Document Form, 26 de junio 2012.
35. MDL, *Steam Generation Using Biomass*, Project Design Document Form, 24 de agosto 2012.
36. Empleado de CNE, Santo Domingo, comunicación personal con Worldwatch, 31 de julio de 2013.
37. Ibid.
38. Ibid.
39. Ibid.
40. Tabla 3.4 de M. Adames et al., Universidad Instituto Superior de Agricultura (ISA), *Levantamiento Cuantitativo de Cultivos Agrícolas Selectos en la República Dominicana con Potencial como Biomasa Energética*, elaborado por el Worldwatch Institute, abril 2013.
41. CNE, revisión del estudio de la Universidad ISA, Santo Domingo, 15 de agosto de 2013.
42. MDL, *Steam Generation Using Biomass*, Project Design Document Form, diciembre de 2009.
43. CNE, op. cit. nota 41.
44. Table 3.5 from MDL, op. cit. nota 42, y de D. Loy y Manlio F. Coviello, “Renewable energies potential in Jamaica” (Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2005).
45. Loy y Coviello, op. cit. nota 44, p. 13.
46. Ibid. Loy y Coviello asumen que el período de cosecha en Jamaica es de 185 días. Por lo tanto, asumimos que el período de cosecha en la República Dominicana es la mitad del año, y que la planta de cogeneración, por tanto, se puede ejecutar con el bagazo solo durante este período. Para calcular la capacidad máxima de generación que se puede desarrollar para el bagazo no utilizado, dividimos el potencial de generación anual entre 4,380 horas (cantidad de horas en un año y medio). Esto supone un factor de capacidad de 1 y, por lo tanto, es un estimado conservador.
47. Adames et al., op. cit. nota 40.
48. MDL, op. cit. nota 42.
49. Ibid.
50. Empleado de CNE, op. cit. nota 36.
51. Empleado de CNE, entrevista en Santo Domingo, julio 2012.
52. CNE, op. cit. nota 41.
53. Empleados de CNE, op. cit. nota 20.
54. MDL, op. cit. nota 42.
55. Representante de la empresa privada biomasa, Santo Domingo, comunicación personal con Worldwatch, julio 2012.
56. CNE, op. cit. nota 41.
57. S.E. Ben Elghali, M.E.H. Benbouzid, y J.F. Charpentier, “Marine Tidal Current Electric Power Generation Technology: State of the Art and Current Status”, Electric Machines & Drives Conference, mayo 2007, IEEE International, pp. 1407–12, en http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/53/12/55/PDF/IEEE_IEMDC_2007_BENELGHALI.pdf.
58. California Energy Commission, “Ocean Energy”, www.energy.ca.gov/oceanenergy/index.html, consultado 9 de febrero 2011.
59. Utrecht Faculty of Education, The Philippines, “Geothermal Energy on Leyte”, www.philippines.hvu.nl/leyte2.htm, consultado el 22 de febrero de 2012; California Energy Commission, “Geothermal Energy in California”, www.energy.ca.gov/geothermal, consultado el 29 de marzo de 2010.
60. REN21, op. cit. note 4.
61. Ted J. Clutter, “Absolute Commitment: Geothermal Operations at The Geysers”, RenewableEnergyWorld.com, 27 de abril 2010.
62. Katie Auth y Evan Musolino, *Caribbean Sustainable Energy Roadmap (C-SERMS), fase 1: Baseline Report and Assessment*, (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, 2013)); Karl Gawell, Marshall Reed, and P. Michael Wright, *Preliminary Report: Geothermal Energy, The Potential for Clean Power from the Earth* (Washington, DC: Geothermal

Energy Association, 2009).

63. Auth y Musolino, op. cit. nota 62.
64. REN21, op. cit. nota 4.
65. MDL, *Informe de Certificación/Verificación, proyecto Bionersis en el vertedero de Duquesa, República Dominicana*, 2^{do} Informe de certificación/verificación periódica 16 de diciembre 2011.

4. Mejora de la red eléctrica y almacenamiento de energía

1. Figura 4.1 de Comisión Nacional de Energía (CNE), *Status and Outlook of the Renewable Energies in the Dominican Republic* (Santo Domingo: diciembre de 2012).
2. *Ibid.*
3. Empleados de CNE, Santo Domingo, comunicación personal con Worldwatch, 2013.
4. Jeff Smith, "Smart Meters Take Bite Out of Electricity Theft," *National Geographic*, 12 September 2011.
5. Empleado del Consorcio Energetico Punta Cana-Macao (CEPM), Washington, DC, comunicación personal con Worldwatch, el 12 mayo de 2015.
6. Representado de Asociación Dominicana de la Industria Eléctrica (ADIE), Santo Domingo, comunicación personal con Worldwatch, el 16 de julio de 2012.
7. *Ibid.*
8. *Ibid.*
9. M. Golkar, "Distributed Generation and Competition in Electric Distribution Market," *IEEE Eurocon*, 2009. Recuadro 7 de las siguientes fuentes: daños de flujo invertido de energía de S.G.M. Therien, "Distributed Generation: Issues Concerning a Changing Power Grid Paradigm," Una tesis presentada a la Facultad de la Universidad Estatal Politécnica de California, San Luis Obispo, CA; dentro del 5 al 10% de C. Lawrence, M. Salama y R. Elshatshat, "Analysis of the Impact of Distributed Generation on Voltage Regulation," 2004 IEEE PES Power Systems Conference and Exposition; energía de ajuste incremental de Therien, op. cit. esta nota; problemas de sobrecalentamiento y regulación de voltaje de Taufik, *Introduction to Power Electronics*, 6th Rev., 2008; reduce el efecto de la distorsión y fusibles, disyuntores de circuito, etc. de Taufik, *Advanced Power Electronics*, 3rd Rev., 2009; peligro letal de funcionamiento en isla de G.M. Masters, *Renewable and Efficient Electric Power Systems* (Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2004); daño de reconexión fuera de fase de P. Barker y R. De Mello, "Determining the Impact of Distributed Generation on Power Systems: Part 1 - Radial Distribution Systems," *Proceedings of the IEEE Power Engineering Society Transmission and Distribution Conference*, vol. 3 (2000), pp. 1645–56.
10. Figura 4.9 de OC, *Informe de Operación Real Del Año 2012* (Santo Domingo: 15 de febrero de 2013).
11. Figura 4.10 de OC, *Memoria 2013* (Santo Domingo: 2014).
12. Representante de la industria de biomasa, Santo Domingo, comunicación personal con Worldwatch, 25 de abril de 2013.
13. *Idem.*, julio de 2013.
14. Milligan y Kirby, op. cit. nota 21.
15. *Ibid.*
16. *Ibid.*
17. M. Ahlstrom, *Short-term Forecasting: Integration of Forecast Data into Utility Operations Planning Tools*, presentado en el Utility Wind Integration Group/NREL Wind Forecasting Applications to Utility Planning and Operations, St. Paul, MN, 21–22 February 2008; K. Rohrig, ed., *Entwicklung eines Rechenmodells zur Windleistungsprognose für das Geboet des deutschen Verbundnetzes*, Abschlussbericht Forschungsvorhaben Nr. 0329915A, gefördert durch Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Kassel, Alemania: 2005).
18. Tabla 4.1 de International Renewable Energy Agency (IRENA), *Electricity Storage and Renewables for Island Power* (Abu Dhabi: mayo de 2012), p. 12; IEA Energy Technology Systems Analysis Programme y IRENA, *Electricity Storage Technology Brief*, April 2012, p. 15; costos de almacenamiento térmico basados en datos de D. Biello, "How to Use Solar Energy at Night," *Scientific American*, 18 de febrero de 2009.

5. Vías tecnológicas para satisfacer la demanda eléctrica futura de la República Dominicana

1. Senabris Silvestre, "Cuatro empresas ofrecieron construir plantas a carbón," *El día*, 17 de octubre de 2013.

2. Worldwatch Institute, *Powering the Low-Carbon Economy: The Once and Future Roles of Renewable Energy and Natural Gas*, Worldwatch Report 184 (Washington, DC: 2010).
3. Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL) de la República Dominicana, *A Journey to Sustainable Growth: The Climate-Compatible Development Plan of the Dominican Republic* (Santo Domingo: septiembre 2011).

6. Evaluación de los impactos socioeconómicos de las rutas de electricidad alternativa

1. U.S. Energy Information Administration (EIA), “Levelized Cost of New Generation Resources,” en *Annual Energy Outlook 2011* (Washington, DC: 2011).
2. World Bank Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), *META User Manual*, en <https://www.esmap.org/node/30511>; Christoph Kost et al., *Levelized Cost of Electricity: Renewable Energies* (Freiburg, Alemania: Fraunhofer Institut for Solar Energy Systems, 2012), en <http://www.ise.fraunhofer.de/en/publications/veroeffentlichungen-pdf-dateien-en/studien-und-konzeptpapiere/study-levelized-cost-of-electricity-renewable-energies.pdf>.
3. Este análisis supone que la cogeneración de bagazo de caña de azúcar no tiene costos del combustible, ya que en la actualidad muchos productores de caña de azúcar tienen su propia generación pero no utilizan la totalidad de su bagazo; si estos productores aumentaran la capacidad de generación, podrían alimentar sus calderas con bagazo actualmente no utilizado, prácticamente a ningún costo. Sin embargo, para otros recursos de biomasa se tendría que crear un mercado para los desechos de biomasa. Debido a que esta evaluación considera solo la generación alimentada con bagazo, se supone que el costo del combustible es cero.
4. Jonathan Koomey y Florentin Krause, “Introduction to Environmental Externality Costs,” en *CRC Handbook on Energy Efficiency* (Berkeley, CA: Lawrence Berkeley Laboratory, 1997).
5. Comisión Nacional de Energía y Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *La Evaluación Ambiental Estratégica del Plan Energético Nacional (2010-2025)* (Santo Domingo: 15 de octubre de 2010).
6. Blacksmith Institute, “The World’s Worst Polluted Places. The Top Ten” (Nueva York: 2007).
7. Olav Hohmeyer, *Social Costs of Energy Consumption: External Effects of Electricity Generation in the Federal Republic of Germany* (Nueva York/Heidelberg: Springer-Verlag, 1989).
8. ExternE - External Costs of Energy, “Methodology,” en www.externe.info/externe_d7/?q=node/1; U.S. National Research Council, *Hidden Costs of Energy: Unpriced Consequences of Energy Production and Use* (Washington, DC: The National Academy of Sciences: 2010).
9. Kseniya Lvovsky et al., *Environmental Cost of Fossil Fuels: A Rapid Assessment Method with Application to Six Cities*, Environment Department Papers #78 (Washington, DC: Banco Mundial, 2000).
10. U.S. National Aeronautics and Space Administration, “Effects: The current and future consequences of global change,” <http://climate.nasa.gov/effects>.
11. Ramón Bueno et al., *Climate Change: The Cost of Inaction* (Somerville, MA: Stockholm Environment Institute—U.S. Center and Global Development and Environment Institute, Tufts University, May 2008); J.E. Hay et al., “Small Island States,” en Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Contribución del Grupo de Trabajo III (Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 2001).
12. Hay et al., op. cit. nota 11.
13. Chris W. Hope, “The Social Cost of CO₂ from the PAGE09 Model,” Economic Discussion Papers No. 2011-39 (Kiel, Alemania: Kiel Institute for the World Economy, 2011); Banco Mundial, *Turn Down the Heat: Why a 4°C Warmer World Must be Avoided*, preparado para the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics (Washington, DC: 2012); IPCC, *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Special Report (Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press: 2011).
14. Tabla 6.1 del EIA, “International Energy Statistics: Total Carbon Dioxide Emissions from the Consumption of Energy (Million Metric Tons),” www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=90&pid=44&aid=8, visto el 28 de octubre 2013 October 2013, y del Banco Mundial, “República Dominicana,” <http://data.worldbank.org/country/dominican-republic>, visto el 12 de diciembre de 2014. Emisiones de CO₂ relacionadas con la energía, incluyendo las emisiones por consumo de carbón y petróleo y por la quema de gas natural.
15. U.S. Congress, Office of Technology Assessment, *Studies of the Environmental Costs of Electricity* (Washington, DC: 1994).

16. Open EI, “Transparent Cost Database,” http://en.openei.org/wiki/Transparent_Cost_Database.
17. International Renewable Energy Agency (IRENA), *Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series* (Abu Dhabi: 2012).
18. EIA, *Annual Energy Outlook 2013* (Washington, DC: 2013).
19. Banco Central de la República Dominicana, *Reporte de la economía dominicana: enero a diciembre 2013* (Santo Domingo: abril 2014), p. 28.
20. Bloomberg New Energy Finance y Frankfurt School – Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) Collaborating Centre for Climate & Sustainable Energy Finance, *Global Trends in Renewable Energy Investment 2013* (Frankfurt: 2013).
21. IRENA, *Renewable Energy Jobs: Status, Prospects & Policies: Biofuels and Grid-Connected Electricity Generation* (Abu Dhabi: 2011) pp. 7–8.
22. Figura 6.11 de ibíd.
23. Figura 6.12 de Max Wei, Shana Patadia y Daniel M. Kammen, “Putting Renewables and Energy Efficiency to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate in the US?” *Energy Policy*, vol. 38 (2010), pp. 919–31.
24. Ibíd.
25. U.S. Central Intelligence Agency, “The World Factbook,” <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/dr.html>, visto el 26 de agosto de 2013.
26. South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC) y PNUMA, “Environmental Vulnerability Index,” www.sopac.org/index.php/environmental-vulnerability-index.
7. Financiamiento de la energía sostenible en la República Dominicana: Barreras e innovaciones

7. Financiamiento de la energía sostenible en la República Dominicana: Barreras e innovaciones

1. Figura 7.1 calculada usando el Calculador de Préstamos Hipotecarios Fijos de Bloomberg, www.bloomberg.com/personal-finance/calculators/mortgage/, visto el 27 de junio de 2013.
2. Bloomberg New Energy Finance (BNEF) y Frankfurt School – Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) Collaborating Centre for Climate & Sustainable Energy Finance, *Global Trends in Renewable Energy Investment 2014* (Frankfurt: 2014).
3. Ibíd.
4. Figura 7.2 del Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) y BNEF, *Climatescope: República Dominicana, 2014*, (Washington, DC: 2014).
5. Ibíd.
6. Figura 7.3 del Banco Mundial, “Datos: República Dominicana,” <http://data.worldbank.org/country/dominican-republic>, visto el 29 de noviembre de 2014.
7. Banco Mundial, “Ease of Doing Business in Dominican Republic,” en *Doing Business 2014*, www.doingbusiness.org/data/exploreconomies/dominican-republic/.
8. Tabla 7.1 de ibíd. y del Foro Económico Mundial, *The Global Competitiveness Report 2013–2014* (Ginebra: 2013).
9. Moody’s, “Moody’s Rates Dominican Republic’s 2024 Bonds B1,” comunicado de prensa (Nueva York: 17 de abril de 2013).
10. JP Morgan – Latin America Emerging Markets Research, “Dominican Republic Trip Notes – Willingness to ‘Fix the Fiscal’ Remains Strong” (Santo Domingo: 2013), <https://markets.jpmorgan.com/research/email/-oshvs0l/GPS-1184304-0>.
11. RBC del Caribe, *Caribbean Economic Report* (Puerto de España: noviembre de 2013), <http://www.rbc.com/economics/economic-data/pdf/Caribbean.pdf>.
12. Cálculo del Worldwatch “República Dominicana,” <http://data.worldbank.org/country/dominican-republic>, y del RBC del Caribe, *Caribbean Economic Report* (Puerto de España: abril de 2015).
13. “Fitch Affirms AES Dominicana’s IDR at ‘B’; Outlook Stable,” *BusinessWire* (New York: 10 de julio de 2013).
14. Ibíd.
15. Héctor Guiliani Cury, “Estrategia de solución global a la crisis del sector eléctrico: El Caso Dominicano,” Asociación Dominicana de la Industria Eléctrica (ADIE) Quinto Foro Anual de Electricidad, 26 de noviembre de 2014, adie.org

- .do/index.php/parks/presentaciones/v-foro-anual-adie.
16. ADIE, “Informe del sistema eléctrico” (Santo Domingo: octubre de 2014).
 17. E. Fieser, “Venezuela Gets \$1.9 Billion as Dominican Republic Pays Debt”, *Bloomberg.com*, 29 de enero de 2015.
 18. Biogen, comunicación personal con Worldwatch, Santo Domingo, 25 de abril de 2013.
 19. ADIE, “The Electricity Sector in the Dominican Republic” (Santo Domingo: 21 de junio 2010).
 20. JP Morgan – Latin America Emerging Markets Research, op. cit. nota 10.
 21. ADIE, op. cit. nota 16.
 22. “Fitch Affirms AES Dominicana’s IDR at ‘B’; Outlook Stable”, op. cit. nota 13.
 23. MIF y BNEF, op. cit. nota 4.
 24. Tabla 7.2 del Foro Económico Mundial, op. cit. nota 8.
 25. M. Lindstein, *Financing Renewable Energies* (Frankfurt: Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), 2005).
 26. Corporación Financiera Internacional (International Finance Corporation - IFC), comunicaciones personales con Worldwatch, 2013.
 27. *Ibid.*
 28. Presidente de la Asociación de Empresas de Energías Renovables, comunicación personal con Worldwatch, junio de 2011.
 29. Banco BHD, comunicaciones personales con Worldwatch, Santo Domingo, septiembre de 2013.
 30. Banco Central de la Republica Dominicana, “Reglamento de Evaluacion de Activos” (Santo Domingo: April 2004).
 31. *Ibid.*
 32. Recuadro 8 de las siguientes fuentes: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), “Los Cocos Wind Farm Project,” Project Design Document Form (Bonn: 6 April 2012); EGE Haina, “Financial Quarterly Report: EGE Haina Reports First Quarter 2013 Net Income of US\$26.6 Million; Revenues of US\$174.1 Million”, comunicado de prensa (Santo Domingo: 31 March 2013); Organismo Coordinador, comunicación personal con Worldwatch, Santo Domingo, 12 agosto de 2013; “Renewable Energy News Latin America Focus 2012”, *renews*, 9 August 2012, http://renews.biz/wp-content/assets/reNewsAmericas_LatinAmerica2012-small2.pdf. El cálculo de pago no incluye los pagos de intereses sobre la inversión inicial ya que el proyecto no se financió a través de la provisión de deuda. Cálculo de IRR de CMNUCC MDL, “Proyecto Parque Eólico Los Cocos: Indicadores financieros,” en <https://cdm.unfccc.int>.
 33. Banco BHD, op. cit. nota 29.
 34. *Ibid.*
 35. Banco Mundial, “Datos: Tasa de interés activa (%)”, 20 de junio de 2013 junio, http://data.worldbank.org/indicator/FR.INR.LEND?order=wbapi_data_value_2011+wbapi_data_value+wbapi_data_value-last&sort=desc.
 36. Biogen, op. cit. nota 18.
 37. Tabla 7.3 de “Wikileaks Haiti: The PetroCaribe Files”, *The Nation*, 2011, <http://www.thenation.com/article/161056/wikileaks-haiti-petrocaribe-files>.
 38. Tabla 7.4 de Richard W. Caperton, “Leveraging Private Finance for Clean Energy” (Washington, DC: Center for American Progress, Global Climate Network, noviembre de 2010).
 39. “Dominican Republic Receives Financing for US\$704.8 Million from Petrocaribe”, *Diario Libre*, 16 de julio de 2013, www.diariolibre.com/movil/noticias_det.php?id=393097.
 40. Fieser, op. cit. nota 17.
 41. J. Leite, “Dominican Republic Sells \$2.5 Billion of Bonds to Refinance Debt”, *Bloomberg.com*, 20 de enero de 2015.
 42. Petrocaribe, “La República Dominicana promueve las fuentes de energía alternativas con los ahorros derivados de Petrocaribe”, comunicado de prensa (Caracas: 11 de agosto de 2007).
 43. Gobierno de la República Dominicana, *Ley No.112-00* (Santo Domingo: 2000).
 44. U.S. Department of Energy, “Loan Programs Office: Our Projects”, <http://lpo.energy.gov/our-projects/>.
 45. Shakuntala Makhijani, *Jamaica Sustainable Energy Roadmap: Pathways to an Affordable, Reliable, Low-emission Electricity System* (Washington, DC: Worldwatch Institute), p. 121.
 46. Banco de Desarrollo de Jamaica, comunicaciones personales con Worldwatch, noviembre de 2012.

47. Figura 7.4 de Rubén Jiménez Bichara, *Sector eléctrico: Situación actual y perspectivas* (Santo Domingo: CDEEE, 17 de octubre de 2012); Milton Morrison, “Perspectivas globales y recomendaciones para mejorar el sector eléctrico” (Santo Domingo: ADIE, 31 de enero de 2013).
48. S. Bakker et al., “The Future of the CDM: Same, But Differentiated?” *Climate Policy*, vol.11, no. 1 (2011).
49. Sohel Pasha, “UNFCCC Regional Collaboration Centre (RCC)”, presentación al foro de movilización de recursos para el mapa y estrategia energética sostenible en el Caribe (C-SERMS) (Christ Church, Barbados: 11 de julio de 2013).
50. *Ibid.*
51. M. Carr, “UN Emission Credits Surge as Developers Delay Carbon Claims”, *Bloomberg.com*, 9 de abril de 2013.
52. CMNUCC, MDL, “UNFCCC Partners with Non-profit Organization to Boost Participation in Clean Development Mechanism Projects in the Caribbean”, comunicado de prensa (Bonn: 25 de julio de 2013).
53. *Ibid.*
54. CMNUCC MDL, “Project Search”, <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>, visto el 7 de noviembre de 2013
55. Tabla 7.7 de *ibid.*
56. Jaap Smink, “Carbon Credit Basics, Process and CDM Inventory”, presentación a la corporación de petróleo de Jamaica y ante el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Minas de Jamaica, 22 de junio de 2011.
57. Recuadro 9 del Programa de subvenciones pequeñas de la Global Environment Facility (GEF), “República Dominicana”, https://sgp.undp.org/index.php?option=com_countrypages&view=countrypage&country=43&Itemid=204, y del CMNUCC, sitio web del MDL, cdm.unfccc.int/.
58. GEF, “What Is the GEF”, www.thegef.org/gef/whatisgef.
59. GEF, “Portal de Datos de Mapeo GEF” https://www.thegef.org/gef/gef_projects_funding.
60. *Ibid.*
61. *Ibid.*
62. Tabla 7.8 del Programa de Subsidios Pequeños del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environment Facility – GEF), https://sgp.undp.org/index.php?option=com_sgpprojects&view=allprojects&country=DOM&Itemid=211.
63. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), “El Programa de Subsidios Pequeños del GEF”, http://sgp.undp.org/index.php?option=com_sgpprojects&view=allprojects&limit=100&limitstart=100&paging=1&Itemid=211.
64. CMNUCC, “Financial, Technology and Capacity-building Support”, <http://cancun.unfccc.int/financial-technology-and-capacity-building-support/new-long-term-funding-arrangements/>, visto el 25 de febrero de 2013.
65. CMNUCC, “NAMA Registry”, <http://www4.unfccc.int/sites/nama/SitePages/Country.aspx?CountryId=52>
66. NAMA Database, “Tourism NAMA in the Dominican Republic”, www.nama-database.org/index.php/Tourism_NAMA_in_the_Dominican_Republic.
67. CMNUCC, “NAMA Seeking Support for Implementation: Tourism and Waste in the Dominican Republic”, https://unfccc.int/files/cooperation_support/nama/application/pdf/nama_implementation_dominicanrepublic_tourism_waste_v1.pdf.
68. CMNUCC, *op. cit.* nota 65.
69. IFC, comunicación personal con Worldwatch, Washington, DC: mayo de 2013.
70. Rene Maldonado y Maria Luisa Hayem, *Remittances to Latin America and the Caribbean in 2012: Differing Behavior Across Subregions* (Washington, DC: MIF, 2013).
71. *Ibid.*
72. *Ibid.*
73. *Ibid.*
74. Julia Hawkins, “Financing Sustainable Energy: An Optimistic View from Niki Armacost”, *Ashden Blog*, 11 de julio de 2012, www.ashden.org/blog/financing-sustainable-energy-interview-niki-armacost.
75. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), *Financing Sustainable Energy Through Remittance Flows in Haiti and the Dominican Republic* (Washington, DC: diciembre de 2009).
76. *Ibid.*

77. JP Morgan – Latin America Emerging Markets Research, op. cit. nota 10.
78. *Ibid.*
79. K. Neuhoff et. al. *Structuring International Financial Support to Support Domestic Climate Change Mitigation in Developing Countries*, Climate Strategies (septiembre de 2009).
80. R. Potopsingh, “Greening the Energy Sector: Benefits for the Job Market”, presentación en la Universidad de West Indies, Kingston, Jamaica, 27 de noviembre de 2012.
81. Tabla 7.9 de Caperton, op.cit. nota 38.

8. Políticas para aprovechar las oportunidades de energía sostenible en la República Dominicana

1. K. Hamilton, *Scaling Up Renewable Energy in Developing Countries, Finance and Investments Perspectives* (Londres: Chatham House, 2010).
2. *Constitución de la República Dominicana* (Santo Domingo : 2010).
3. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA), *Segunda Comunicación Nacional* (Santo Domingo: 2009).
4. “Discurso del Dr. Rafael Alburquerque de Castro Vicepresidente Constitucional de la República Dominicana”, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), decimosexto sesión en Cancun, Mexico, 9 de diciembre de 2010, http://unfccc.int/files/meetings/cop_16/statements/application/pdf/101209_cop16_hls_dominican_republic.pdf.
5. Lisa Friedman, “After an All-Nighter, Doha Talks Veer Toward an Uncertain End”, *E&E News*, 7 de diciembre de 2012.
6. Tabla 8.1 tomada de U.S. Energy Information Administration (EIA), “International Energy Statistics” (Washington, DC: 2013).
7. World Resources Institute, “Climate Analysis Indicators Tool” (Washington, DC: 2013).
8. Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL), *A Journey to Sustainable Growth: The Climate-Compatible Development Plan of the Dominican Republic* (Santo Domingo: septiembre de 2011), p. 3.
9. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), “Barbados Declaration on Achieving Sustainable Energy for All in Small Island Developing States (SIDS)” (Nueva York: 8 de mayo de 2012).
10. Comisión Nacional de Energía (CNE), “Ley 57-07” (Santo Domingo: 2007).
11. CNE, *National Energy Plan of the Dominican Republic, 2004–2015* (Santo Domingo: julio de 2004).
12. CNCCMDL, op. cit. nota 8.
13. Consejo Económico y Social, Pacto Eléctrico sitio web, <http://pactoelectrico.do>.
14. *Ibid.*
15. Organismo Coordinador, comunicación personal con Worldwatch, Santo Domingo, 12 de agosto de 2013.
16. El Congreso Nacional, “Ley No. 100-13” (Santo Domingo: 30 de julio de 2013).
17. CNE, comunicación personal con Worldwatch, Santo Domingo, septiembre de 2013.
18. Biogen, comunicación personal con Worldwatch, Santo Domingo, 25 de abril de 2013.
19. Desarrollador de energía renovable (anónimo), comunicación personal con Worldwatch, Santo Domingo, 2013.
20. Biogen, op. cit. nota 18.
21. Alianza de Energía y Clima de las Américas (ECPA), “OAS y DR Technical Specialists Seek to Create Awareness on the Use of Renewable Energy and Energy Efficiency in the Country,” 30 de marzo de 2015, <http://www.ecpamerica.org/News/Default.aspx?id=1176&archive=1>.
22. T. Beierle y J. Crawford, *Public Participation in Environmental Decisions* (Resources for the Future), citado en S. Nakhooda, S. Dixit y N.K. Dubash, *Empowering People: A Governance Analysis of Electricity; India, Indonesia, Philippines, Thailand* (Washington, DC: World Resources Institute, 2007).
23. Nakhooda, Dixit, and Dubash, op. cit. nota 22.
24. Ministerio de Energía y Minas, comunicación personal con Worldwatch, Santo Domingo, diciembre de 2013.
25. Jens Lausten, *Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Policies for New Buildings* (París: Agencia Internacional de Energía, 2008).

26. CNE, *Informe de auditoría energética de SENASA* (Santo Domingo: junio de 2011).
27. Dirección General de Reglamentos y Sistemas (DGRS), Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), República Dominicana, “Reglamento para instalaciones eléctricas en la edificación Parte 1, M-003”, www.mopc.gob.do/dgrs/files/R-003%20INSTALACIONES%20ELECTRICAS.pdf y “Reglamento para instalaciones eléctricas en la edificación Parte 2, M-010”, www.mopc.gob.do/dgrs/files/R-010%20INSTALACIONES%20ELECTRICAS%20PARTE2.pdf.
28. CNE, op. cit. nota 10.
29. DGRS, MOPC, “Reglamento para el diseño y la construcción de instalaciones sanitarias en edificaciones, R-008 Decreto No. 572-10”, www.mopc.gob.do/dgrs/files/R-008%20INSTALACIONES%20SANITARIAS.pdf.
30. Banco Mundial, “Project Information Document (PID) – DO Electricity Distribution Rehabilitation Project” (Washington, DC: 2008).
31. *Ibid.*
32. SIE, comunicación personal con Worldwatch, Santo Domingo, noviembre de 2013.
33. Stephan Nielsen, “Smart Meters Help Brazil Zap Electricity Theft”, *Bloomberg BusinessWeek*, 8 de marzo de 2012.
34. *Ibid.*
35. Thomas Smith, “Electricity Theft: A Comparative Analysis”, *Energy Policy* (Dubai: 2004).
36. *Ibid.*
37. *Ibid.*
38. B. Bathia and M. Gulati, “Reforming the Power Sector” (Washington, DC: Banco Mundial – Public Policy for the Private Sector, 2004).
39. Banco Mundial, *Implementation Completion and Results Report (IBRD-72920)* (Washington DC: 22 de septiembre de 2009).
40. *Ibid.*
41. *Ibid.*
42. M. Golden and B. Min, “Theft and Loss of Electricity in an Indian State” (Londres: International Growth Centre, 4 de enero de 2012).
43. Banco Mundial, op. cit. nota 39.
44. Sitio web de operación Khanyisa, 2013, www.operationkhanyisa.co.za.
45. “More Large Consumers Charged with Electricity Theft, Names Given”, *DominicanToday.com*, 11 de abril de 2006.
46. Banco Mundial, op. cit. nota 30.
47. “Fitch Upgrades AES Andres Dominicana, Itabo Dominicana and Haina to ‘B’”, *Business Wire*, 25 de enero de 2011.
48. Extracto de Moody de un comentario de emisor sobre la República Dominicana, “Dominican Republic Ends Stand-by Agreement with IMF, a Credit Negative”, 20 de febrero de 2012, www.alacrastore.com/research/moodys-global-credit-research-Dominican_Republic_Ends_Stand_by_Agreement_with_IMF_a_Credit_Negative-PBC_139942.
49. “The Dilemmas Facing Danilo Medina”, *Noticias Univision*, 2012, <http://univisionnews.tumblr.com/post/23489304411/challenges-facing-new-president-dominican-republic-danil>.
50. Tabla 8.3 de CNE, comunicación personal con Worldwatch, Santo Domingo, septiembre de 2013.
51. Pellerano & Herrera, “Executive Summary of Tax Reform Law 253-12” (Santo Domingo: 2012).
52. *Ibid.*
53. Virginia Castillo, “El Estado exonera pago carburantes a empresas”, *El Día*, 13 August 2013.
54. Pellerano & Herrera, op. cit. nota 51.
55. Tabla 8.4 de Ministerio de Hacienda, “Ley No. 57-07 Sobre Incentive al Desarrollo de Fuentes Renovables de Energía y de sus Regímenes Especiales” (Santo Domingo: 2007), http://www.hacienda.gov.do/departamento_legal/ley_incentivos_tributarios%5CLey%2057-07%20sobre%20Energia%20Renovable.pdf.
56. Tabla 8.5 de Paul Gipe, “Tables of Feed-In Tariffs Worldwide”, *Wind-Works.org*, www.wind-works.org/cms/index.php?id=92.
57. Mark Konold, “A Triumvirate of Progress for the Dominican Republic’s Energy Sector”, *ReVolt* (Worldwatch Institute blog), 1º de agosto de 2011.

58. CNE, comunicación personal con Worldwatch, Santo Domingo, julio de 2012.
59. Tabla 8.6 de CNE, comunicación personal con Worldwatch, Santo Domingo, marzo de 2014.
60. *Ibid.*
61. Tabla 8.7 de *Ibid.*
62. CNE, op cit. nota 58.
63. CNE, “La CNE inaugura edificio corporativo ‘energéticamente eficiente’” (Santo Domingo: 29 de marzo de 2012).
64. “Net Metering in Dominican Republic Shows Results”, *PV Magazine*, 4 de julio de 2013.
65. CNE, op cit. nota 58.
66. *Ibid.*
67. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, “Ley General Sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales 64-00” (Santo Domingo: 2000).
68. EGEHiD, comunicación personal con Worldwatch, Santo Domingo, julio de 2012.